

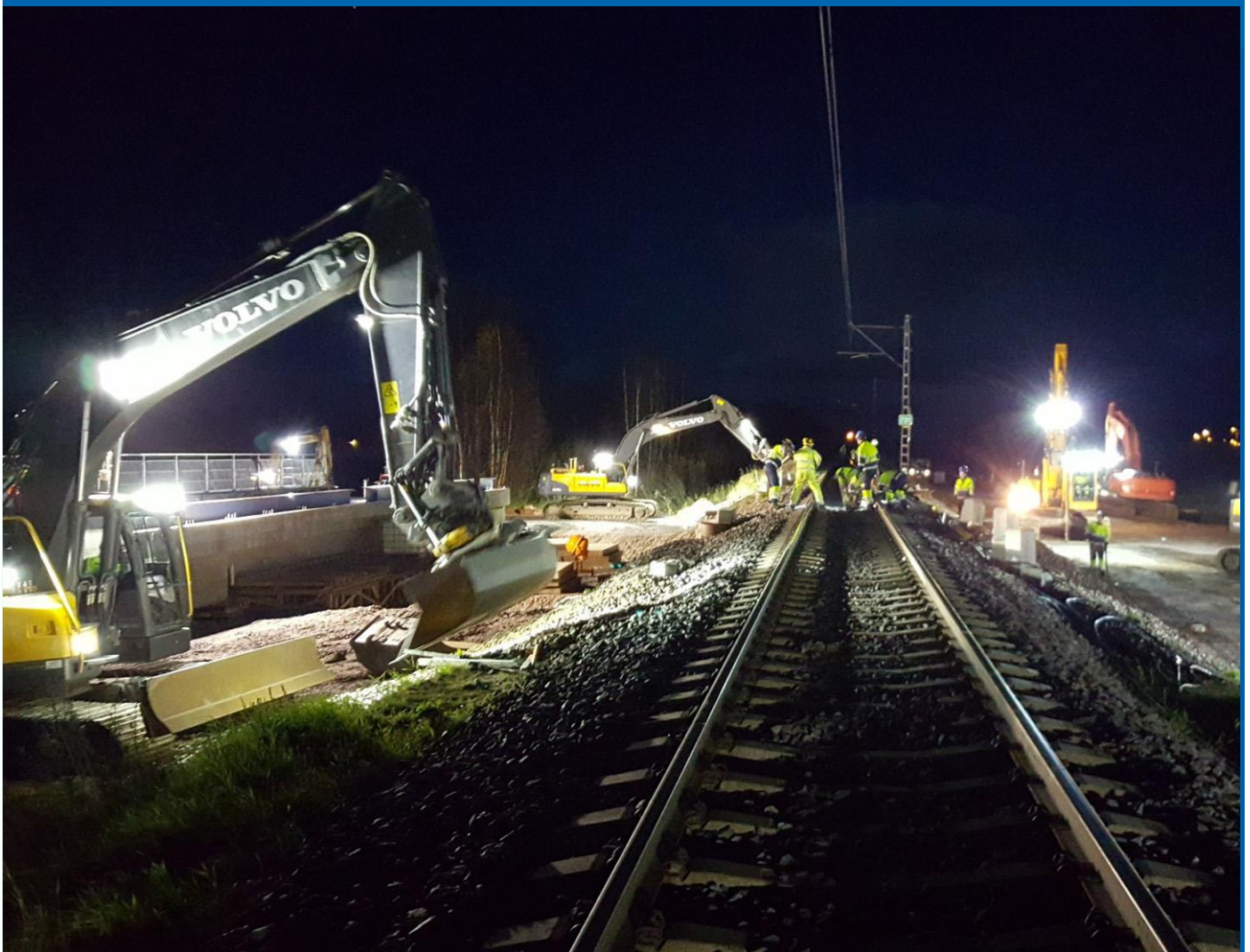


Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
22/2021

Perusradanpidon investointien vaikutusarvioinnin kehittäminen

Esiselvitys



Heikki Metsäranta, Saara Haapala,
Mikko Sauni, Aki Mankki

Perusradanpidon investointien vaikutusarvioinnin kehittäminen

Esiselvitys

Väyläviraston julkaisuja 22/2021

Väylävirasto
Helsinki 2021

Kannen kuva: Väyläviraston kuva-arkisto

Verkkojulkaisu (pdf) (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-858-8

Väylävirasto

PL 33

00521 HELSINKI

puh. 0295 34 3000

Heikki Metsäranta, Saara Haapala, Mikko Sauni, Aki Mankki: Perusradanpidon investointien vaikutusarvioinnin kehittäminen – Esiselvitys. Väylävirasto. Helsinki 2021. Väyläviraston julkaisuja 22/2021. 80 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-858-8.

Asiasanat: Radanpito, korjaus, investoinnit, vaikutukset, kannattavuuslaskelmat

Tiivistelmä

Tässä esiselvityksessä on tarkasteltu perusradanpidon korvaus- ja parantamisinvestointien vaikutuksia ja niiden arviointimenetelmiä. Pääpaino on ollut isojen korvausinvestointien arvioinnissa.

Ratojen korjausten ja parantamisinvestointien keskeiset vaikutukset kohdistuvat kunnossapidon tarpeeseen ja kustannuksiin, matkustajien, tavaran ja liikennöinnin kustannuksiin sekä tasoristeysturvallisuuteen.

Perusradanpidon investointien arvioinnissa on perusteltua soveltaa hankearvioinnin yhteisiä periaatteita, jotta säilytetään vertailukelpoisuus kehittämiss-hankkeisiin. Hankearvioinnin menetelmät vastaavat hyvin perusradanpidon parantamisinvestointien arviointitarpeisiin. Peruskorjaushankkeiden arviointiin tietopohja ei ole riittävä. Merkittävimmät vaikutustietojen puutteet kohdistuvat kunnossapitokustannuksiin, kunnan takia asetettaviin nopeusrajoituksiin ja radan kuntotilan, vikaantumisten ja myöhästymisten riippuvuuksiin. Arvioinnin kannalta ratkaisevaa on vertailuvaihtoehdon määrittely: Millaista kunnossapitoa radalla tehdään ja millaisia liikenteen rajoituksia tarvitaan, jos hanketta ei toteuteta?

Tulevaisuudessa radanpidon kehittyneet tietojärjestelmät ja analytiikka sekä tarkemmat kustannustiedot mahdollistavat radan kunnossapitotarpeen, -kustannusten ja ikääntymisen välisen yhteyden tutkimisen ja mallintamisen. Tietoa pitää kuitenkin koota vielä 5–10 vuotta, ennen kuin aikasarjojen analysointi ja mallintaminen on järkevää.

Esiselvityksessä tehtiin muutamia esimerkinomaisia kannattavuuslaskelmia, joiden perusteella perusradanpidon investoinnit eivät ole kategorisesti tehokkaampia tai tehostomampia kuin rataverkon kehittämisinvestoinnit. Kaikki kohteet on tutkittava tapauskohtaisesti.

Esiselvityksen perusteella suositellaan seuraavia jatkotoimia: 1) Hankearviointien tekeminen peruskorjauskohteista ja arvioinnin kehittäminen niiden yhteydessä, 2) vertailuvaihtoehdon ja rakentamistöiden alustava suunnittelu peruskorjaushankkeiden tarveuistioissa, 3) kustannusraportoinnin edellyttäminen ratojen kunnossapitosopimuksissa ja tietojen tilastointi sekä 4) korvausinvestointien arviointitarpeiden huomioon ottaminen hankearvioinnin ohjeistuksen kehittämisessä.

Heikki Metsäranta, Saara Haapala, Mikko Sauni, Aki Mankki: Utveckling av effektbedömning av investeringar inom basbanhållningen – Förstudie. Trafikledsverket. Helsingfors 2021. Trafikledsverkets publikationer 22/2021. 80 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-858-8.

Sammandrag

I denna förstudie har man undersökt effekterna av basbanhållningens ersättnings- och förbättringsinvesteringar och metoderna att bedöma dessa. Huvudfokus har varit på bedömningen av stora ersättningsinvesteringar. De viktigaste effekterna av banreparationer och förbättringsinvesteringar berör underhållsbehov och underhållskostnader, kostnader för passagerare, gods och trafikering samt säkerhet vid plankorsningar.

Vid bedömning av investeringar inom basbanhållningen är det motiverat att tillämpa de gemensamma principerna för projektutvärdering, för att bibehålla jämförbarheten med utvecklingsprojekt. Metoderna för projektutvärdering svarar väl mot behovet att bedöma basbanhållningens förbättringsinvesteringar. Kunskapsbasen för att bedöma renoveringsprojekt är inte tillräcklig. De mest betydelsefulla bristerna i information om effekterna finns inom underhållskostnader, hastighetsbegränsningar på grund av spårskick samt samband mellan spårskick, fel och förseningar. Avgörande för bedömningen är definiering av jämförelsealternativ: Vilken typ av underhåll utförs på banan och vilken typ av trafikbegränsningar krävs om ett projekt inte genomförs?

I framtiden kommer avancerade informationssystem och analyser för banhållning samt mer detaljerad kostnadsinformation att möjliggöra studier och modellering av sambanden mellan banans underhållsbehov, underhållskostnader och åldrande. Information måste dock samlas in i ytterligare 5–10 år innan det är meningsfullt att analysera och modellera tidsserierna.

I förstudien gjordes några exempelmässiga lönsamhetsberäkningar, och baserat på dessa är investeringar inom basbanhållningen kategoriskt varken mer eller mindre effektiva än nyinvesteringar i bannätet. Alla objekt måste studeras fallspecifikt. Baserat på förstudien rekommenderas följande fortsättningsåtgärder: 1) Genomförande av projektutvärderingar av stora ersättningsinvesteringar och utveckling av bedömningen i samband med dessa, 2) preliminär planering av jämförelsealternativ och byggarbeten, 3) förutläggande av kostnadsrapportering i banhållningsavtal och statistikföring av information samt 4) hänsynstagande till behov att bedöma ersättningsinvesteringar vid utveckling av instruktioner för projektbedömning

Heikki Metsäranta, Saara Haapala, Mikko Sauni, Aki Mankki: Development of impact assessment of basic track maintenance investments - Preliminary study. Finnish Transport Infrastructure Agency. Helsinki 2021. Publications of the FTIA 22/2021. 80 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-858-8.

Abstract

This preliminary study examines the impacts of replacement investments and improvement investments as part of basic track maintenance and their assessment methods. The main focus has been on assessing large replacement investments.

The main impacts of track repairs and improvement investments are on maintenance needs and costs, the costs of passengers, goods and transport, and level crossing safety.

In assessing the investments in basic track maintenance, it is justified to apply the common principles of project appraisal in order to maintain comparability with development projects. The methodology of the project appraisal corresponds well to the assessment needs of the improvement investments as part of basic track maintenance. The knowledge base for the assessment of major overhaul projects is insufficient. The most significant shortcomings in the impact data are the maintenance costs, speed restrictions set due to track condition and the dependencies on track condition status, defects and delays. The determination of the reference alternative is crucial for the assessment: What kind of maintenance will be carried out on the railway and what kind of traffic restrictions will be required if the project is not carried out?

In the future, advanced track maintenance data systems and analytics, as well as more detailed cost data, will enable the study and modelling of the connection between track maintenance needs, costs and ageing. However, more data must be collected for another 5–10 years before it makes sense to analyse and model the time series.

The preliminary study carried out a number of exemplary profitability calculations which revealed that the investments in basic track maintenance are not categorically more efficient or inefficient than the investments in railway network development. All sites must be examined on a case-by-case basis.

Based on the preliminary study, the following further actions are recommended: 1) Carrying out project appraisals for major overhaul sites and developing the assessment in connection with them, 2) preliminary planning of the reference option and construction work in the requirements bulletins for major overhaul projects, 3) requirement for cost reporting in the track maintenance contracts and generating data statistics, and 4) taking assessment needs of replacement investments into consideration in the development of guidelines for project appraisal.

Esipuhe

Tässä esiselvityksessä tarkastellaan perusradanpidon korvaus- ja parantamisinvestointien vaikutuksia ja niiden arviointimenetelmiä. Työ on osa laajempaa kokonaisuutta perusväylänpidon toimenpiteiden vaikutusten ja vaikuttavuustiedon parantamiseksi sekä päätöksenteon ja priorisoinnin menettelyiden kehittämiseksi. Raportissa käydään läpi perusradanpidon investointien lähtökohtia sekä mahdollisia vaikutuksia ja niiden arviointimenetelmiä, joita myös testataan tapaustarkastelujen avulla. Työn tuloksena esitetään suositukset perusradanpidon investointien vaikutustiedon ja -arviointien kehittämiseksi.

Selvitystyön tekivät Heikki Metsäranta (pp.), Saara Haapala ja Aki Mankki Ramboll Finland Oy:stä ja Mikko Sauni Welado Oy:stä. Työhön osallistuivat myös Janne Junes Ramboll CM Oy:stä, Jyrki Rinta-Piirto Ramboll Finland Oy:stä sekä Jussi Seppä Welado Oy:stä. Ohjausryhmään kuuluivat Anton Goebel (pj.), Taneli Antikainen, Mikko Heiskanen, Jouni Hytönen, Virpi Kukkonen, Vesa Männistö, Hanna Sandell (1.2.2021 alkaen), Joni Tefke, Maria Torttila (31.11. asti) ja Jukka P. Valjakka Väylävirastosta.

Helsingissä huhtikuussa 2021

Väylävirasto
Väylien suunnittelu

Sisältö

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Tausta ja tavoitteet	9
1.2	Toteutustapa, aineistot ja menetelmät	10
1.3	Raportin rakenne	10
2	LÄHTÖKOHDAT	11
2.1	Tarkasteltavat radanpidon osat.....	11
2.2	Tarkasteltavat vaikutukset.....	13
2.3	Ratojen korvaus- ja parantamisinvestoinneista päättäminen	15
2.4	Ratojen kunnossapito	17
3	VERTAILUASETELMAN MÄÄRITTELY	19
3.1	Periaatetarkastelu perusradanpidon investointien vertailuasetelmasta	19
3.2	Hankearvioinnin ohjeet vertailuasetelmaan.....	21
3.3	Ratojen luokittelu vertailuasetelman kannalta	22
3.4	Rakentamisen aikaiset haitat eri vaihtoehdoissa	24
4	RATOJEN KORVAUS- JA PARANTAMISINVESTOINTIEN VAIKUTUS- MEKANISMIT	25
4.1	Radanpitoon kohdistuvat vaikutukset	25
4.2	Nopeuden muutosten vaikutukset	26
4.3	Radan sulkemisen vaikutukset	28
4.4	Häiriötilanteiden muutosten vaikutukset	30
4.5	Tasoristeysturvallisuuden kohdistuvat vaikutukset	33
5	ARVIOINTIMENETELMÄT JA VAIKUTUSTIEDON TILA	34
5.1	Radanpitoon kohdistuvien vaikutusten arviointi.....	34
5.1.1	Tavoitetila	34
5.1.2	Vaikutustiedon ja arviointimenetelmien nykytila.....	34
5.1.3	Kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet.....	35
5.1.4	Suosituksien arviointiin.....	36
5.2	Nopeusrajoitusten muutosten ja niiden vaikutusten arviointi	36
5.2.1	Tavoitetila	36
5.2.2	Arviointimenetelmien nykytila.....	36
5.2.3	Kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet.....	37
5.2.4	Suosituksien arviointiin.....	38
5.3	Häiriötilanteiden määrän muutosten ja niiden vaikutusten arviointi.....	38
5.3.1	Tavoitetila	38
5.3.2	Arviointimenetelmien ja vaikutustiedon nykytila.....	39
5.3.3	Kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet.....	40
5.3.4	Suosituksien arviointiin.....	41
5.4	Tasoristeysturvallisuuden kohdistuvien vaikutusten arviointi	41
5.4.1	Tavoitetila	41
5.4.2	Arviointimenetelmien ja vaikutustiedon nykytila.....	41
5.4.3	Kehittämistarpeet ja mahdollisuudet.....	43
5.4.4	Suosituksien arviointiin.....	43
6	TAPAUSTARKASTELUT	44
6.1	Esimerkinomaisia laskelmia pääväylien peruskorjauksista	44
6.1.1	Jyväskylä–Pieksämäki	44

6.1.2	Tampere–Jyväskylä	49
6.1.3	Seinäjoki–Vaasa	53
6.1.1	Helsinki–Tampere	58
6.2	Vähäliikenteisten ratojen peruskorjauksista tehdyt hankearvioinnit	62
6.2.1	Saarijärvi–Haapajärvi.....	62
6.2.1	Heinävaara–Ilomantsi.....	64
6.3	Täsmällisyysdatan käyttö vaikutustiedon tuottamiseen: Riihimäki–Tampere.....	66
6.3.1	Tapaustarkastelussa käytetty Väyläviraston täsmällisyysdata ..	66
6.3.2	Häiriötilanteiden määrän muutoksen arviointi	66
6.3.3	Häiriöiden aiheuttamien myöhästymisten määrän muutoksen arviointi.....	68
6.3.4	Sekundääriset myöhästymiset	69
6.3.5	Vikatietojen hyödyntäminen vaikutusten arvioinnissa	70
6.4	Kunnossapidon seurantatietojen käyttö vaikutustiedon tuottamiseen: Oulu–Kontionmäki.....	71
6.5	Yhteenveto tapaustarkasteluista	72
7	PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET	74
7.1	Perusradanpidon investointien vaikutusarviointi.....	74
7.2	Investointien vaikutukset ja niiden arviointimenetelmät	75
7.3	Perusradanpidon investointien kannattavuus	77
7.4	Suosituksat jatkotoimenpiteistä	77
	LÄHDELUETTELO.....	79

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Radan rakenteet, laitteet ja maa-alueet edellyttävät kunnossapitoa pysyäkseen niille suunnitellussa toimintakunnossa. Kunnossapidossa esimerkiksi vaihdetaan ratapölkkyjä, kaarikiskoja ja vaihteen osia uusitaan. Korvausinvestoinneilla uusitaan käyttöikänsä päässä olevat rakenteet ja laitteet joko yksittäisiä kohteina tai laajoina kokonaisuuksina. Perusradanpidon rahoituksella toteutetaan myös palvelutasoa lisääviä parantamisinvestointeja sellaisissa kokoluokissa, jotka eivät edellytä kohteen suunnittelua kehittämishankkeena. Toisaalta pieneköjäkin parantamisinvestointeja voidaan suunnitella suuren korvausinvestoinnin yhteyteen ja viedä tällaista kokonaisuutta eteenpäin kehittämisinvestointina.

Väyläviraston radanpidon toimien arviointiin on käytettävissä lähinnä hankearviointien menetelmät, joiden ensisijainen käyttökohde ovat isot kehittämisinvestoinnit. Hankearvioinnin yksikköarvot ja yhteiskuntataloudellisen arvioinnin keihikko ovat sovellettavissa pienempiinkin hankkeisiin, mutta varsinaista ohjeistusta tähän tarkoitukseen ei ole. Perusväylänpidon hankkeiden laaja kirjo osaltaan hankaloittaa kokonaisuuden haltuunottoa tavalla, joka mahdollistaisi esimerkiksi valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman laadinnassa hyödyllisen vaikutustiedon tuottamisen.

Valtiontalouden tarkastusviraston liikenneverkon elinkaaren hallintaa käsittelevässä tuloksellisuustarkastuksessa (VTV 12/2020) todetaan ongelmana, että perusväylänpidolle ei ole olemassa vastaavaa vaikutusarviointia kuin investoinneille. Edes korjaustoimien keskinäistä edullisuutta ei saada selvitettyä yhtä hyvin kuin investoinneista. Korjaustoimenpiteiden perusteet ovat pääasiassa teknisiä, ja taloutta tarkastellaan vain kustannusarvioina. Tarkastusviraston mukaan investointihankkeiden ja korjaustoimien kannattavuutta olisi parhaassa tapauksessa mahdollista verrata keskenään. Edistysaskel olisi jo korjaustoimenpiteiden keskinäisen vertailtavuuden kehittäminen, jolloin korjaushankkeiden voitaisiin tarkastella niiden hyöty-kustannussuhteen mukaan. (VTV 12/2020.)

Pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelmaa toteuttava liikenne- ja viestintäministeriön ja Väyläviraston välinen tulossopimus 2020–2023 sisältää useita väyläomaisuuden hallintaan kohdistuvia tavoitteita. Tämä selvitys kohdistuu tavoitteeseen 2.3.1 *Perusväylänpidon toimenpiteiden vaikutusten ja vaikuttavuustiedon parantaminen sekä päätöksenteon ja priorisoinnin menettelyiden kehittäminen.*

Tämän työn tavoitteena on ollut selvittää perusradanpidon toimenpiteiden vaikutusarvioinnin lähtökohtia ja mahdollisuuksia sekä lopulta edetä suosituksiin arviointikehikosta ja käytettävistä menetelmistä rataverkon korvaus- ja parantamisinvestointien vaikutusten arviointiin. Työn tavoitteena on myös ollut tuottaa määrällisiä arvioita perusradanpidon investointien kannattavuudesta suhteessa kehittämisinvestointeihin. Työssä tarkastellaan rataosilla toteutettavia hankkeita ja ratapihat jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

1.2 Toteutustapa, aineistot ja menetelmät

Selvitystyössä on tehty kirjallisuustutkimusta, verkollisia analyyskejä ja tapaus-tarkasteluja. Läpikäyty kirjallinen aineisto on sisältänyt radanpidon sisältöön, kustannuksiin ja vaikutuksiin liittyviä selvityksiä ja ohjeita. Kirjallisuutta on käytetty työssä olennaisten toimenpiteiden ja vaikutusten sekä mahdollisten menetelmien ja tietoaaineistojen tunnistamiseen. Verkollisia analyyskejä on tehty rataverkon luokitteluksi arviointia varten ja keskeisten vaikutusten kohteiden suuruusluokkien arvioimiseksi. Tapaustarkasteluissa on tehty hankekohtaisia laskelmia herkkyytarkasteluineen sekä referoitu peruskorjaushankkeista laadittuja hankearviointeja.

Selvityksessä on käytetty Väyläviraston Sampo-järjestelmästä tuottamaa aineistoa vuosien 2013–2018 kunnossapitokustannuksista rataosittain, junaliikenteen täsmällisyysaineistoa, Tarva LC-laskentaohjelmistoa, rautateiden päällysrakenteen ylläpidon rahoitustarveanalyysien laskentatuloksia, tie- ja ratahankkeiden yksikköarvoja 2018 sekä tapauksien tarkastelujen tarveuistioita ja hankearviointiraportteja.

1.3 Raportin rakenne

Raportin sisältö on jäsennetty seuraavasti: Tässä johdannossa esitetään selvityksen tavoitteet ja toteutustapa. Luvussa 2 kuvataan, mitä radanpidon osia, vaikutuksia ja verkkoa raportissa myöhemmin tarkastellaan. Luvussa 3 pohditaan vertailuvaihtoehdon määrittelyä. Luvussa 4 esitetään ratojen korjaus- ja parantamisinvestointien keskeiset vaikutusmekanismit. Luku 5 käsittelee menetelmiä ja aineistoja, joiden avulla on mahdollista tuottaa määrällistä tietoa vaikutuksista. Tapaustarkastelut on koottu lukuun 6. Luvun 7 päätelmissä ja suosituksissa kootaan selvityksen tavoitteisiin löydetyt ja muodostetut vastaukset sekä esitetään suositukset tarvittavista jatkotoimista.

2 Lähtökohdat

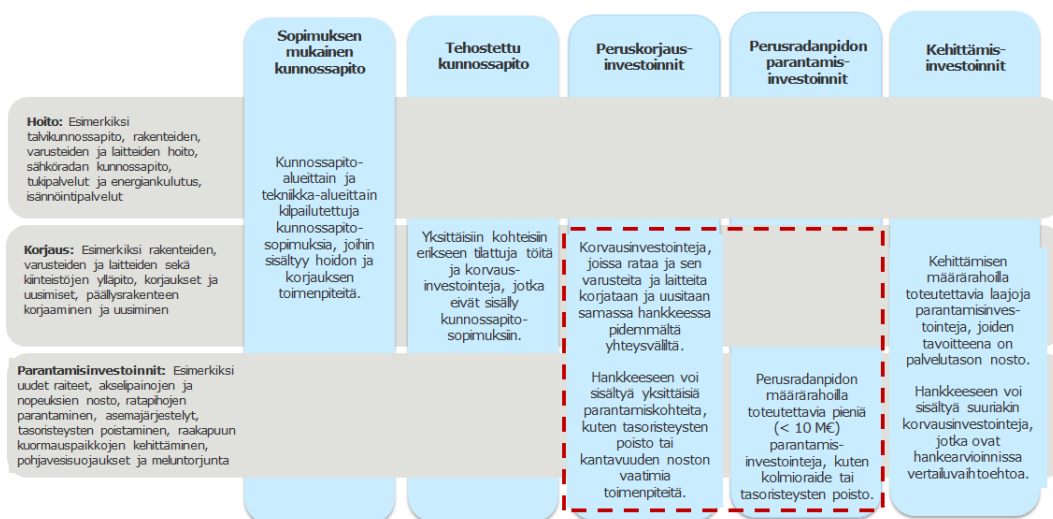
2.1 Tarkasteltavat radanpidon osat

Selvityksessä tarkastellaan perusradanpidon toimenpiteitä ja niiden vaikutuksia. Valtion rataverkon perusradanpidon rahoitus oli 366 M€ vuonna 2019. Vuoden 2020 määräraha on 492 M€ ja vuodelle 2021 on varattu 472 M€. Valtion talousarvion mukaan perusradanpidon määrärahaa saa käyttää ratojen kunnossapitoon eli hoitoon, korjauksiin ja liikenteen hallintaan. Lisäksi perusradanpidon määrärahoilla voi tehdä parantamisinvestointeja, joilla pidetään väylien palvelutaso lisääntyneen liikenteen tai maankäytön muutosten edellyttämällä tasolla.

Perusväylänpidon parantamisinvestointeina on valtion talousarvioesitysten ja perusväylänpidon suunnitelman (2013–17) mukaan toteutettu raakapuuterminaalien investointiohjelma ja rautateiden tasoristeysten parantamisen investointiohjelma. Talousarvioissa ei ole määritelty tarkemmin, millaisiin parantamisinvestointeihin määrärahaa saa tai ei saa käyttää. Perusradanpidon parantamisinvestointien määrärahoista on myös rahoitettu hankkeiden suunnittelua.

Liikenneväylien korjausvelkaohjelmassa 2016–2018 radanpidon kohteet olivat korjauskohteita (Liikennevirasto 2017). Korjausvelkaohjelman lisärahoitusta (Liikenne- ja viestintäministeriö 2016) osoitettiin seuraaviin parantamisinvestointeihin: Pännäinen kolmioraide (7 M€), akselipainon nosto 25 tonniin yhteysväleillä Tampere–Seinäjoki ja Tuomioja–Raahe (25 M€), tasoristeysten poisto ja parantaminen (12,5 M€).

Tämän työn tarkoituksena on ratojen peruskorjausinvestointien (isojen korvausinvestointien) ja perusradanpidon parantamisinvestointien vaikutusarvioinnin kehittäminen (kuva 2-1, punaisen katkoviivan rajaama alue). Radanpidon rahoituskehys vuosina 2021–24 on suuruusluokaltaan seuraava: Hoito ja käyttö 165 M€/v, korjaukset 190 M€/v, perusradanpidon parantamisinvestoinnit 80 M€/v, kehittämisinvestoinnit 240 M€/v.



Kuva 2-1. Radanpidon tuotteiden ja toimenpidekokonaisuuksien yhtymäkohdat.

Taulukossa 2-1 esitetään, mitä rakenneosia ratojen peruskorjausinvestoinneissa yleensä käsitellään ja millaisia toimenpiteitä rakenneosille tehdään palvelutason palauttamiseksi tai palvelutason parantamiseksi. Palvelutasoa palauttavia toimenpiteitä kutsutaan tuotemäärityksessä (Väylävirasto 2019) korjaukseksi ja yleisemmin korvausinvestoinniksi. Palvelutasoa lisääviä toimenpiteitä kutsutaan tuotemäärityksessä liikenneväylien parantamisinvestoinneiksi ja yleisemmin laajennus- tai uusinvestoinneiksi. Peruskorjausinvestointeja tarkastellaan tässä työssä yhteysvälikohtaisina kokonaisuuksina, joissa on kohteiden mukaan vaihteleva määrä eri rakenneosiin kohdistuvia toimenpiteitä.

Taulukko 2-1. Radanpidon peruskorjausinvestointien mahdollisesti sisältämiä toimenpiteitä.

Toimenpiteiden kohteena oleva rakenneosa	Palvelutasoa ylläpitäviä korjaustoimenpiteitä	Samalla mahdollisesti tehtäviä, palvelutasoa lisääviä toimenpiteitä
Päällysrakenne	Kiskojen, pölkkyjen, tukikerroksen ja vaihteiden korjaukset tai uusiminen	Päällysrakenteen uusiminen korkeampaan laatutasoon (esim. suuremmat kiskopainot)
Alus- ja pohjarakenteet	Alus- ja pohjarakenteiden korjaukset tai uusiminen	Alus- ja pohjarakenteiden vahvistaminen suuremman kantavuuden mahdollistamiseksi
Kalliroleikkaukset	Leikkauksen verkottaminen, lujitus, louhinta, kuivatuksen korjaus	Leikkauksen leventäminen suuremman nopeuden mahdollistamiseksi
Tunnelit	Irtokivien poistaminen, verkottaminen, lujitus, louhinta	Aukon suurentaminen, teknisten turvallisuusjärjestelmien lisääminen (pitkissä tunneleissa)
Kuivatus ja rummut	Kuivatusjärjestelmien suunnitellut korjaukset	Rumpujen vaihto (kantavuus)
Sillat ja muut taitorakenteet	Siltojen ja muiden taitorakenteiden korjaukset	Akselipainojen ja nopeuksien nosto (lujuuden kasvattaminen, sillan uusiminen)
Matkustajalaiturit ja katokset	Laiturin ja katosten korjaus tai uusiminen	Palvelutasoa parantavat asemajärjestelyt (reunalaiturien korottaminen)
Tasoristeykset	Laitteiden ja kannen korjaus Näkemäalueiden raivaus Laitteiden ja kannen uusiminen	Tasoristeyksen varustaminen turvalaitteilla, tasoristeysten poistaminen
Sähköistys	Ajolankojen vauriokorjaus Ajolankojen uusiminen Ajojohdon mittaus	Sähköistyksen laajentaminen, tehonsyötön kasvattaminen ja ratajohdon parantaminen suuremmalle nopeudelle
Vahvavirtajärjestelmät	Laitteiden korjaus tai uusiminen Laitteiden uusiminen	Vaihto uudempaan tekniikkaan (esim. led), ohjausjärjestelmien rakentaminen
Turvalaitteet	Laitteiden korjaus Laitteiden uusiminen	Nopeuksien noston vaatimat toimet turvalaitteisiin: Uusien turvalaitteiden rakentaminen, laajentaminen, varustelutason parantaminen, junien kulunvalvonnan ja välisuojustuspisteiden lisääminen

Tarkasteltavat perusradanpidon parantamisinvestointien tyypit esitetään taulukossa 2-2. Perusradanpidon parantamisinvestoinnit ovat uus- tai laajennusinvestointeja, kuten kehittämishankkeetkin, mutta kustannuksiltaan pienempiä ja sisällöltään rajatumpia.

Taulukko 2-2. Linjaosuuksilla tehtävien radanpidon perusparannusinvestointien mahdollisesti sisältämiä toimenpiteitä.

Perusparannusinvestoinnin tyyppi	Investoinnin sisältämät toimenpiteet
Kolmioraide	Uuden rataosuuden rakentaminen sen mahdollistamiseksi, että (tavara)junan ei tarvitse ajaa ratapihan kautta vaihtamaan ajosuuntaa
Akselipainon nosto	Yksittäisiä ja eri rakenneosiin (kts. taulukko 2-1) kohdistuvia vahvistamis- tai uusimistoimenpiteitä, joiden seurauksena rata kestää suuremman akselipainon
Tasoristeysten poisto	Tasoristeysten poistaminen laajempaan kokonaisuuteen kuin peruskorjauksen yhteydessä
Ratageometrian muutokset	Vaaka- ja pystygeometrian muutokset nopeuden noston mahdollistamiseksi
Turvallitteiden parantaminen	Turvallitteiden rakentaminen tai laajentaminen; junien kulunvalvonnan ja välisuojastuspisteiden lisääminen

2.2 Tarkasteltavat vaikutukset

Korvausinvestointien vaikutukset syntyvät siitä, että toimenpiteet palauttavat radan suunnitellun palvelutason ja toimivuuden, jolloin radan kunnosta johtuvia rajoituksia voidaan poistaa tai niitä ei tarvitse asettaa ja radasta johtuvat myöhästymiset voivat muuttua.

Korvausinvestoinnilla on kytkentä kunnossapidon tarpeeseen. Kerralla toteutetun peruskorjauksen vaihtoehtona on tehostettu kunnossapito, mikä tarkoittaa peruskunnossapidon lisäksi erillistöinä tehtäviä korjauksia ja radan rakenteiden uusimista tai korjaamista lyhyempinä osuuksina (korvausinvestointina).

Parantamisinvestointeina tarkastellaan linjaosuuksilla tehtäviä hankkeita. Kolmioraiteiden ja akselipainojen noston vaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti tavaraliikenteeseen, jonka liikennöintikustannukset pienenevät matka-ajan lyhenemisen tai kuljetusten kustannustehokkuuden parantuessa. Ratageometrian muutoksilla, tasoristeysten poistamisella ja kolmioraiteillakin voi olla myös vaikutuksia henkilöliikenteen junien sallittuun nopeuteen ja siten henkilöliikenteen matka-aikoihin.

Tasoristeysten turvallisuuden parantamista voidaan tehdä peruskorjauksena tai parantamisinvestointina. Vaikutuksen kohde on rahoituslähteestä riippumatta sama: Tasoristeysten poisto tai sen turvallisuuden parantaminen pienentää tasoristeysonnettomuuksien todennäköisyyttä.

Korvausinvestoinnilla ja parannusinvestoinneilla voi olla vaikutuksia radanpidon energiankulutukseen ja päästöihin sekä junaliikenteen meluun ja tärinään. Jos hanke vaikuttaa kysyntään, vaikutuksia voi olla myös tieliikenteessä.

Taulukossa 2-3 listataan ratojen korvausinvestointien ja perusradanpidon parannusinvestointien mahdollisia vaikutuksia jäsenneiltyä valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman vaikutusalueille (LVM 2019).

Taulukko 2-3. Perusradanpidon mahdollisia vaikutuksia valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman vaikutusalueilla.

Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman vaikutusalue	Ratojen korvausinvestointien mahdollisia vaikutuksia	Perusradanpidon parantamisinvestointien mahdollisia vaikutuksia
1. Toimivuus <ul style="list-style-type: none"> - Suomen kansainvälinen saavutettavuus - Alueiden välinen ja sisäinen saavutettavuus - Matkojen ja kuljetusten palvelutaso ja käyttäjähyödyt - Aluerakenne ja alueiden kehitysedellytykset 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaikutus matka-aikaan (rajoitusten välttäminen) - Vaikutus matka-ajan ennakoitavuuteen ja täsmällisyyteen (radasta johtuvien myöhästymisten välttäminen) - Vaikutus liikennöintikustannuksiin (aikakomponentin osalta) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaikutus matka-aikaan (kolmioraide) - Vaikutus junien liikennöintikustannukseen (akselipaino, välityskyky ja matka-ajan muutos)
2. Turvallisuus <ul style="list-style-type: none"> - Tieliikenteen turvallisuus - Liikkumisympäristöjen turvallisuus - Rautatie-, vesi- ja lentoliikenteen turvallisuus - Liikenteen tietoturvallisuus 	<ul style="list-style-type: none"> - Turvalaitteiden toimintavarmuuden paraneminen - Vaikutus tasoristeysturvallisuuteen - Tieliikenteen onnettomuusmäärän muutos (kysyntämuutoksen seurauksena) 	<ul style="list-style-type: none"> - Junaliikenteen turvalaitteiden ja kulunvalvonnan kattavuuden laajeneminen - Vaikutus tasoristeysten turvallisuuteen - Tieliikenteen onnettomuusmäärän muutos (kysyntämuutoksen seurauksena)
3. Ekologinen kestävyys <ul style="list-style-type: none"> - Ilmastovaikutukset - Ilmastomuutokseen sopeutuminen - Liikenteen päästöille, melulle ja tärinälle altistuminen - Yhdyskuntarakenteen kestävyys - Luonnon monimuotoisuus - Luonnonvarojen käyttö ja materiaalitehokkuus - Vesiin ja maaperään kohdistuvat riskit 	<ul style="list-style-type: none"> - Junaliikenteen päästöjen, melun ja tärinän muutos - Radanpidon energiankulutuksen ja päästöjen muutos - Rautatiejärjestelmän säänkestävyyden paraneminen - Tieliikenteen päästöjen muutos (kysyntämuutoksen seurauksena) 	<ul style="list-style-type: none"> - Junaliikenteen päästöjen muutos (akselipaino, kohtausraiteiden pidennys) - Tieliikenteen päästöjen muutos (kysyntämuutoksen seurauksena)
4. Sosiaalinen kestävyys <ul style="list-style-type: none"> - Liikkumisen mahdollisuudet - Rakennettu ympäristö ja maisema - Terveys ja hyvinvointi 	<ul style="list-style-type: none"> - Liikkumisympäristöjen esteettömyyden ja viihtyisyyden paraneminen asemilla ja radan varsilla 	<ul style="list-style-type: none"> - Radan esteivaikutuksen muutos (tasoristeysten poisto, uudet raiteet) - Asema-alueiden esteettömyyden muutos
5. Taloudellinen kestävyys <ul style="list-style-type: none"> - Yhteiskuntataloudellinen tehokkuus - Julkistalous - Taloudellisen kasvun edellytykset 	<ul style="list-style-type: none"> - Investointikustannus - Vaikutus kunnossapitokustannuksiin ja rataomaisuuden hallintaan - Hankkeen kustannustehokkuus - Hankkeen kannattavuus (H/K) 	<ul style="list-style-type: none"> - Investointikustannus - Vaikutus kunnossapitokustannuksiin - Hankkeen kustannustehokkuus - Hankkeen kannattavuus (H/K)

2.3 Ratojen korvaus- ja parantamisinvestoinneista päättäminen

Radanpito rahoitetaan pääosin valtion talousarvion määrärahoilla perusväylänpitoon ja väyläverkon kehittämiseen. Rahoituspäätökset tekee eduskunta hallituksen esityksestä. Esitykset valmistelee liikenne- ja viestintäministeriö yhdessä Väyläviraston kanssa. Rahoituspäätöksiä tehdään varsinaisessa talousarviossa, lisätalousarvioissa ja erillisillä rahoitusohjelmilla, joista on ollut esimerkkinä korjausvelkaohjelma.

Yksittäisiin investointihankkeisiin voi myös liittyä muita rahoittajatahoja, tavallisesti kunta ja joissain tapauksissa väylästä hyötyvä yritys. Ratainvestointeihin voidaan myös saada esimerkiksi Euroopan unionin tukea tai työ- ja elinkeinoministeriön tukea. Muiden tahojen rahoitusosuudet ja tuet ovat yleensä kehittämishankkeisiin, mutta ne voivat kohdistua myös peruskorjauksiin ja perusradanpidon parantamishankkeisiin.

Peruskorjaustarpeiden tunnistamisen lähtökohtana ovat ratojen kunnon seuranta ja rataverkon korjaustarpeiden tarveselvitykset ja verkolliset analyysit. Näiden perusteella Väylävirasto muodostaa listat korjaustarpeista. Tarpeet laitetaan tärkeysjärjestykseen muun muassa liikennemäärien ja kuntotilan kokonaisarvion perusteella. Rataverkon tärkeimpien peruskorjausten rahoitustarpeet ovat tällä hetkellä seuraavat (Väylävirasto/Strategiakortti 24.4.2020):

- Rautateiden pääväylät 1 600 M€ ja pääväylien ratapihat 130 M€
- Muun rataverkon ei-vähäliikenteiset radat 500 M€
- Vähäliikenteiset radat 360 M€
- Turvalaitteiden uusimistarpeet > 50 M€/v
- Erilliskohteita yhteensä 80 M€.

Rataverkon parantamistarpeita on kartoitettu viime vuosina erillisissä selvityksissä muun muassa välityskyvyn näkökulmasta sekä sidosryhmille tehdyillä parantamistarvekyselyillä. Parantamistarpeet kohdistuvat välityskyvyn lisäämiseen, akselipainojen korottamiseen, raakapuun kuormauspaikkojen kehittämiseen sekä ratapihojen toiminnallisuuden parantamiseen. Rataverkon parantamistarpeita on koottu liikenneverkon strategiseen tilannekuvaan (Traficom 2020).

Tässä työssä käsiteltäville ratojen korjauksille ja perusradanpidon parantamisinvestoinneille on erilaisia rahoituslähteitä. Korvausinvestointeja voidaan toteuttaa perusväylänpidon määrärahalta erikseen nimeämättömiin hankkeisiin tai erikseen nimettyihin hankkeisiin. Varsinaisessa talousarviossa korvausinvestointeja ei yleensä ole nimetty erikseen. Sen sijaan perusväylänpidon erillisohjelmissa ja lisätalousarvioissa pienetkin korvausinvestoinnit nimetään erikseen. Korvausinvestointeja voidaan myös toteuttaa osana rataverkon erikseen nimettyjä kehittämishankkeita tai erikseen nimettyinä korvausinvestointeina väyläverkon kehittämisen määrärahoilla.

Perusradanpidon parannusinvestointien rahoitus tulee perusväylänpidon määrärahoista. Varsinaisessa talousarviossa on mainittu rahoituksen kohteet silloin, kun on kysymys erillisestä ohjelmasta, kuten tasoristeysten poistaminen

tai raakapuunkuormauspaikkojen kehittäminen. Perusväylänpidon erillisohjelmissa parantamisinvestoinnit on mainittu nimeltä erikseen, jos niitä on ollut.

Taulukko 2-4. Ratojen korvausinvestointien ja perusradanpidon parantamisinvestointien rahoituslähteet, hanketyypit ja päätöksentekoprosessi.

Määrärahan lähde	Määrärahalla rahoitettavat ratojen korvausinvestointien ja perusradanpidon parantamisinvestoinnit	Päätöksentekoprosessin pääpiirteet
Varsinainen talousarvio: Perusväylänpidon määräraha perusradanpitoon	Korvausinvestoinnit, joita ei rahoiteta erikseen nimettyinä hankkeina	Väylävirasto esittää liikenne- ja viestintäministeriölle määrärahaatarpeen, joka muodostaa asiasta esityksen hallitukselle osana talousarvioehdotusta. Eduskunta päättää määrärahasta hallituksen talousarvioesityksen pohjalta. Hankkeista ei ole kannattavuusarviointeja.
	Perusradanpidon parantamisinvestoinnit, joiden kohteista osa mainitaan talousarviossa	
Varsinainen talousarvio: Väyläverkkojen kehittämisen määrärahat nimettyihin ratahankkeisiin	Rataverkon kehittämissankkeet, joiden osana toteutetaan iso peruskorjaus	Väylävirasto esittää liikenne- ja viestintäministeriölle mahdolliset hankkeet, ja ministeriö laatii asiasta esityksen hallitukselle osana talousarvioehdotusta. Eduskunta päättää rahoitettavista hankkeista hallituksen talousarvioesityksen pohjalta. Ratalain mukaan näistä merkittävistä ratahankkeista on laadittu hankearviointi.
	Erikseen nimetyt isot korvausinvestoinnit, joihin voi sisältyä pieniä parantamistoimenpiteitä	
Erilliset rahoitusohjelmat perusväylänpitoon tai väyläverkkojen kehittämiseen	Erikseen nimetyt korvausinvestoinnit, jotka voivat olla pieniä tai suuria	Ohjelmaa valmisteltaessa liikenne- ja viestintäministeriö pyytää Väylävirastolta ehdotuksia rahoitettavista hankkeista tai valitsee kohteen jo aiemmin saaduista ehdotuksista. Ministeriö tekee ehdotuksen hallitukselle. Eduskunta päättää rahoituksesta hallituksen esityksen pohjalta. Määrärahat osoitetaan perusradanpidon tai kehittämisen momenteilta.
	Erikseen nimetyt perusradanpidon parantamishankkeet tai -investointiohjelmat	
Lisätalousarviot perusväylänpitoon tai väyläverkkojen kehittämiseen	Erikseen nimetyt korvausinvestoinnit, perusradanpidon parantamishankkeet tai -investointiohjelmat	Lisätalousarvioissa voidaan päättää sekä perusradanpidon että kehittämisen lisämäärärahoista. Päätöksenteko etenee vastaavasti kuin erillisissä rahoitusohjelmissa.
	Erikseen nimetyt perusradanpidon parantamishankkeet tai -ohjelmat	

2.4 Ratojen kunnossapito

Ratalain 110/2007 29§ mukaan rautatie on pidettävä luokitustaan vastaavassa ja verkkoselostuksen mukaisessa sekä turvallisessa kunnossa. Kunnossapidon tason määräytymisessä otetaan huomioon liikenteen määrä ja laatu, radan liikenteellinen merkitys, alueen sijainti sekä säätila ja sen ennakoitavissa olevat muutokset sekä muut olosuhteet. Rautatien kunnossapidossa on liikenteen toimivuuden sekä tie- ja rautatieliikenteen turvallisuuden lisäksi otettava huomioon ympäristönäkökohdat.

Suomen rataverkon rataosuudet jaotellaan kahdeksaan kunnossapitotasaan, joista jokaiselle on määritelty omat tekniseen kuntotason liittyvät vaatimukset. Kunnossapitotason määräytymiseen vaikuttavat radan liikenteelliset tarpeet, päällysrakenne sekä suurin sallittu nopeus. Korkein kunnossapitotaso on 1AA ja matalin 6 (taulukko 2-5).

Taulukko 2-5. Pää- ja sivuraiteiden kunnossapitotasot (RHK 2006).

Kunnossapitotaso	Suurin nopeus V_{\max} [km/h], sitä vastaava akselipaino P [kN] ¹⁾²⁾ , raiteet	Kiskopaino vähintään	Ratapölkkyt 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			

Rataverkon kunnan tarkastukset ja kunnossapito vaativat erityisosaamista, erikoiskalustoa ja erikoismateriaaleja. Kunnossapitotyötä tehdään myös kaupallisen liikenteen ehdoin tietyissä työraoissa. Suomen rataverkko on jaettu 12 kunnossapitoalueeseen. Kaikki kunnossapitoalueet kilpailutetaan viiden vuoden välein.

Taulukko 2-6. Rataverkon raidepituus kunnossapitoalueen ja kunnossapitotason mukaan.

Raidepituus kunnossapitoalueen ja kunnossapitotason mukaan, km									
	1AA	1A	1	2	3	4	5	6	YHT
1. Uusimaa	126	277	120	117					640
2. Lounais-Suomi		160	131		150		77		518
3. Riihimäki-Kokkola		586	128				18	41,8	774
4. Rauma-Pieksämäki			277		49	31		14	371
5. Haapamäen tähti				76		428		9	513
6. Savonrata		124	187	111		10	118	22	572
7. Karjalanrata		120	291		264			87	762
8. Ylä-Savo			175		334			6	515
9. Pohjanmaan rata		281			43				324
10. Keski-Suomi					155		164		319
11. Kainuu-Oulu			272	24	97		92	146	631
12. Lappi			131	107	283			7	528
Koko maa	126	1 548	1 712	435	1 375	469	469	333	6 467

Taulukko 2-7. Rataverkon raidepituus päällysrakenteen ja kunnossapitotason mukaan.

Raidepituus päällysrakenneluokan ja kunnossapitotason mukaan, km									
	1A	1AA	1	2	3	4	5	6	YHT
D	126	1 388	1 064	195	325	49			3 147
C2			458	100	772				1 330
C1		160	190	111	100	41	18	15	635
B2					170			125	295
B1				29	8	379	195	101	712
A							256	92	348
Yhteensä	126	1 548	1 712	435	1 375	469	469	333	6 467

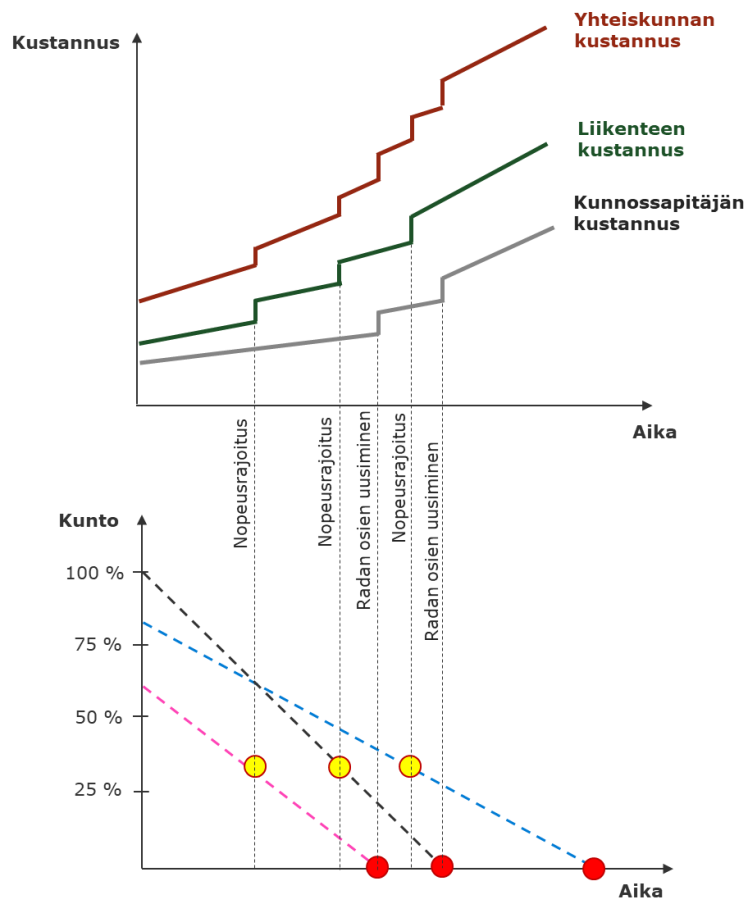
3 Vertailuasetelman määrittely

3.1 Periaatetarkastelu perusradanpidon investointien vertailuasetelmasta

Perusradanpidon investointien tarkoitukset voidaan määritellä seuraavasti:

1. Korvausinvestointi palauttaa radan rakenteiden kuntotilan uutta vastaavalle tasolle. Tällöin vältetään rakenteen huonosta kunnosta johtuvat lisäkustannukset radanpitäjälle (lisääntynyt kunnossapidon ja korjausten tarve) sekä liikenteelle (vältetyt liikenteen rajoitukset).
2. Parantamisinvestointi lisää radan palvelutasoa ja muuttaa radan kunnossapidon ja käytön kustannuksia (riippumatta kuntotilasta).

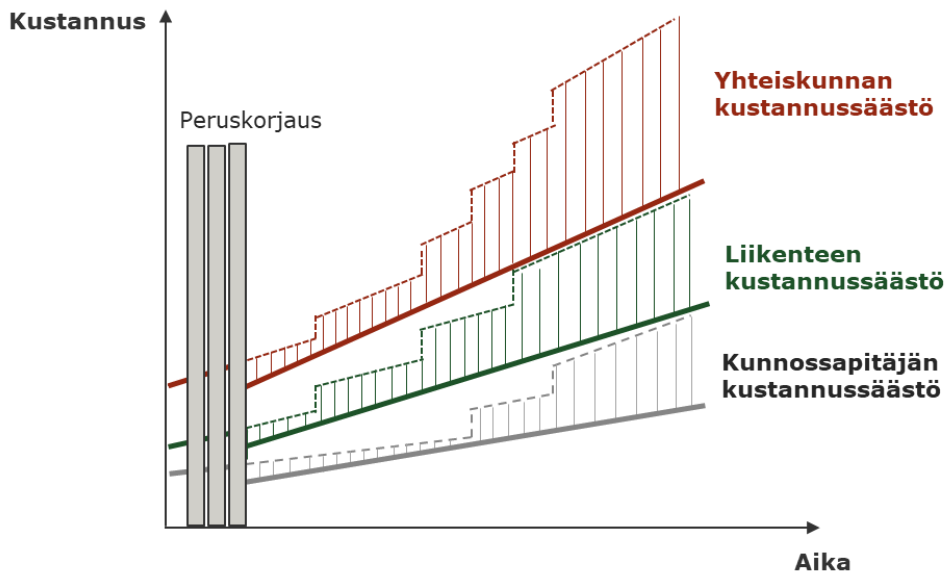
Periaate radan kuntotilan yhteydestä radanpidon ja radan käyttäjien kustannuksiin esitetään kuvassa 3-1. Radan eri rakenneosien (katso edellä taulukko 2-1) käyttöiät vaihtelevat. Kulumiseen vaikuttavat pääasiassa liikenteen kuormitus ja aika. Eri rakenneosilla tulee jossain vaiheessa eteen raja (keltainen piste), jolloin turvallinen liikennöinti edellyttää nopeus- tai painorajoituksen asettamista. Käyttöään loputtua (punainen piste) rakenneosa on uusittava.



Kuva 3-1. Periaatekuva radan kuntotilan ja yhteiskunnan kumulatiivisten kustannusten yhteydestä ajan funktiona, jos peruskorjausta ei tehdä.

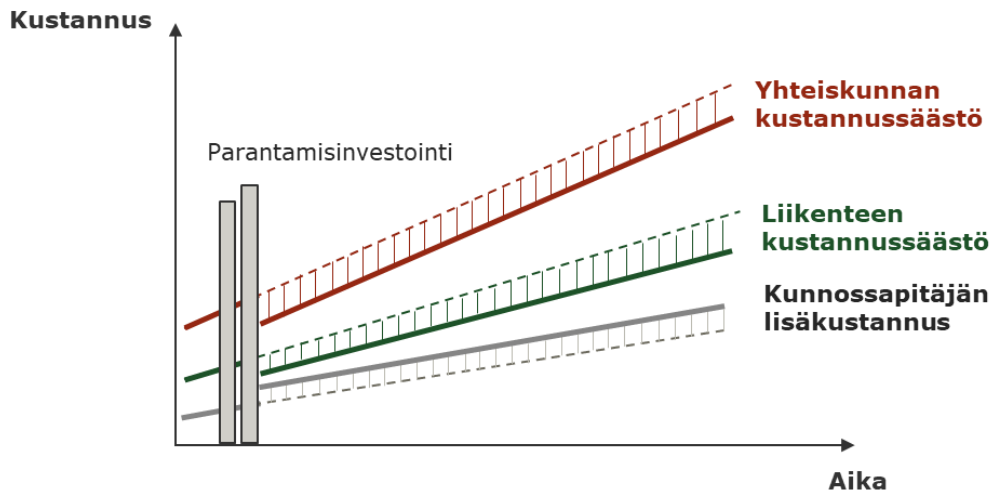
Kuvaa 3-1 voidaan ajatella rataosan peruskorjauksen eli ison korvausinvestoinnin vertailuvaihtoehtona. Jos peruskorjausta ei tehdä, lisääntyvät radan kunnossapidon kustannukset vähitellen. Eri rakenneosien heikentynyt kunto lisää korjaustarvetta. Tiettyjen rakenneosien käyttöiän loputtua on tehtävä pienempi korvausinvestointi liikennöintikelpoisuuden säilyttämiseksi. Kunnan heikkeneminen lisää vähitellen radasta johtuvia myöhästymisiä, mikä näkyy liikenteen kustannuksissa. Rajoitusrajan ylittäminen johtaa rajoitusten asettamiseen, mikä aiheuttaa liikenteen kustannuksiin tasonnoston. Yhteiskunnan kustannus rataosan peruskorjauksen tekemättä jättämisestä muodostuvat radanpitäjän ja liikenteen kustannuksista.

Peruskorjauksen vaikutus syntyy erosta vertailuvaihtoehtoon. Kun radan rakenteiden käyttöikä palautetaan kerralla 100 prosenttiin, siirtyvät rajoitus- ja uusimistarpeet eteenpäin. Kunnossapidossa tarvitaan vähemmän yksittäisiä korjaustoimia, jolloin saavutetaan kustannussäästöä. Liikenteen rajoitusten poistaminen tai niiden välttäminen puolestaan näkyy säästöinä aika- ja liikennöintikustannuksissa (kuva 3-2).



Kuva 3-2. Periaatekuva radan peruskorjauksen vaikutuksesta.

Parantamisinvestointi ei ole vaihtoehto peruskorjaukselle vaan sen lisäksi harkittava toimenpide. Parantamisinvestoinnin vaikutusta tarkastellaan kuvassa 3-3 suhteessa perusparannuksella korjattuun tilanteeseen. Parantamisinvestoinnin tarkoituksena on yleensä suurentaa sallittua nopeutta tai kantavuutta. Hyödyt tulevat liikenteen aika- ja liikennöintikustannussäästöinä. Suurimman sallitun kantavuuden ja nopeuden muutos vaikuttaa myös kunnossapitotasoon ja siten kunnossapitokustannukseen.



Kuva 3-3. Periaatekuva perusradanpidon parantamisinvestoinnin vaikutuksesta.

3.2 Hankearvioinnin ohjeet vertailuasetelmaan

Ratahankkeiden arviointiohjeen (Väylävirasto 2020b) mukaan ratahanketta suunniteltaessa muodostetaan yleensä useita vaihtoehtoja. Hankearvioinneissa hankkeen toteuttamista verrataan aina johonkin vaihtoehtoiseen ratkaisuun eli vertailuvaihtoehtoon. Ohjeen mukaan vertailuvaihtoehdon tulee olla mahdollisimman hyvä ja totuudenmukainen arvio tilanteesta, jossa hanketta ei toteuteta. Vertailuvaihtoehto on luonteeltaan "do minimum" eli siinä tehdään vain välttämätön. Vertailuvaihtoehto ei saa olla korostetun huono eikä korostetun hyvä.

Kehittämishankkeiden vertailuvaihtoehto sisältää yleensä kunnossapitoa ja usein myös korvausinvestointeja, joilla rata pidetään liikennekelpoisena. Arviointiohjeen mukaan poikkeuksen muodostavat kuitenkin korvausinvestoinnit, joissa vertailuvaihtoehtona on radan liikenteen lakkaaminen tai liikennöinnin jatkumisen mahdollistava tehostettu kunnossapito. Heikennetyn nykytilan käyttäminen vertailuvaihtoehtona edellyttää ohjeen mukaan erityiset perustelut totuudenmukaisuudestaan. Ratahankkeiden arviointiohjetta soveltaen perusradanpidon investointien vertailuvaihtoehtona on heikentynyt nykytila (0-). Hankkeen kohteena oleva rata on huonon kunnon takia suljettava kokonaan liikenteeltä tai radalle on asetettava nopeus- tai painorajoituksia. Peruskorjaus itsessään on hankearvioinnin tyypillistä vertailuvaihtoehtoa nykytila (0), jossa radan liikennöitävyys varmistetaan kunnossapidon ja korvausinvestointien avulla. Parannettu nykytila (0+) ei ole korvausinvestoinnin vaihtoehto, koska korvausinvestoinnit ovat edellytyksenä sille, että parantamistoimia voidaan tehdä.

3.3 Ratojen luokittelu vertailuasetelman kannalta

Perusradanpidon parantamisinvestoinneissa vertailuvaihtoehdoksi valitaan yleensä nykytila (0). Parantamisinvestoinnit ovat vaikutuksiltaan kehittämishankkeiden kaltaisia, joskin kustannuksiltaan ja mittakaavaltaan pienempiä.

Vähäliikenteisten ratojen korvausinvestoinneissa radan sulkeminen liikenteeltä tai merkittävästi heikennetty palvelutaso ovat yleensä totuudenmukaisia vertailuvaihtoehtoja, jos hanketta ei toteuteta. Muulla kuin vähäliikenteisellä rataverkolla korvausinvestoinnin vertailuvaihtoehtona ovat liikenteen rajoitusten lisääntyminen ja kunnossapidon lisääminen.

Korvausinvestointien vertailuvaihtoehdon periaatteiden määrittämiseksi rataverkko jaetaan kolmeen luokkaan (taulukko 3-1). Peruskorjauksen vertailuvaihtoehto (heikentynyt nykytilanne 0-) määritetään tapauskohtaisesti ottaen huomioon radan merkitys:

1. Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen maanteiden ja rautateiden pääväylistä ja niiden palvelutasosta (933/2018) määrittelemät rautateiden pääväylät. Pääväylillä peruskorjauksen vaihtoehdossa ei voi olla merkittäviä pysyviä liikenteen rajoituksia eikä liikenteeltä sulkeminen tule kysymykseen. Vertailuvaihtoehdon määrittely riippuu pääväyläasemaa enemmän liikennemäärästä. Vilkasliikenteisillä pääväylillä liikennöitävyys pyritään säilyttämään vertailuvaihtoehdossa mahdollisimman hyvänä tehostetulla kunnossapidolla ja vähäisin rajoituksin. Pääväylillä, missä on melko vähän henkilöliikennettä, voidaan vertailuvaihtoehtoon suunnitella enemmän rajoituksia ja pidentää matka-aikaa.
2. Muu rataverkko, joka ei ole vähäliikenteinen. Peruskorjauksen vaihtoehtona voidaan yleensä pitää liikenteen rajoitusten, tehostetun kunnossapidon ja peruskorjauksen vaiheittain toteuttamisen yhdistelmää. Vertailuvaihtoehdossa tehdään jonkin verran välttämättömiä korjauksia, mutta rajoituksia voi olla selvästi enemmän kuin pääväylillä.
3. Vähäliikenteinen rataverkko, jonka tavaraliikenteen määrä on alle 300 000 tonnia vuodessa (alle 820 tonnia/vrk) ja henkilöliikennettä on enintään 100 000 matkaa vuodessa (alle 270 matkaa/vrk). Vertailuvaihtoehdossa on merkittäviä liikenteen rajoituksia tai rata suljetaan liikenteeltä.

Taulukko 3-1. Tässä työssä tarkasteltu rataverkko.

Verkon osa / kunnossapitoalue	Ratapituus, km	Kaukoliikenteen matkoja/vrk vuonna 2019	Lähiliikenteen matkoja/vrk vuonna 2019	Tavaraliikenteen tonneja/vrk vuonna 2019	Radan kp, keskimäärin 2013-18 M€/v
Rautateiden pääväylät					
1. Uusimaa	276	6 080	9 570	3 820	34,1
2. Lounais-Suomi	211	2 370		1 740	25,2
3. Riihimäki-Kokkola	587	7 080		7 290	50,7
4. Rauma-Pieksämäki	319	1 560		6 690	10,0
5. Haapamäen tähti	76	1 560		50	3,8
6. Savonrata	305	2 950		10 390	10,2
7. Karjalanrata	361	2 490		14 700	11,6
8. Ylä-Savo	175	1 560		7 930	12,0
9. Pohjanmaan rata	219	3 330		13 250	4,6
10. Keski-Suomi	155	80		4 660	2,9
11. Kainuu-Oulu	369	330		9 680	31,1
12. Lappi	238	1 780		3 230	5,9
Koko pääväyläverkko	3 290	3 130	800	7 800	202,1
Muu rataverkko, ei vähäl.					
1. Uusimaa	29			2 820	4,1
2. Lounais-Suomi	220	70		2 530	6,7
3. Riihimäki-Kokkola	18			1 370	0,6
5. Haapamäen tähti	49			6 030	1,7
6. Savonrata	10			6 850	0,7
7. Karjalanrata	195	60		2 360	7,5
8. Ylä-Savo	296	90		2 240	3,4
9. Pohjanmaan rata	14			3 370	0,4
11. Kainuu-Oulu	116			1 130	1,6
12. Lappi	106	60		1 850	8,2
Koko muu rataverkko, ei-vähäl.	1 053	60		2 400	34,9
Vähäliikenteiset radat					
2. Lounais-Suomi	7				0,3
3. Riihimäki-Kokkola	42			30	0,4
4. Rauma-Pieksämäki	14				0,1
5. Haapamäen tähti	388	60		420	12,7
6. Savonrata	140			620	3,0
7. Karjalanrata	146	90		400	5,0
8. Ylä-Savo	44				0,9
10. Keski-Suomi	164			740	3,1
11. Kainuu-Oulu	146			290	2,2
12. Lappi	184	210		740	1,5
Koko vähäliikenteinen rata- verkko	1 275	60		480	29,2
Koko tarkasteltu rataverkko	5 618	1 860	470	5 130	266,1

3.4 Rakentamisen aikaiset haitat eri vaihtoehtoissa

Ratatyöt tehdään työrakojen aikana, jolloin työn alla olevalla rataosuudella tai jollakin sen raiteella ei liikennöidä. Kaksi- tai useampiraiteisella radalla voidaan vähintään yhtä raidetta käyttää ratatyön aikana. Silta-, sähkörata-, turvalaite- ja liikennepaikkatyöt sekä tasoristeysten poistotyöt kuitenkin yleensä vaativat liikenteen katkaisemisen kokonaan muutaman tunnin, yön tai viikonlopun ajaksi. Yksiraiteisella radalla joudutaan aina päättämään, tehdäänkö työ totaalikatkossa vai päivittäisessä työraossa. Ratkaisu vaikuttaa toisaalta ratatyön kustannuksiin ja kestoon ja toisaalta aiheuttaa haittaa liikenteelle. Vähäliikenteisen radan liikenne on usein järkevää katkaista koko korjaustyön ajaksi 6–8 kuukaudeksi. (Ristikartano ym. 2012.)

Työrakojen suunnittelun valintaperusteita ovat junien määrät ja mahdollisuudet turvata henkilö- tai tavarakuljetukset jollakin toisella tavalla. Yleensä työraot sovitetaan yöajalle, jolloin henkilöjunaliikenne on vähäisintä ja se voidaan korvata linja-autovuoroilla.

Tavarajunia voidaan siirtää työrakojen ulkopuolelle tai ne voidaan joissain tapauksissa reitittää toisille rataosille. Tavarajunia voidaan jättää kokonaan ajamatta, jos kapasiteetti ei riitä työrakojen ulkopuolella eikä järkeviä korvaavia reittejä ole. (Ristikartano ym. 2012.)

Rakentamisen aikaiset työmaajärjestelyt voivat aiheuttaa lisäkustannuksia henkilö- ja tavaraliikenteen tuotantoon (korvaavat kuljetukset, informaatio, jne.), matkustajille ja tavaralle (lisääntynyt matka-aika) sekä junakuljetuksia käyttävälle yritykselle (tuotanto- ja logistiikkaprosessien muutokset).

Peruskorjaushankkeiden vertailuasetelmassa tarvitaan työrakoja sekä hankevaihtoehdossa että vertailuvaihtoehdossa. Hankevaihtoehdossa työraot ja haitat tapahtuvat lyhyemmän ajan kuluessa mutta mahdollisesti suurempina kuin vertailuvaihtoehdossa. Hankkeen toteuttamatta jättäminen (ve 0) voi merkitä jatkuvia pienempiä korvausinvestointeja, joiden yksittäiset haitat ovat pienempiä kuin hankevaihtoehdossa toistuvia.

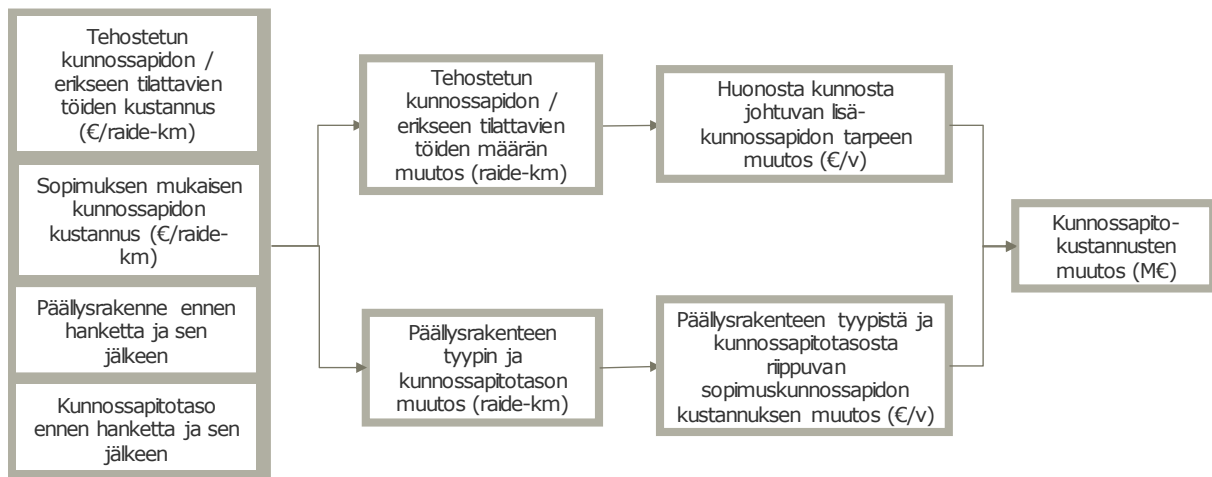
4 Ratojen korvaus- ja parantamisinvestointien vaikutusmekanismit

4.1 Radanpitoon kohdistuvat vaikutukset

Korvaus- tai parannusinvestoinnin vaikutus kunnossapidon kustannuksiin voi muodostua seuraavista osista:

- Huonon kunnan takia radalla tehdään liikennöintikelpoisuuden säilyttämiseksi kunnossapitosopimuksen lisäksi erikseen tilattavia töitä ja korvausinvestointeja, joista aiheutuu työ- ja materiaalikustannuksia.
- Jos raiteen päällysrakenteen tyyppi tai kunnossapitotaso muuttuvat, muuttuu peruskunnossapidon tarve ja kustannus.

Kun radan rakenteet ja laitteet ovat teknisesti käyttöikänsä lopussa, ne on uusittava tai korjattava, jos rata halutaan pitää liikennöitävässä kunnossa. Rakenteiden ja laitteiden käyttöikä voidaan pidentää tehostetulla kunnossapidolla eli "paikkaamalla" rataa ja sen huonokuntoisimpia, vikaantuneita ja rikkoontuneita osia. Tällöin radalla myös tarvitaan liikenteen rajoituksia (luku 3.2.1).



Kuva 4-1. Peruskorjausinvestoinnin vaikutus kunnossapitokustannuksiin.

Vaistonvarainen oletus ratojen korjaustarpeen ja kunnossapitokustannuksen yhteydestä on seuraava: Mitä huonommassa kunnossa rata on, sen enemmän radalla on tehtävä suunnitellusta poikkeavia korjaus- ja hoitotöitä, jotka aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia. Toiseksi on oletettavaa, että radan korjaaminen kerralla on kustannustehokkaampi tapa kuin paloittain korjaaminen. Lisäksi korjausten tekeminen eri vuosina johtaa siihen, että jatkossa yhteysvälillä on käyttöiltään eri vaiheissa olevia rakenteita, joiden korjaaminen tehokkaalla investoinnilla ei enää ole mahdollista (joko korjauksia jatketaan tulevaisuudessa-kin pätkittäin tai tulevaan kerralla tehtävällä peruskorjauksella uusitaan hyväkuntoisia rakenteita liian aikaisin).

Radanpidon kustannusseurannassa ei ole eroteltavissa, mitkä toimenpiteet ja kustannukset ovat huonosta kunnosta johtuvia lisäkustannuksia. Taulukossa 4-1 esitetään Väyläviraston kustannusseurannasta johdettuja kunnossapidon kustannuksia kunnossapitoluokittain (vuosien 2013–18 keskiarvoja). Taulukon luvuista kunnossapito (yhteensä 125 M€/v) kuvaa sopimusten mukaista peruskunnossapitoa. Erikseen tehtävissä töissä (noin 10 M€/v) on mukana huonon kunnan takia tehtäviä korjauksia, mutta myös muista syistä johtuvia töitä. Korvausinvestointien summassa (135 M€) ovat mukana isot useana vuotena toteutettavat korvausinvestoinnit sekä pienempiä, tehostettuun kunnossapitoon luettavat korvausinvestoinnit.

Taulukko 4-1. Arvio kunnossapidon kustannuksista (työ ja materiaalit) kunnossapitotasoinnain keskimäärin vuosina 2013–2018 (lähteenä Väyläviraston aineistot).

	Kunnossapito, €/v*	Erikseen tilattavat työt, €/v**	Korvausinvestoinnit, €/v	Yhteensä, €/v
1AA	2 098 000	190 000	403 000	2 691 000
1A	29 221 000	1 849 000	49 011 000	80 081 000
1	27 194 000	2 542 000	60 915 000	90 651 000
2	13 339 000	1 125 000	8 496 000	22 960 000
3	23 194 000	1 925 000	12 533 000	37 652 000
4	11 889 000	925 000	2 001 000	14 815 000
5	9 191 000	525 000	1 003 000	10 719 000
6	5 616 000	594 000	581 000	6 791 000
Yhteensä, €/v	121 742 000	9 675 000	134 943 000	266 360 000

* Kunnossapitoon kuuluvat tässä päällysrakenteen, vaihteiden, varusteiden ja laitteiden, siltojen, alus- ja pohjarakenteen, rautatiealueiden sekä raideliikenteen ohjaus- ja turvalaitejärjestelmien kunnossapito ja ylläpitotyöt materiaaleineen.

** Erikseen tilattaviin töihin kuuluvat töiden ja materiaalien kustannukset.

4.2 Nopeuden muutosten vaikutukset

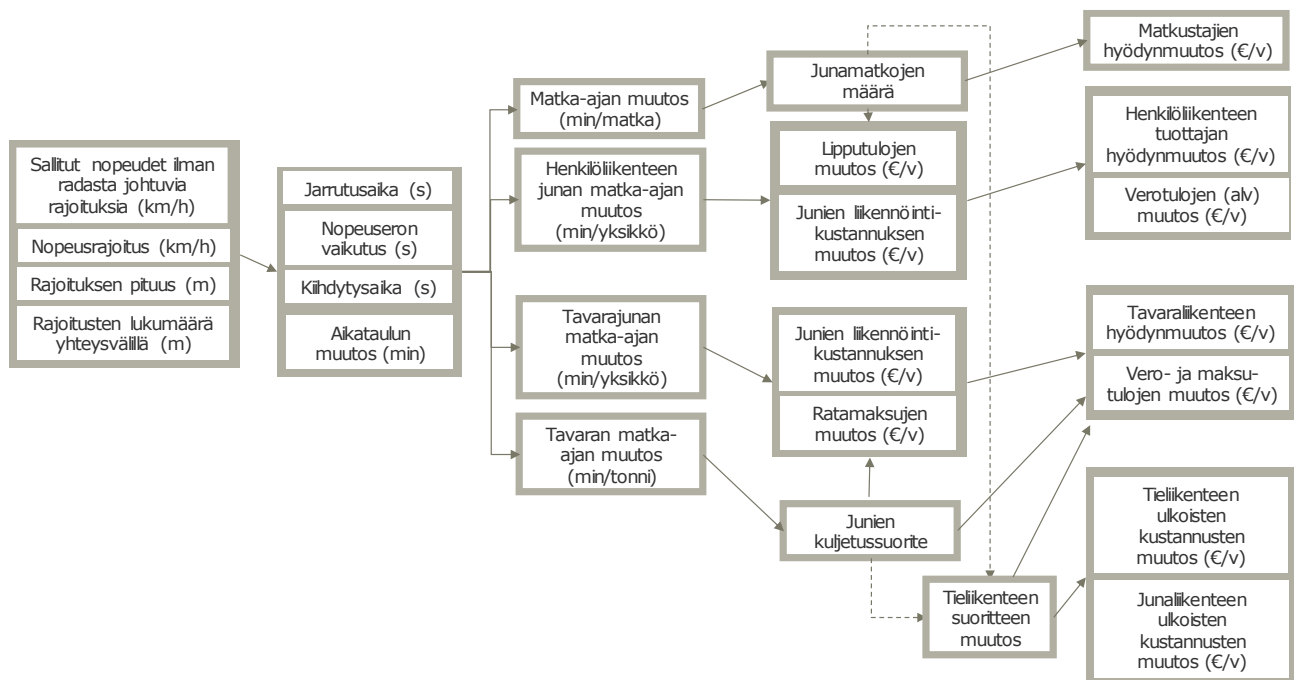
Korvausinvestoinnin vaikutus liikenteen matka-aikoihin tulee aikataulujen muutosten kautta. Aikataulut voivat muuttua ratatöistä tai kunnosta johtuvien rajoitusten takia. Perusradanpidon parantamisella puolestaan voidaan lisätä (henkilöliikenteen) junien suurinta sallittua nopeutta. Nopeusmuutosten vaikutusmekanismit ovat samankaltaiset.

Radalle huonon kunnan takia asetettu nopeusrajoitus pidentää matka-aikaa, koska rajoituksen takia junien pitää jarruttaa, ajaa hitaammin ja jälleen kiihdyttää. Jos rajoitus on pysyvä, se otetaan huomioon junien aikatauluissa. Jos aikatauluun rajoituksen takia tarvittava muutos on suuri, se voi heijastua myös muiden kuin tarkasteltavana olevan yhteysvälin liikenteen aikatauluun, jolloin vaikutukset laajenevat. Suurimman sallitun nopeuden suurentaminen vaikuttaa vastakkaiseen suuntaan. Nopeuden nosto vaikuttaa liikenteeseen silloin, kun se nopeuttaa aikatauluja. Vastaavasti nopeuttaminen voi mahdollistaa muidenkin yhteysvälien aikataulujen nopeuttamisen.

Kuva 4-2 esittää matka-ajan muutosten keskeiset vaikutusmekanismit. Henkilöliikenteessä matka-ajan muutos vaikuttaa matkustajien aikakustannuksiin ja liikennöinnin aikakustannuksiin. Matka-ajan muutos voi myös vaikuttaa matkamääriin eli muuttaa kysyntää. Junamatkojen määrän muutos puolestaan vaikuttaa lipputuloihin. Henkilöliikenteen matkustajien hyödynmuutos koostuu nykyisten ja mahdollisten uusien (matka-aika lyhenee) tai poistuvien (matka-aika lisääntyy) matkustajien aikakustannusten muutoksesta. Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän muutos muodostuu liikennöintikustannusten ja lipputulojen muutoksesta.

Tavaraliikenteessä matka-ajan muutos vaikuttaa tavaran aikakustannukseen ja liikennöinnin aikakustannukseen. Merkittävä matka-ajan muutos voi vaikuttaa kuljetusmääriin siten, että junia tulee lisää tai jää pois. Tällöin myös junasuoritteet muuttuvat, mikä vaikuttaa liikennöintikustannuksiin kokonaisuutena (aika- ja matkakustannukset) sekä ratamaksuihin. Tavaraliikenteen (kuljettaja ja kuljetuksen antaja yhteensä) ylijäämän muutos muodostuu nykyisten ja mahdollisten uusien tai poistuvien junakuljetusten liikennöintikustannusten muutoksesta.

Jos matka-aikojen muutokset muuttavat junalla tehtävien matkojen tai kuljetusten määrää, muuttuu tieliikenteen suorite. Tämä vaikuttaa tieliikenteen ulkoisten kustannusten (onnettomuudet ja päästöt) määrään sekä liikenteen vero- ja maksutulojen määrään.



Kuva 4-2. Nopeusrajoitusten ja nopeuden muutosten vaikutusmekanismit.

Taulukossa 4-2 esitetään arvio radan kunnosta johtuvien nopeusrajoitusten (Rautateiden verkkoselostus 2019) aiheuttamista aikakustannuksista vuoden 2019 liikennemäärillä. Laskelmassa tarkasteltujen rajoitusten yhteispituus on 150 kilometriä. Väyläviraston vuoden 2019 tilinpäätöksen mukaan rajoituksista toteutui 119 km. Laskelma on tehty oletuksella, että junat ajavat suurinta sallittua nopeutta ja hiljentävät rajoituksen kohdassa, jonka jälkeen kiihdyttävät jälleen suurimpaan sallittuun nopeuteen. Todellisuudessa junien nopeudet ovat

pienemmät ja rajoituksen vaikutus jää pienemmäksi. Laskelmassa ajatellaan, että rajoituksen aiheuttama hidastus otetaan huomioon aikataulussa, jolloin se ei ole myöhästymisen (myöhästymiset arvioidaan erikseen luvussa 4.4).

Taulukon 4-2 laskelman mukaan 150 kilometrin rajoituksista aiheutuu yhteensä 6,6 miljoonan euron aikakustannus vuodessa. Vaikutus kohdistuu suurimmalta osin henkilöliikenteeseen. Laskelman perusteella nopeusrajoituksen yhteiskuntataloudellinen lisäkustannus on keskimäärin 44 000 €/rajoitus-km/v. Vaikutus riippuu liikenteen määrästä ja suurin kunnossapitotason 1A radoilla, noin 0,5 M€/rajoitus-km/v. Kunnossapitotasoilla 3–6 nopeusrajoituksen vaikutus on tämä tarkastelun perusteella vastaavasti pieni.

Taulukko 4-2. Arvio radan kunnosta johtuvien nopeusrajoitusten aiheuttamista aikakustannuksista henkilö- ja tavaraliikenteessä vuonna 2019.

Kunnossapitotaso	Rajoitusten yhteispituus, km	Matkustajien aikakustannusten lisäys, M€/v	Henkilöliikenteen liikennöintikustannusten lisäys, M€/v	Tavara-liikenteen kustannusten lisäys, M€/v	Yhteensä, M€/v	Keskimäärin €/rajoitus-km
1AA	0,2	0,12	0,03	0,00	0,16	780 200
1A	5,1	1,86	0,55	0,09	2,49	493 700
1	23,6	1,13	0,65	0,70	2,47	104 700
2	0,9	0,27	0,13	0,00	0,40	448 600
3	80,4	0,18	0,29	0,48	0,95	11 800
4	5,5	0,01	0,03	0,01	0,05	9 900
5	33,1	0,00	0,00	0,01	0,01	200
6	1,0	0,00	0,00	0,01	0,01	10 200
Yhteensä, M€/v	150	3,6	1,7	1,3	6,6	44 000

4.3 Radan sulkemisen vaikutukset

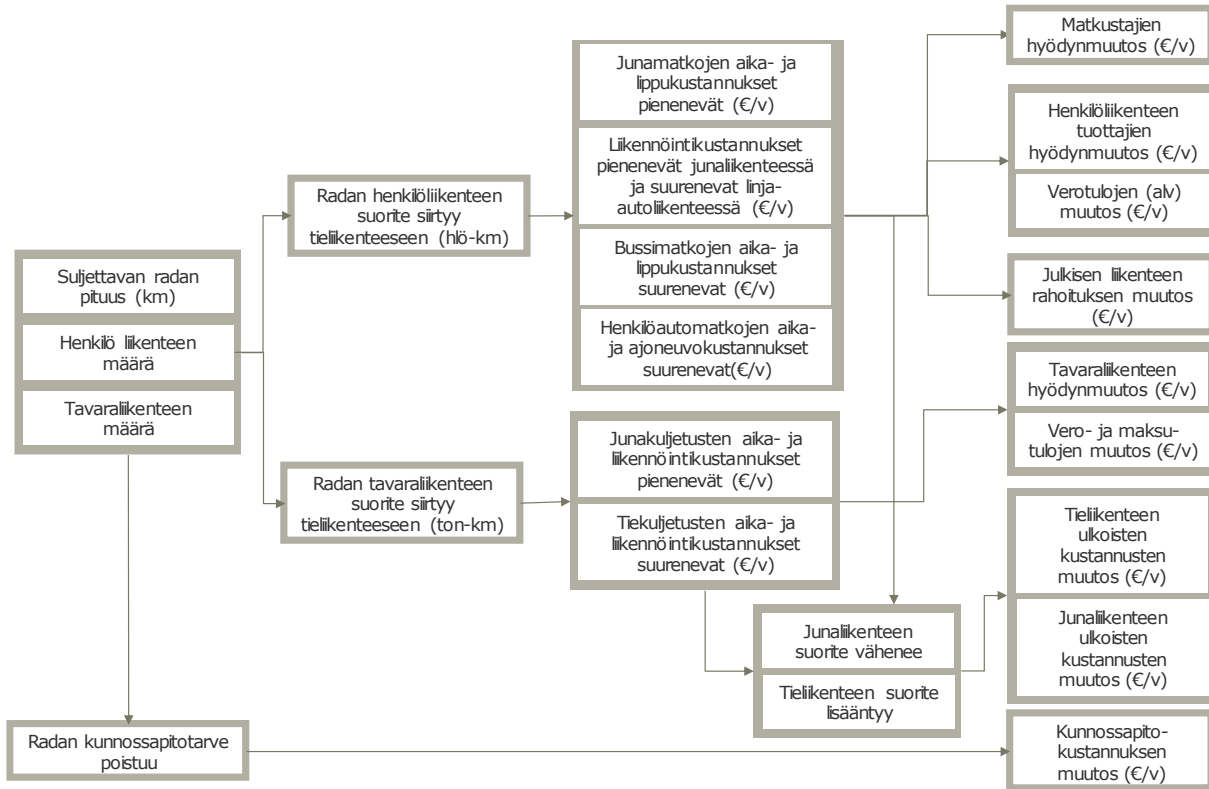
Radan sulkeminen on vertailuvaihtoehtona vähäliikenteisillä radoilla. Junaliikenteen loppuminen tarkoittaa kuljetusten ja mahdollisen henkilöliikenteen siirtymistä tieliikenteeseen. Osa kuljetuksista ja matkoista voi jäädä kokonaan toteutumatta, mutta vaikutusarvioinnin logiikassa liikenteen oletetaan siirtyvän.

Rataosan sulkemisen suurin vaikutus tulee kunnossapitotarpeen ja siten kustannuksen poistumisesta. Suljetuillakin radoilla syntyy jonkin verran kunnossapitotarvetta ja -kustannuksia niin kauan kuin raiteet ja rakenteet ovat olemassa ja valtion omaisuutena. Nämä kustannukset ovat kuitenkin tapauskohtaisia ja pieniä, ja ne voidaan ohittaa arvioinnissa.

Junaliikenteen loppuessa junien liikennöintikustannukset pienenevät. Henkilöliikenteen matkustajille siirtymä junasta tieliikenteeseen tarkoittaa sitä, että juna-matkasta aiheutuneet aika- ja lippukustannukset poistuvat, mutta tilalle tulee tieliikenteessä syntyvä aikakustannus ja lippukustannus tai ajoneuvokustannus. Tavara-liikenteessä junien liikennöintikustannuksen ja tavara aikakustannuksen sijalle tulee tiekuljetuksen ajoneuvo- ja aikakustannus. Suoritemuutokset aiheuttavat lisäksi muutoksen liikenteen päästö- ja onnettomuuskustannuksissa sekä vero- ja maksutuloissa (polttoaineverot ja ratamaksut). Junaliikenteessä

tasoristeysonnettomuudet poistuvat ja tieliikenteessä onnettomuusriski suurenee suoritteiden lisääntyessä.

Taulukossa 4-3 esitetään suuruusluokkatarkastelu kaikkien vähäliikenteisten ratojen sulkemisen yhteiskuntataloudellisista vaikutuksista. Laskelman perusteella vähäliikenteisten ratojen sulkemisen yhteiskuntataloudellinen hyöty on noin 30 M€/v.



Kuva 4-3. Liikenteeltä sulkemisen vaikutusmekanismit.

Taulukon 4-3 laskelmassa on oletettu, että ratojen kaikki tavaraliikenteen suorite hoidetaan kuorma-autoilla ja kaikki henkilöliikenteen suorite henkilöautoilla. Suurin hyöty tulee rataosien kunnossapitokustannusten säästymisestä (27 M€/v). Tasoristeysonnettomuuksien vähenemisen arvo on 7,1 M€/v ja junien liikennöintikustannusten pienenemisen arvo 4,9 M€/v. Tieliikenteen kustannukset lisääntyvät yhteensä 9,9 M€/v.

Taulukko 4-3. Vähäliikenteisten ratojen sulkemisen vaikutusten suuruusluokka-arvio vuoden 2019 tiedoin.

	Lähtöarvo	Kustannusvaikutus	Hyödyt (+) ja haitat (-), M€/v
Liikennöity vähäliikenteinen ratapi- tuus	1 193 km		
Kunnossapitokustannus	27 M€/v	Kunnossapito lopetetaan	+27
Rautateiden henkilöliikenne keski- määrin	23 000 matkaa/v	Junamatkojen lippu- ja aikakustan- nus matkustajalle poistuu	+2,6
Rautateiden henkilöliikennesuorite	27,3 milj. hlö-km	Liikennöintikustannus säästyy	+1,2
Rautateiden tavaraliikenne keski- määrin	185 000 tonnia/v		
Rautateiden tavaraliikennesuorite	114,0 milj. tonkm	Liikennöintikustannus säästyy	+2,3
Tasoristeysonnettomuudet	8,0 onn/v	Tasoristeysonnettomuudet poistu- vat	+7,1
Junaliikennettä vastaava henkilö- autosuorite	5,0 milj. autokm	Ajoneuvo- ja aikakustannukset lisääntyvät	-5,1
Junaliikennettä vastaava kuorma- autosuorite	19,0 milj. autokm	Ajoneuvo- ja aikakustannukset lisääntyvät	-3,3
Tieliikenteen ajosuoritteen muutos	24,4 milj. auto- km	Tieliikenteen ulkoiset kustannuk- set (päästöt, onnettomuudet, tien kuluminen) lisääntyvät	-1,5
Liikenteen CO ₂ -päästöjen muutos	6 400 ton/v*	Mukana ulkoisissa kustannuksissa	
Yhteensä, M€/v			+30,3

* Määrä on noin 0,06 % Suomen liikenteen CO₂-päästöistä.

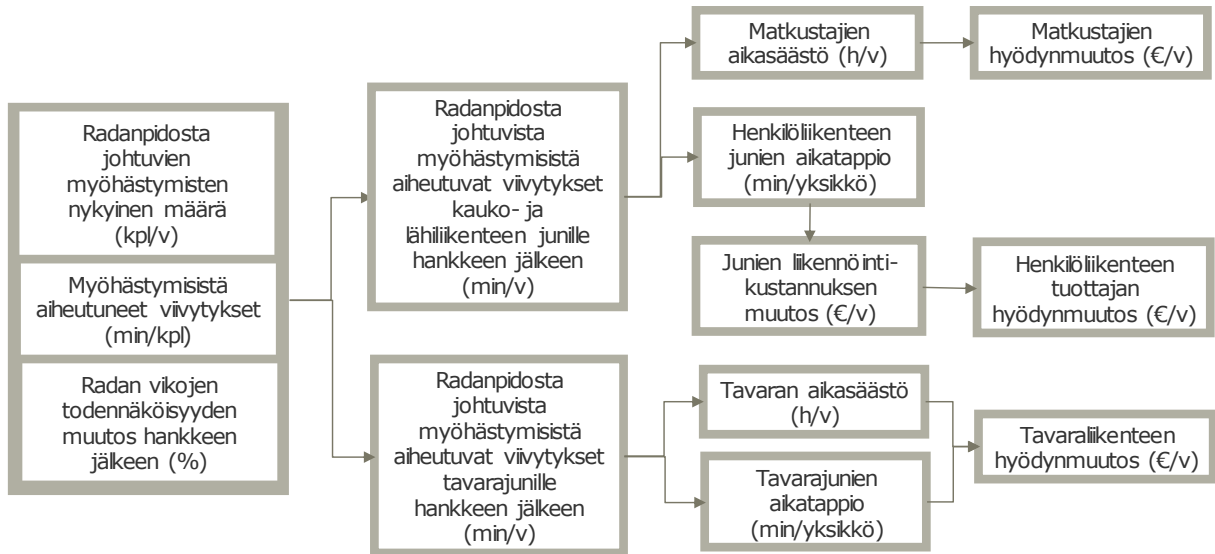
4.4 Häiriötilanteiden muutosten vaikutukset

Tässä työssä häiriötilanteilla tarkoitetaan esimerkiksi turvalaitteisiin, opastiiniin, vaihteisiin tai junakulunvalvontaan kohdistuvia vikatapauksia, joille voidaan määrittää tapahtumisfrekvenssi. Häiriötilanteita ei ole joka päivä, mutta häiriötilanteen aikana vaikutukset kohdistuvat lähtökohtaisesti jokaiseen kyseisellä alueella liikennöivään junaan. Vikatapauksesta syntyy primäärinen täsmällisyysvaikutus, jota voidaan tarkastella numeerisesti esimerkiksi yksikössä (viive-min/vika-kpl). Lisäksi myöhästyneet junat voivat edelleen viivästyttää muita junia ja aiheuttaa sekundäärisiä täsmällisyysvaikutuksia. Vian seuraukset voivat levitä rataverkolla kauas vian syntypaikasta erityisesti vilkkaasti liikennöidyillä rataosilla, joissa häiriöistä palautuminen on hidasta.

Turvalaitteisiin, sähkörataan, vaihteisiin tai raiteisiin kohdistuvilla korvaus- tai parannusinvestoinnilla voi olla häiriötilanteisiin seuraavia vaikutuksia:

1. Vikatapausten määrä vähenee
2. Vikatapausten liikenteelliset vaikutukset vähenevät, jos hankkeen myötä vi-koja on mahdollista korjata aiempaa nopeammin.

Häiriötilanteiden muutosten vaikutukset liikenteeseen tulevat myöhästymisen muutosten kautta vaikuttaen matka-aikaan ja sitä kautta matkustajien, liikennöinnin ja tavarankuljetuksen aikakustannuksiin (kuva 4-4).



Kuva 4-4. Täsmällisyysmuutosten vaikutusmekanismit.

Taulukossa 4-4 esitetään arvio turvalaitevioista, sähköratavioista ja ratarakenteen vioista johtuneiden myöhästymisten aikakustannuksista vuonna 2019. Näitä radasta johtuvia myöhästymisiä oli täsmällisyystilaston mukaan yhteensä 4 030 junatuntia. Eniten myöhästymisiä aiheuttivat turvalaiteviat. Merkittävimmät myöhästymisten aiheuttamat kustannukset kohdistuvat kaukoliikenteen matkustajille (4,25 M€) ja lähiliikenteen matkustajille (1,65 M€). Lisäksi myöhästymiset lisäävät liikennöinnin ajasta johtuvia kustannuksia. Myöhästymisten aiheuttamat kustannukset tavaraliikenteelle ovat pienet. Vuoden 2019 tarkastelun perusteella voidaan määrittää myöhästymisen aiheuttamat yhteiskuntataloudelliset kustannukset koko rataverkolla keskimäärin:

- kaukoliikenteen junan myöhästymisen 47,50 €/min
- lähiliikenteen junan myöhästymisen 44,20 €/min
- tavaraliikenteen junan myöhästymisen kustannus 7,00 €/min.

Myöhästymisen aiheuttamat kustannukset vaihtelevat huomattavasti muun muassa sen mukaan, paljonko radalla on liikennettä ja kuinka suuri on kapasiteetin käyttöaste. Taulukon 4-4 laskelmassa ei niin ikään ole otettu huomioon sekundäärisiä myöhästymisiä (täsmällisyysdatan käyttöä vaikutusarvioinnissa selvitetään lähemmin luvussa 5.3).

Taulukko 4-4. Arvio radasta johtuvien myöhästymisten aiheuttamista aikakustannuksista vuonna 2019.

	Turvalaite- viat	Sähkörata- viat	Rata- rakenne	YHTEENSÄ
Kaukoliikenne*				
Junien myöhästyminen, juna-h/v	1 020	129	672	1 821
Matkustajien myöhästyminen, h/v	76 506	9 693	50 391	136 590
Matkustajien aikakustannus, M€/v**	2,38	0,30	1,57	4,25
Liikennöinnin aikakustannus, M€/v***	0,53	0,07	0,35	0,94
Aikakustannus keskimäärin, €/juna- min				47,50
Lähiliikenne*				
Junien myöhästyminen, juna-h/v	580	71	62	713
Matkustajien myöhästyminen, h/v	57 988	7 130	6 210	71 328
Matkustajien aikakustannus, M€/v**	1,34	0,16	0,14	1,65
Liikennöinnin aikakustannus, M€/v***	0,20	0,07	0,07	0,07
Aikakustannus keskimäärin, €/juna- min				44,20
Tavaraliikenne*				
Junien myöhästyminen, juna-h/v	1093	130	273	1 496
Tavararan myöhästyminen, tonni-h/v	546 442	64 883	136 533	747 858
Tavararan aikakustannus, M€/**v	0,02	0,00	0,01	0,03
Liikennöinnin aikakustannus, M€/v***	0,44	0,05	0,11	0,60
Aikakustannus keskimäärin, €/juna- min				7,00
YHTEENSÄ				
Junien myöhästymiset, juna-h/v	2 693	330	1 007	4 030
Matkustajien myöhästyminen, h/v	134 495	16 823	56 601	207 918
Tavararan myöhästyminen, tonni-h/v	546 442	64 883	136 533	747 858
Myöhästymisen aikakustannus, M€/v	4,91	0,61	2,20	7,71

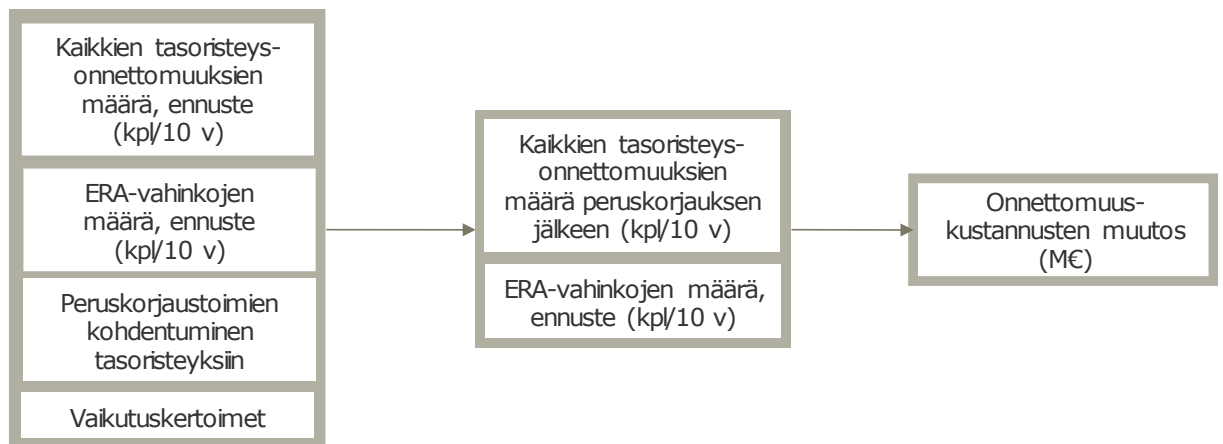
* Tilastoista johdetut lähtöarvot: Kaukoliikenteessä 75 matkustajaa/juna, lähiliikenteessä 100 matkustajaa/juna ja tavaraliikenteessä 500 tonnia/juna.

** Hankearvioinnin yksikköarvo-ohjeen mukaiset ajan arvot myöhästymiselle: Kaukoliikenteessä 31,15 €/h, lähiliikenteessä 23,10 €/h, tavaralle 0,04 €/tonni/h.

*** Hankearvioinnin yksikköarvo-ohjeen mukaiset liikennöintikustannukset: Kaukoliikenteen juna 516 €/juna-h, lähiliikenteen juna 340 €/juna-h, tavaraliikenteen juna 400 €/juna-h.

4.5 Tasoristeysturvallisuuden kohdistuvat vaikutukset

Tasoristeuksen parantaminen tai poistaminen vähentää tasoristeysonnettomuuksien määrää. Vaikutus kohdistuu tasoristeysonnettomuuksien määrään ja ERA-onnettomuuksien määrään. ERA-vahinko on Euroopan unionin rautatieviraston (*European Union Agency for Railways*) määrittelemä merkittävä onnettomuus, jossa osallisena on ollut ratakulkuneuvo ja vähintään yksi henkilö on kuollut tai loukkaantunut vakavasti tai rautatiekalustolle, radalle tai rataympäristölle on aiheutunut merkittävää vahinkoa (vähintään 150 000 €) tai rautatieliikenteelle on aiheutunut suurta häiriötä. Hankearvioinnin ohjeissa on määritetty yksikköarvot sekä kaikille tasoristeysonnettomuuksille että ERA-vahingoille. Vaikutus kustannuksiin suositellaan määritettävän kaikkien tasoristeysonnettomuuksien määrän perusteella, ellei toimenpide erityisesti vähennä juuri vakavampien onnettomuuksien (ERA) määrää.



Kuva 4-5. Tasoristeysturvallisuuden vaikutusmekanismit.

Taulukossa 4-5 esitetään arvio tasoristeysonnettomuuksien aiheuttamista yhteiskuntataloudellisista kustannuksista vuosittain. Toteutuneiden onnettomuuksien kustannukset ovat olleet keskimäärin noin 22 M€ vuodessa.

Taulukko 4-5. Tasoristeysonnettomuuksien aiheuttamat onnettomuus-kustannukset kahdella eri tavalla laskettuna vuosina 2015–2019.

	2015	2016	2017	2018	2019	Keski-määrin
Merkittävät onnettomuudet (ERA), M€/v	32,1	19,3	22,5	16,0	19,3	21,8
Kaikki tasoristeysonnettomuudet, M€/v	27,5	23,6	19,6	21,2	20,4	22,5

5 Arviointimenetelmät ja vaikutustiedon tila

5.1 Radanpitoon kohdistuvien vaikutusten arviointi

5.1.1 Tavoitetila

Radanpitoon kohdistuvien vaikutusten arviointi edellyttää tietoa siitä, kuinka peruskunnossapidon, erikseen tilattujen töiden ja korvausinvestointien määrät ja kustannukset riippuvat radan osien kuntotilasta (elinkaaren vaiheesta). Oletamus on, että huonokuntoisen radan kunnossapito maksaa enemmän kuin korjatun radan kunnossapito. Tavoitetilassa korvausinvestointien vaikutusten arviointiin on käytettävissä kunnossapitotason ja kuntotilan mukaan erotellut kunnossapitokustannuksen yksikköarvot €/raide-km.

5.1.2 Vaikutustiedon ja arviointimenetelmien nykytila

Ratojen kunnossapidon kustannuksista on koottavissa seurantatietoa Väyläviraston SAMPO-järjestelmästä rataosittain. Kustannukset vaihtelevat päällysrakenteen, kunnossapitotason, sähköistyksen ja kunnossapitoalueen mukaan. Raidekilometriä kohden määritettyjen kustannusten vaihtelu kunnossapitotason ja päällysrakenneluokan sisällä voi olla suurta. Erot voivat selittyä kuntotilalla tai muilla syillä.

Hankearvioinnin tarkoitukseen kustannusaineistosta (vuosien 2013–18 keskiarvot) on määritetty pyöristämällä yksikköarvot (taulukko 5-1). Näitä yksikköarvoja on käytetty muun muassa luvussa 6.2 referoitavissa vähäliikenteisten ratojen hankearvioinneissa. Peruskorjaushankkeiden arviointiin nämä yksikköarvot eivät anna riittävää lähtötietoa. Kustannusaineisto ei riitä sen selvittämiseen, miten kunnossapidon tarve ja kustannukset riippuvat kuntotilasta ja toteutetuista peruskorjauksista. Sen sijaan kustannusaineisto on käyttökelpoinen sen selvittämiseksi, mitkä arvioitavan kohteen kunnossapitokustannukset ovat nykytilassa ennen peruskorjaushanketta. Lähtötilassa voi olla merkittäviä eroja, kuten huomataan luvun 6.1 esimerkkilaskelmissa.

Taulukko 5-1. Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot keskimääräisille kunnossapitokustannuksille, €/raide-km (Väylävirasto 2020c).

Kunnossapitotaso	Suurin sallittu nopeus enintään, km/h	Kunnossapito (pl. sähkörata), €/raide-km		Sähköradan kunnossapito, €/sähköistetty raide-km
		Betonipölkkyt, raidesepeli	Puupölkkyt, raidesora	
Sähköistetty				
1AA	220	26 000	-	5 000
1A	160–200	22 000	-	5 000
1	140	18 000	-	5 000
2	120	18 000	-	5 000
3	110	18 000	-	5 000
Ei sähköistetty				
3	110	11 000	25 000	-
4	50–70	11 000	25 000	-
5	50–70	11 000	25 000	-
6	50	11 000	25 000	-

5.1.3 Kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet

Väylävirasto on sitoutunut kehittämään radanpidon tietojärjestelmiä ja niihin perustuvaa analytiikkaa. Näihin liittyen keskeisimpiä hankkeita ovat RAID-e ja ROMHA. Nämä ovat teknisiä tietoja sisältäviä järjestelmiä.

RAID-e hanke on pitkällä toteutuksessa ja hankkeen luomat sovellukset ovat jo tuotantokäytössä, joskin vielä kehityksen alla. Alan toimijoille näkyvimmit sovellukset ovat RATKO, RAIKU, RYHTI ja RAHTI. RATKO toimii käytännössä rataomaisuuden tietopankkina, josta voi tarkastaa eri omaisuuslajien (esim. vaihteet) perustietoja ominaisuuksista ja asennusajoista. RAIKU antaa alustan kunnossapidon töiden raportoinnille ja tehtävien hallinnalle. RYHTI taas toimii päivittäistä kunnossapitoa suurempien korjaustoimien ohjelmointityökaluna. RAHTI-sovellus on tehty Väyläviraston materiaalien (mm. kiskojen) ja näiden materiaalien kuljetusten hallintaa varten.

Järjestelmät ovat kytköksissä toisiinsa, jolloin RAIKU:sta löytyvä omaisuuslaji, kuten vaihde, löytyy muistakin sovelluksista. Esimerkiksi RAIKU-sovelluksella voitaisiin merkata tähän kyseiseen vaihteeseen kohdistuvia kunnossapitotöitä ja RYHTI-sovelluksella voidaan ohjelmoida esimerkiksi vaihteen vaihto kokonaan uuteen. Kaikki sovellukset keskustelevat keskenään, jolloin vaihteen tietoja ja siihen kohdistuvia toimenpiteitä pystytään hallitsemaan yhdestä sovelluksesta.

RAID-e hankkeen luomat sovellukset tallentavat tietoa, jota voidaan analysoida aikasarjadataana. Kun riittävästi aikaa on kulunut, voidaan datasta muodostaa trendejä kunnossapitotarpeista radan eri komponenteille. Tätä työtä varten on perustettu ROMHA-hanke (rataomaisuuden hallinta), jossa pyritään mm. löytämään soveltuvat analytiikkatyökalut tietoon perustuvalla omaisuudenhallinnalle. ROMHA-hanke on vielä käynnistymisvaiheessa, eikä hankkeen tuloksia ole vielä käytettävissä.

RAID-e ja ROMHA-hankkeiden tulokset antavat tulevaisuudessa radanpidon suunnittelun kannalta merkittävää tietoa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että radan komponenttien elinkaari (mukaan lukien kunnossapitotarpeen kasvu ikääntymisen myötä) olisi selvitettävissä näiden hankkeiden tulosten avulla. Tällä tiedolla pystyttäisiin arvioimaan radan korjaustarpeiden ajoitusta ja vaikutuksia.

Mainittujen järjestelmien ja hankkeiden lisäksi tarvitaan yhteys toimenpiteiden kustannuksiin. Kunnossapitokustannusten raportointi tulee jatkossa tarkemmaksi, kun kunnossapitajat veloitetaan uusissa sopimuksissa raportoimaan totematiedot kustannuslaji- ja rataosatasolla. Koko maan kattava kustannusraportointi olisi olemassa vuodesta 2027 lähtien, jos velvoite päätetään toteuttaa kaikilla kunnossapitoalueilla.

Nykyisellään tietoa radanpidon tarpeista, tehokkuudesta ja kustannuksista on hyvin hajanaisesti käytettävissä. Tarvitaan vähintään 5 vuotta, ennen kuin RAID-e ja ROMHA-hankkeiden tietoja on kertynyt riittävästi, jotta niitä voidaan käyttää esimerkiksi ratojen korjausten ja parannusten vaikutusten arviointiin teknisten suoritteiden tasolla. Kattavaa ja laadukasta aikasarjaa toteutuneista kunnossapidon kustannuksista on olemassa 2030-luvun alussa, jos raportointivelvoitteet

toteutetaan. Nykytiedon varassa tehdyt analyysit perustuvat yksittäisiin tapauksiin tai rataosiin, eivätkä eri tapausten tiedot ole välttämättä vertailtavissa keskenään.

5.1.4 Suositukset arviointiin

Peruskorjausten kannattavuusarvioinnissa on toistaiseksi käytettävä SAMPO-aineistosta tuotettua rataosakohtaista kustannusdataa nykytilan selvittämiseksi. Arvioitavan hankkeen vertailuasetelma on määritettävä tapauskohtaisesti tarvemuistiossa selvitetyn kuntotilan ja suunniteltujen toimenpiteiden ja niiden kustannusarvioiden perusteella. Vertailuvaihtoehdossa on tehtävä korvausinvestointeja enemmän kuin hankevaihtoehdossa, jossa ne toteutetaan kerralla. Vertailuvaihtoehdon suunnittelussa noudatetaan hankearvioinnin perussääntöä ja tehdään mahdollisimman realistinen vaihtoehto sille, että peruskorjaushanketta ei toteuteta. Radan sulkeminen on realistinen vaihtoehto vain vähäliikenteisillä radoilla. Muilla radoilla vertailuvaihtoehto koostuu korvausinvestointien tekemisestä pienemmissä osissa ja myöhemmin kuin hankevaihtoehdossa.

5.2 Nopeusrajoitusten muutosten ja niiden vaikutusten arviointi

5.2.1 Tavoitetila

Peruskorjaushankkeen arvioinnissa on määriteltävä, millaisia nopeusrajoituksia vertailuvaihtoehdossa tulee laskenta-ajanjaksona. Arvioinnin tekijän kannalta olisi tavoiteltavaa, että arvioitavasta hankkeesta olisi käytettävissä radan rakenneosien kuntoennuste ottaen huomion todennäköisesti (välttämättä) tehtävät korjaukset. Tämä rinnalla olisi radan kunnossapidon asiantuntemukseen perustuva yleisohje siitä, millaiset rajoitukset kohteeseen todennäköisesti asetettaisiin. Rajoitusten vaikutukset matka-aikoihin on laskettavissa fysiikan peruskaavoilla. Asiaa voisi myös tarkastella graafisten aikataulujen avulla tutkimalla, millaiset aikataulumuutokset kyseisellä rataosalla olisivat koko liikenne huomioon ottaen mahdollisia ja todennäköisiä, jos rajoituksia asetetaan.

5.2.2 Arviointimenetelmien nykytila

Radan kunnossapidon teknisissä ohjeissa (Ratatekniset ohjeet, RATO) on yksityiskohtaisia raja-arvoja radan eri osien sallituille vikamäärille tai poikkeavuuksille eri kunnossapitotasoilla ja nopeustasoilla. Ohjeiden tarkoitus on se, että viat korjataan noiden raja-arvojen puitteissa kunnossapitosopimuksen puitteissa, erikseen tilattavina töinä tai korvausinvestointina. Jos korjauksia ei syystä tai toisesta voida tehdä, niin kunnossapitäjän tehtävänä on esittää kohteeseen sellainen nopeus- tai painorajoitus, jolla liikennöinti vikaantuneiden kohteiden yli on turvallista.

Radan kunnan ja tarvittavien nopeusrajoitusten yhteyttä on viimeksi tarkasteltu vaikutusarviointia palvelevalla tavalla Ratahallintokeskuksen aikana (Paavilainen ym. 2009). Taulukossa 5-2 esitetään mainitusta raportista yleiset periaat-

teet nopeusrajoitukselle, joka asetettaisiin rakenteiden käyttöiän loputtua toimintakuntoiselle radalla vaurioiden riskin pienentämiseksi. Pistemäisesti tulisi lisäksi harkittavaksi henkilöliikenteelle 80 km/h ja tavaraliikenteelle 50 km/h esimerkiksi kohdissa, joissa alusrakenne on "loppu".

Taulukko 5-2. Vertailuvaihtoehtoon pidemmille jaksoille määriteltävä nopeusrajoitus km/h (soveltaen lähteestä Paavilainen ym. 2009).

KP-taso	Päälysrakenteen kunto		Alusrakenteen kunto		Teknisten järjestelmien kunto	
	HL	TL	HL	TL	HL	TL
1	100	100	80	80	80	80
2	100	100	80	80	80	80
3	80	80	60	60	80	80
4	60	50	60	50	80	60
5		30		30		50
6		30		30		30

5.2.3 Kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet

Radan nopeustasoa määrittää yleisimmin radan geometrinen kunto, jota mitataan radantarkastusvaunulla. Radantarkastustuloksia käytetään liikennöinnin turvallisuuden arviointiin (välittömät nopeusrajoitukset ja kunnossapitotoimet), ja niistä muodostetaan rataosien palvelutason aikasarjoja. Tuloksista ei kuitenkaan muodosteta ennusteita, eikä radantarkastusvaunun tuottamat salatut numeeriset dataformaattit tue tulosten jatkokäsittelyä.

Mikäli ennusteita radan geometrisen kunnan kehittymisestä olisi käytettävissä, voitaisiin tehdä arviointi rataosuuden kunnostamisesta tai nopeusrajoituksen asettamisesta ennen kuin radan kunto edellyttää nopeusrajoitusta. Rataosuuden liikenteen sujuvuus nopeusrajoituksen aikana voidaan simuloida nykyisillä käytössä olevilla työkaluilla (esim. OpenTrack) ja avoimella aikatauludatalla. Mikäli kyseisen rataosuuden liikenne ei ole sujuvaa rajoitetulla nopeudella, voitaisiin ratarakenteita kunnostamalla estää yhteysvälille asetettavat nopeusrajoitukset.

Radan geometrisen kunnan mallintamisen perusteella saataisiin arviot tulevien nopeusrajoitusalueiden sijainneista, laajuudesta ja vakavuudesta. Radan geometrisen kunnan mallintamiseen on useita esimerkkejä maailmalla ja useissa maissa mallintaminen on osa päivittäistä radanpitoa. Jotta Suomessa päästäisiin tähän samaan tilanteeseen, tarvittaisiin avointa numeerista dataa radantarkastustuloksista. Tällaista dataa tulee tuottamaan uusi vuonna 2021 tuotantokäytössä aloittava radantarkastusvaunu Meeri, mutta riittävien aikasarjojen muodostuminen vaatii vähintään viiden vuoden mittaukset, jotta malleja voidaan muodostaa.

5.2.4 Suositukset arviointiin

Peruskorjausten kannattavuusarvioinnissa on toistaiseksi käytettävä verkkoselostusten tietoja nykyistä nopeusrajoituksista sekä tarvemuistion kuvausta rataosan kunnosta ja tarvittavista toimenpiteistä. Arviointikohteen vertailuvaihtoehtoon määritetään sellaiset nopeusrajoitukset, jotka vaikuttavat järkeviltä verrattuna rataverkolla nykytilassa tai lähivuosina tuleviin rajoituksiin. Vertailuvaihtoehdon rajoitusten ja kunnossapitokustannusten pitää olla keskenään loogisia: Kunnan heikkeneminen tulee arviointiin joko liikenteen rajoituksena (kuntopuutteita ei korjata) tai kunnossapitokustannuksena (puutteita korjataan viikkojen ilmaantuessa).

Pysyvät nopeusrajoitukset otetaan huomioon aikataulussa. Vertailuvaihtoehdon rajoitusten vaikutusta voi pyöristää arvioimalla aikatauluun esimerkiksi 5, 10 tai 15 minuutin lisäyksen. Matka-ajan pysyvä muutos voi aiheuttaa tarpeen muuttaa aikatauluja tai junakuljetuksia laajemmin, jolloin vaikutuskin laajenee. Arvioinnissa tämä asia on perusteltua tarkastella siten, että arvioitavalle radalle hyväksytään vain sellaiset aikataulun pidennykset, jotka voidaan ajatella sovitettavan muiden yhteysvälien liikenteeseen.

5.3 Häiriötilanteiden määrän muutosten ja niiden vaikutusten arviointi

5.3.1 Tavoitetila

Häiriötilanteista aiheutuvat täsmällisyysvaikutukset on pystyttävä arvioimaan erikseen henkilö- ja tavarajunille, sillä niille kohdistuvat aikasäästöt ovat yksikkökustannuksiltaan erisuuruisia. Täsmällisyysvaikutukset riippuvat myös merkittävästi esimerkiksi rataosan liikennemäärästä. Työssä tarkastellaan lisäksi, onko mahdollista huomioida täsmällisyysvaikutuksen suuruuden huomioimisessa laitteiston kuntoa. Karkealla tasolla häiriöiden muutosten määrän vaikutukset voidaan arvioida kuvan 5-1 mukaisesti.

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} \text{Häiriöiden} \\ \text{määrän muutos} \end{array} & \times & \begin{array}{c} \text{Yksittäisen} \\ \text{häiriön vaikutus} \\ \text{(min)} \end{array} & = & \begin{array}{c} \text{Täsmällisyys-} \\ \text{vaikutus (min)} \end{array}
 \end{array}$$

Kuva 5-1. Häiriöiden vähenemisen vaikutuksen laskeminen.

Kun on määritelty, kuinka paljon viat vähenevät peruskorjauksen seurauksena, kuinka paljon vastaavat viat aiheuttavat keskimäärin myöhästymisiä kyseisellä rataosalla ja kuinka paljon kyseisellä rataosalla tapahtuu sekundäärisiä myöhästymisiä, niin perusparannuksen vaikutus myöhästymisiin voidaan arvioida seuraavasti:

$A \times Mv + A \times B \times Ms =$ perusparannuksen seurauksena vähenevien myöhästymisten määrä, min

- A = vikojen vähentymisen prosenttiosuus, %
- Mv = vikojen keskimäärin vuodessa aiheuttamien myöhästymisten määrä, min
- B = vikojen aiheuttamien myöhästymisten osuus primäärisistä myöhästymisistä, %
- Ms = sekundääristen myöhästymisten keskimääräinen määrä vuodessa, min.

5.3.2 Arviointimenetelmien ja vaikutustiedon nykytila

Junien myöhästymisistä on nykyisin hyvin tietoa saatavilla. Radasta johtuvat viat saavat yksilöivän koodin POHA-järjestelmässä ja kyseisen vian aiheuttamat myöhästymiset kohdennetaan tälle koodille. Näin eri vikojen aiheuttamat myöhästymiset voidaan erotella toisistaan raportoinnissa. On kuitenkin huomiotava, että jos vikaantumistapaus ei ole aiheuttanut täsmällisyyspoikkeamia, se jää analyysissä huomioimatta.

Jo toteutuneiden perusparannusten ja korvausinvestointien vaikutuksia junien myöhästymisiin on hankala arvioida, koska myöhästymisen syyn määrittelyyn käytettävä syykoodisto sekä kirjauskäytännöt vaihtuivat ja täsmentyivät vuoden 2017 alussa. Näin ollen historiadata ennen vuotta 2017 ei ole täysin vertailukelpoista nykyiseen dataan. Ennen syykoodiuudistusta täsmällisyysdataan ei ollut myöskään linkitetty POHA-koodia. Käytössä oli ainoastaan käsin syötetty kunnossapitäjän vikailmoitusnumero. Datassa on useita epäselviä käsikirjauksia ja tyhjiä rivejä, jotka vähentävät datan tarkkuustasoa. Lisäksi vuonna 2019 tehtiin pieniä muutoksia syykoodistoon, mutta niillä ei ole vaikutusta datan vertailtavuuteen.

Perusparannusten ja korvausinvestointien arvioinnin kannalta haasteena on myös se, että ratainfra vikojen sekä niiden aiheuttamien myöhästymisten määrään vaikuttavat useat eri satunnaistekijät. Näitä ovat esimerkiksi sääolosuhteet, ratatöissä tapahtuneet vahinkotapaukset ja ilkivalta. Tällä hetkellä ei ole mahdollista automaattisesti erotella laitteiden kunnosta johtuvia vikatapauksia muista tekijöistä johtuneista vioista. Ilman tällaista erottelua perusparannusten ja korvausinvestointien vaikutuksista ratainfraan laitevikojen aiheuttamiin myöhästymisiin voidaan antaa vain karkeita arvioita. Ratainfraan vikojen juurisyyn kirjaamista ja raportointia tulisi siten tulevaisuudessa kehittää.

Nopeusrajoitusten aiheuttamien myöhästymisten syykirjauksen yhteydessä kirjataan nopeusrajoituksen ennakoilmoitusnumero. Ennakoilmoitusnumeroiden kirjaamista ei kuitenkaan ole ohjeistettu, tai järjestelmätasolla ohjattu, määrättyyn formaattiin. Tämän takia ennakoilmoitusnumeroiden läpikäynti vaatii manuaalista työtä. Lisäksi ennakoilmoitunumeroiden avulla ei pyytyä automaattisesti erottelemaan esimerkiksi radan kunnosta johtuvia rajoituksia, vaan jokainen ennakoilmoitus tulisi käydä manuaalisesti läpi. Vastaava ongelma on tunnistettu muissakin yhteyksissä ja asiaa ollaan kehittämässä. Myös perusparannusten ja korvausinvestointien arvioinnin näkökulma tulisi huomioida kehitystyössä.

Varsinkin raitinfran vikojen osalta haastetta aiheuttaa myös se, että nykyinen myöhästymisten kirjaaminen ja raportointi perustuu erikseen määriteltyihin seuranta-asemiin ja niiden muodostamiin seuranta-asemaväleihin. Seuranta-asetat on määritelty erikseen kauko-, lähi- ja tavaraliikenteelle. Parannettu väli ei välttämättä suoraan vastaa seurantavälejä. Seuranta-asetasta ei myöskään ole luokittelua, jolla ne kohdennettaisiin eri rataosille. Arvioitavan hankkeen vaikutusalueen seuranta-asetat ja -välit on selvitettävä tapauskohtaisesti.

Tarkastelualueen pääteasemilla tapahtuvia myöhästymisiä ei myöskään voida suoran huomioda, koska datan perusteella ei voida automaattisesti päätellä mihin suuntaan juna on menossa. Sama koskee myös tilanteita, joissa rata haarautuu kesken tarkastelualueen. Lisäksi haasteena on, että juna voi jäädä odottamaan myös tarkasteltavan alueen ulkopuolelle esimerkiksi infravian takia. Infravikojen osalta taustajärjestelmissä on tarkempaa tietoa vian sijainnista, mutta tällä hetkellä sitä ei pystytä hyödyntämään raportoinnissa. Vastaava haaste on tunnistettu myös muiden tarkasteluiden yhteydessä ja sekä raportointia että operatiivista syykirjausten tekemistä ollaan parhaillaan kehittämässä tältä osin.

Yleisesti junien myöhästymisistä on nykyisin hyvin tietoa saatavilla ja tietojen pohjalta voidaan tehdä suhteellisen helposti ylätasoa arvioita rataverkon tilasta. Myöhästymisten syistä kirjattavat tiedot ja niiden raportointi ei kuitenkaan vielä ole riittävän tarkalla tasolla, jotta niiden perusteella voitaisiin tehdä tarkkoja tarkasteluja yksittäisten toimenpiteiden tai hankkeiden vaikutuksista. Tiedon laatuun ja raportointiin liittyen on käynnissä kehityshankkeita ja niissä tulisi huomioda myös perusparannusten ja korvausinvestointien arvioinnin tarpeet.

5.3.3 Kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet

Rataverkon vioista ja niiden aiheuttamista myöhästymisistä on saatavilla paljon tietoa. Monelta osin tiedot eivät kuitenkaan ole riittävällä tarkkuustasolla, jotta niiden perusteella voitaisiin arvioida yksittäisen toimenpiteen vaikutuksia luotettavasti. Tiedon tarkkuustaso on kehittynyt koko ajan, mutta samalla vertailukelpoisuus eri vuosien tietojen välillä on heikentynyt.

Tässä työssä tehdyt tapaustarkastelut radan kunnan ja perusparannusten vaikutuksista myöhästymisiin ja vikamääriin (luku 6.3) eivät ole riittäviä arvioinnin yksikköarvojen tuottamiseen. Karkeiden arvioidenkin tekemiseksi tarvitaan laajempi joukko toteutuneita perusparannushankkeita arvioitavaksi. Lisäksi hankkeiden valmistumisesta pitäisi olla kulunut useampi vuosi, jotta vertailudataa myöhästymisistä ja vikamääristä olisi riittävästi myös hankkeiden jälkeiseltä ajalta.

Jatkossa tiedon laatua olisi mahdollista kehittää kohtuullisilla toimenpiteillä. Tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta aiempaan dataan, joten tarkempia arvioita voidaan tehdä vasta useamman vuoden päästä, kun dataa on kertynyt useita kohteista noin 5 vuoden ajalta korvausinvestoinnin valmistumisen jälkeen. Nykyisestä datasta olisi mahdollista tehdä tarkempia analyysejä käymällä tietoja manuaalisesti läpi. Vaadittavalla työmäärällä saavutettavaa hyötyä tulee kuitenkin arvioida kriittisesti, sillä varsinkin myöhästymisistä aiheutunut laskennallinen kustannus on pieni tekijä perusparannuksen kannattavuuden kannalta. Suosi-

teltavampaa olisi pyrkiä tarkastelemaan useampia toteutuneita perusparannuksia, ja määritellä tarkastelujen pohjalta yleisellä tasolla mikä on perusparannushankkeen keskimääräinen vaikutus myöhästymisiin Suomen olosuhteissa.

Kun perusparannushankkeen keskimääräinen vaikutus myöhästymisiin on määriteltä, niin toteutuneista myöhästymisistä ja vioista on saatavilla riittävästi tieto täsmällisyysvaikutusten arviointiin tavoiteltavalla (luku 5.3.1) tavalla. Myöhästymis- ja vikamäärät vaihtelevat merkittävästi rataosittain, joten toteutuneiden myöhästymisten ja vikamäärien osalta ei voida tehdä yleistyksiä, vaan ne on tarkasteltava tapauskohtaisesti. Myös perusparannusten sisältö vaihtelee suuresti, joten vaikutukset eri syistä johtuviin myöhästymisiin on arvioitava tapauskohtaisesti.

5.3.4 Suositukset arviointiin

Peruskorjausten vaikutuksia junaliikenteen myöhästymisiin voidaan tutkia käyttämällä lähtötietona täsmällisyysdatasta kerättävää muutaman vuoden toteumatietoa henkilö- ja tavarajunien myöhästymisistä. Ruotsalaisten käyttämä perusoletus siitä, että hyväkuntoisella radalla on keskimäärin 25 % vähemmän myöhästymisiä kuin huonokuntoisella radalla, on perusteltu suuruusluokka. Lisäksi voidaan ottaa huomioon sekundääriset myöhästymisen jakamalla kaukoliikenteen myöhästymisiminuutit 0,6:lla, lähiliikenteen 0,7:lla ja tavaraliikenteen 0,8:lla (ks. luku 6.3.4).

5.4 Tasoristeysturvallisuuden kohdistuvien vaikutusten arviointi

5.4.1 Tavoitetila

Tasoristeysturvallisuuden kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi on määriteltävä korjaus- tai parantamistoimenpiteen aiheuttama muutos tasoristeysonnettomuuksien määrään. Muutoksen rahamääräinen arvo eli onnettomuuskustannuksen muutos saadaan tämän jälkeen kertomalla onnettomuusmäärän muutos yksikköarvolla (€/onnettomuus).

5.4.2 Arviointimenetelmien ja vaikutustiedon nykytila

Tasoristeysonnettomuuksien määrän kehitys ilman toimenpiteitä voidaan ennustaa VTT:n kehittämän, rautatietasoristeysten turvallisuusarviointityökalun Tarva LC:n avulla (Peltola ym. 2012). Ohjelmisto laskee jokaiselle tasoristeykselle ennusteen kaikkien tasoristeysonnettomuuksien määrästä ja ERA-vahinkojen määrästä (ks. luku 4.6). Ohjelman mallinnus ottaa huomioon tasoristeuksen onnettomuushistorian, auto- ja junaliikenteen määrän, tasoristeuksen olosuhdetekijät ja niiden väliset mahdolliset yhdysvaikutukset.

Arvioitavan suunnitelman vaikutus voidaan määrittää ohjelmistoon valmiiksi nimettyjä toimenpiteitä valitsemalla tai lisäämällä itse määritellyjä toimenpiteitä vaikutuskertoimiseen. Tarva LC sisältää valmiiksi määritettyinä seuraavat korvaus- tai parantamisinvestointien toimenpiteet vaikutuskertoimiseen (paljonko onnettomuuksia jää toimenpiteen jälkeen):

- Tasoristeyksen perusparantaminen (0,7)
- Eritasoliittymän rakentaminen (0,0)
- Tasoristeyksen sulkeminen, liikenne ali-/ylikulkuun (0,20)
- Tasoristeyksen sulkeminen, liikenne puomilliseen tasoristeykseen (0,35)
- Tasoristeyksen sulkeminen, liikenne valo- ja äänivaroitustiloihin (0,85)
- Tasoristeyksen sulkeminen, liikenne parempaan vartioimattomaan (0,95)
- Risteyskulman korjaaminen, kun se on huono (0,9)
- Puomin kiertämisen esto rakenteellisesti (0,75).

Ratahankkeiden arviointiohjeen (Väylävirasto 2020b) mukaan tasoristeysten poiston vaikutuksia tasoristeysonnettomuuksien määrään voidaan arvioida karkealla tasolla myös käyttämällä keskimääräistä tasoristeysonnettomuuksien määrää 0,01 kpl/tasoristeys/vuosi.

Tasoristeysonnettomuuksien määrän muutoksesta aiheutuvien henkilö- ja materiaalihinkojen kustannukset arvotetaan hankearvioinnin yksikköarvojen (Väylävirasto 2020c) mukaisesti. Arvotettavaksi valitaan pääsääntönä kaikki tasoristeysonnettomuudet, ellei ole erityistä perustelua sille, että arvioitava hanke vaikuttaa nimenomaan merkittävien onnettomuuksien (ERA) määrään. Hankkeissa, joissa tieliikenteen ajosuorite vähenee, arvioidaan tieliikenteen onnettomuuskustannusten muutos tiehankkeiden arviointiohjeen mukaisesti.

Rataosan numero ja nimi	Etäisyys (km)	Toimenpiteet	Muutoskertoimet	Onn.määrä,	Onnettomuuksia,	ERA-vahinkoja,	Vähennemä,	Vähennemä,
				luokka	enn. 10v	enn. 10v	onn/10v	ERA/10v
		1	0		3.02	0.95	0.907	0.2843
142, Karjaa - Hanko	166.92	401	1.0	xx	0.02	0.00	0.005	0.0004
142, Karjaa - Hanko	173.404	401	1.0	xxxxxxx	0.49	0.09	0.148	0.0279
142, Karjaa - Hanko	175.24	401	1.0	xxxxxxx	0.57	0.16	0.172	0.0489
142, Karjaa - Hanko	175.858	401	1.0	xxxx	0.10	0.04	0.029	0.0108
142, Karjaa - Hanko	176.817	401	1.0	xxxxxx	0.28	0.16	0.085	0.0489
142, Karjaa - Hanko	177.269	401	1.0	xxxxx	0.12	0.05	0.037	0.0139
142, Karjaa - Hanko	179.302	401	1.0	xxx	0.06	0.02	0.019	0.0055
142, Karjaa - Hanko	179.882	401	1.0	x	0.00	0.00	0.000	0.0000
142, Karjaa - Hanko	180.182	401	1.0	xxxxx	0.16	0.06	0.047	0.0178
142, Karjaa - Hanko	184.74	401	1.0	xxxxx	0.13	0.03	0.038	0.0080
142, Karjaa - Hanko	186.613	401	1.0	xxx	0.06	0.02	0.018	0.0054
142, Karjaa - Hanko	188.44	401	1.0	xxxxx	0.15	0.06	0.046	0.0171
142, Karjaa - Hanko	193.674	401	1.0	xxx	0.05	0.01	0.014	0.0044
142, Karjaa - Hanko	195.235	401	1.0	xxx	0.03	0.01	0.010	0.0039
142, Karjaa - Hanko	196.852	401	1.0	xxxxx	0.15	0.06	0.045	0.0173
142, Karjaa - Hanko	197.854	401	1.0	xxx	0.03	0.01	0.010	0.0039
142, Karjaa - Hanko	199.727	401	1.0	xxx	0.06	0.02	0.018	0.0054
142, Karjaa - Hanko	205.845	401	1.0	xxxxxx	0.28	0.11	0.083	0.0330
142, Karjaa - Hanko	206.946	401	1.0	xxxxxx	0.28	0.04	0.083	0.0118

Kuva 5-2. Ote Tarva LC -ohjelmiston laskennasta¹, esimerkkinä kaikkien tasoristeysten peruskorjaus Karjaa-Hanko-radalla.

5.4.3 Kehittämistarpeet ja mahdollisuudet

Tasoristeysturvallisuuden muutosten arviointiin ei tunnisteta merkittäviä kehittämistarpeita. Tarva LC-ohjelmiston käytettävyyttä on mahdollista helpottaa esimerkiksi korjattavien tasoristeysten "valitse kaikki" -mahdollisuudella. Lisäksi laskentatulokset voisivat olla suoraan Exceliin siirrettäviä. Nämä ovat kuitenkin yksityiskohtia ja peruskorjausten vaikutusarvioinnin näkökulmasta tasoristeysonnettomuuksien määrän muutoksen arviointiin on hyvä menetelmä ja ohjelmisto.

5.4.4 Suositukset arviointiin

Käytetään Tarva LC:tä tai sen sisältämiä tietoja tasoristeysten onnettomuuksista ja toimenpiteiden vaikutuksista niihin.

¹ Sarake muutoskerroin kuvaa sitä, miten laskennan kohteena olevan tasoristeysten onnettomuuskehitys poikkeaa muista vastaavista tasoristeyksistä. Kertoimen oletusarvo on 1, jolloin tarkasteltavan tasoristeysten onnettomuuskehitys ei poikkea muista vastaavista tasoristeyksistä. Tasoristeysten perusparantamisen vaikutuskerroin on 0,7 eli peruskorjauksen jälkeen onnettomuuden todennäköisyys pienenee 30 %.

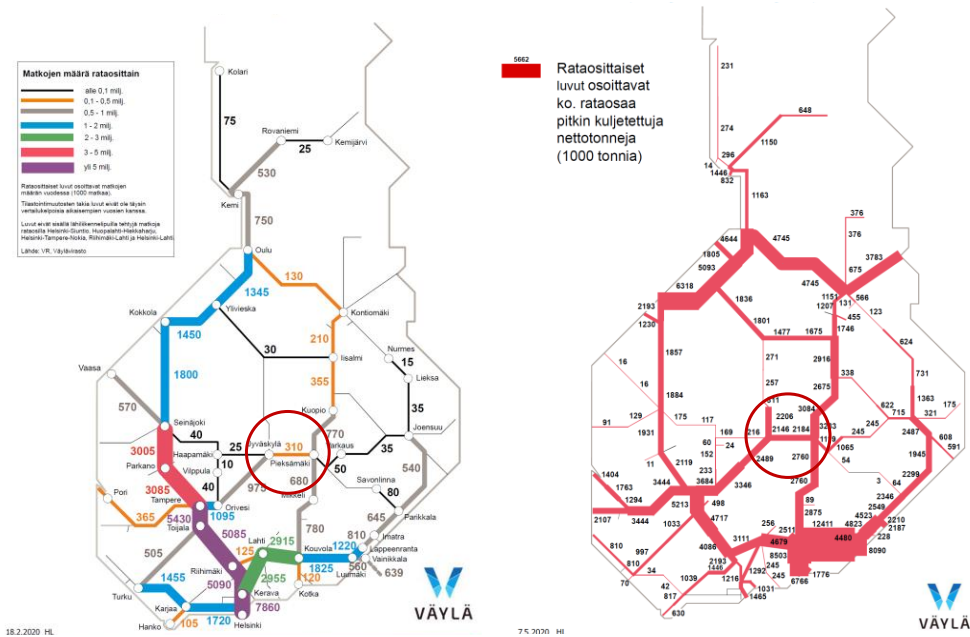
6 Tapaustarkastelut

6.1 Esimerkinomaisia laskelmia pääväylien peruskorjauksista

6.1.1 Jyväskylä–Pieksämäki

Arvioinnin lähtötiedot

Tarkasteltavan Jyväskylä–Pieksämäki-rataosan ratapituus on 81 km. Rataosuus on yksiraiteinen, sähköistetty ja kauko-ohjattu. Radalla on henkilö- ja tavaraliikennettä. Radan päällysrakenneluokka on C1, ja kunnossapitotaso on 1. Rataosa kuuluu pääväyliin tavaraliikenteen määrän takia. Kuljetusmäärien ennustetaan suurenevan. Henkilöliikennettä radalla on melko vähän eikä sen ennusteta lisääntyvän (kuva 6-1, taulukko 6-1).



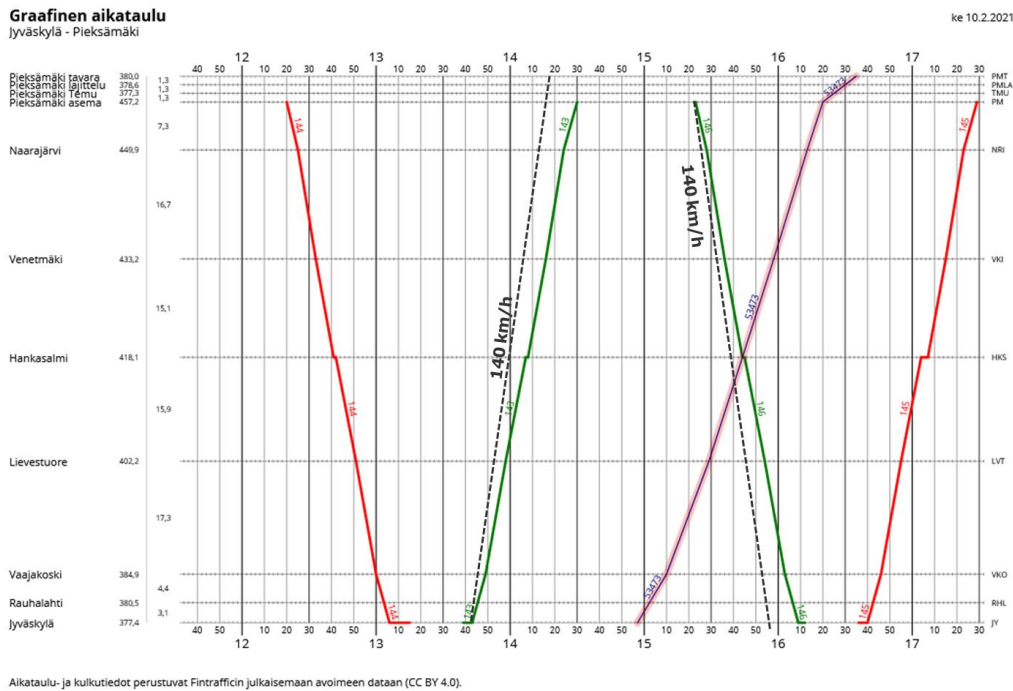
Kuva 6-1. Jyväskylä–Pieksämäki -rataosan sijainti vuoden 2019 liikennemääräkartoilla (Väylävirasto 2020d, 2020e).

Taulukko 6-1. Jyväskylä–Pieksämäki -rataosan liikenne-ennusteet (Liikennevirasto 2018a).

	Nykytila 2019	Ennuste 2030	Ennuste 2050
Henkilöliikenteen kysyntä, matkaa/v	310 000	290 000	320 000
Henkilöliikenteen tarjonta, junaa/vrk		12	12
Tavaraliikenteen kysyntä, tonnia/v	2 184 000	2 330 000	2 330 000
Tavaraliikenteen tarjonta, junaa/vrk		10	10

Rataosan kunnossapitokustannukset ovat vuosien 2013–18 toteumatietojen perusteella keskimäärin 24 900 euroa/raide-km/v. Rataosalla on tehty korvausinvestointeja keskimäärin 12 600 euroa/raide-km/v. Rataosan tarveuistion (21.12.2018) mukaan radan päällysrakenne on viimeksi uusittu vuosina 1976–89 ja olisi uusittava kokonaan lähivuosina. Päällysrakenteen uusimisen kustannus on keskimäärin 317 000 euroa/raide-km (MAKU 103,9, 2015=100). Lisäksi rataosalla on yksittäisiä korjaustarpeita alusrakenteessa, kuivatuksessa, kallioleikkauksissa, silloissa, tunneleissa, tasoristeyksissä, liikennepaikoilla ja sähköistyksessä.

Henkilöliikenteen junien suurin sallittu nopeus rataosalla on 140 km/h. Tammi-kuun 2021 aikataulujen mukaan Jyväskylän ja Pieksämäen välinen matka kestää 47–53 minuuttia, jolloin todellinen keskinopeus on 92–103 km/h. Tavarajunien suurin sallittu nopeus on 100 km/h 22,5 tonnin akselipainolla ja 120 km/h alle 20 tonnin akselipainolla (Liikennevirasto 2018b). Junaliikenteen havaintojärjestelmän mukaan tavarajunien tyypillinen kulku-aika Jyväskylän ja Pieksämäen välillä on noin 1,5 tuntia, jolloin keskinopeudeksi tulee 53 km/h.



Kuva 6-2. Ote Jyväskylä–Pieksämäki-välän graafisesta aikataulusta keski-
viikkona 10.2.2021. Aikatauluun on piirretty vertailukohdaksi 140 km/h
katkoviivat (Lähde: Julidata.fi).

Rataosalla ei ole tällä hetkellä huonosta kunnosta johtuvia nopeusrajoituksia (Liikennevirasto 2018b), mutta radalle arvioidaan pian tarvittavan yhteensä 10 km 100 km/h nopeusrajoituksia henkilöliikenteen junille ja yhteensä 3 km 80 km/h nopeusrajoituksia tavaraliikenteen junille (Väylävirasto 2020f).

Vertailuasetelma

Peruskorjaushankkeen kannattavuuden arvioimiseksi määritellään vertailuvaihtoehto seuraavin oletuksin. Radan peruskunnossapidon kustannukset pysyvät nykyisellä tasolla ja ovat muun muassa erikseen tilattavien töiden ja materiaalien takia hieman suuremmat kuin korjatulla radalla. Korvausinvestointeja tehdään nykyisen keskimääräisen tason (13 000 €/raide-km/v) mukaisesti. Lisäksi radan päällysrakenteesta uusitaan pölkkyjä, tukirakennetta ja kiskoja sitä mukaa, kun ne tulevat käyttöikänsä päähän (päällysrakenteen rahoitustarveanalyysin mukaisesti). Uusimisen kustannusarvioksi oletetaan tarvemuistion (21.12.2018) kustannusarvioita soveltaen 180 000 euroa/korjattava raide-km. Vertailuvaihtoehdossa myös korjataan sillat (kustannusarvio 4,4 M€).

Radalle oletetaan tarvittavan huonosta kunnosta johtuvia pysyviä nopeusrajoituksia. Vuosittain toistuvien korvausinvestointien ajaksi asetetaan myös nopeusrajoituksia. Vuoden 2022 verkkoselostuksen mukaiset rajoitukset (HL 100 km/h, 10 km ja TL 80 km/h, 3 km) aiheuttavat henkilöliikenteen matka-aikaan laskennallisesti noin 2 minuutin pidennyksen. Laskelmassa nopeusrajoitusten vaikutus arvioidaan olettamalla henkilöliikenteen aikatauluun 10 minuutin pidennys ja tavaraliikenteen junien kulkuun 15 minuutin pidennys. Vaikutus alkaa peruskorjaushankkeen valmistuttua vuodesta 2026. Henkilöliikenteessä matka-aika pitenee 20 %. Tämän seurauksena matkojen määrä pienenee 14 %, kun käytetään jouston arvona 0,7. Radasta johtuvien myöhästymisten arvioidaan pysyvän nykyistä vastaavalla tasolla. Tasoristeysten peruskorjauksia ei tehdä vertailuvaihtoehdossa.

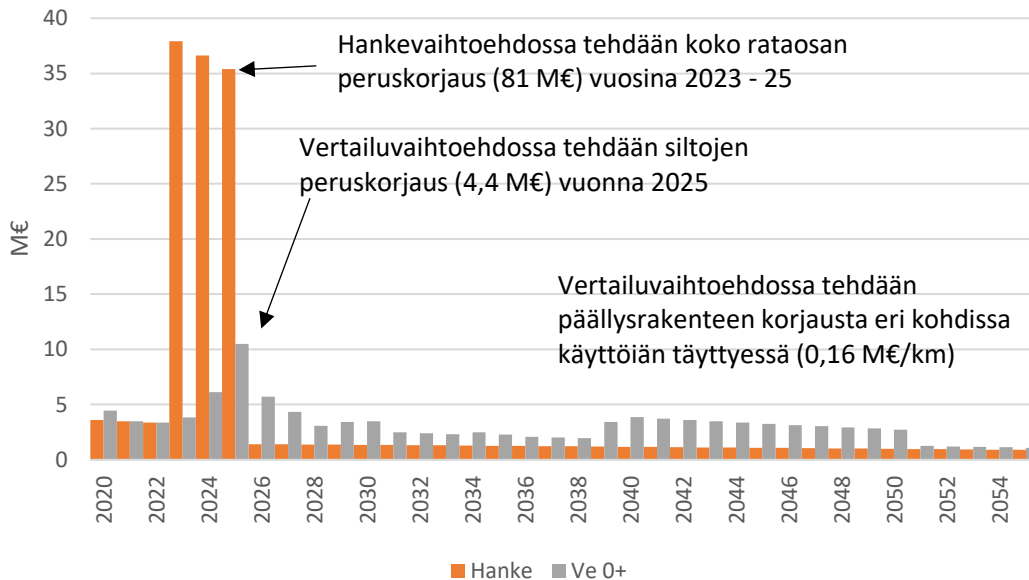
Hankevaihtoehdossa toteutetaan tarvemuistion mukainen peruskorjaushanke, jossa koko päällysrakenne uusitaan kerralla ja lisäksi tehdään muut tarvittavat korjaukset. Esimerkkilaskelmassa käytettävä peruskorjaushankkeen kustannusarvio on 81 M€ (MAKU 103,9, 2015=100). Rakennustöiden aikaiset haitat arvioidaan olettamalla henkilöliikenteen junille 10 minuutin pidennys ja tavaraliikenteen junille 15 minuutin pidennys. Hankkeen seurauksena radan kunnossapitokustannusten arvioidaan asettuvan keskimääräiselle tasolle 18 000 €/raide-km/v. Korvausinvestointien tarve poistuu hankkeen valmistuttua mutta lisääntyy vähitellen radan rakenneosien ikääntyessä. Arvioinnissa oletetaan, että korvausinvestointien tarve ja kustannus lisääntyy vähitellen nollost 30 vuodessa nykyiseen tasoon 13 000 €/raide-km. Henkilö- ja tavaraliikenteen nopeusrajoitukset poistuvat, jolloin radalla liikennöidään nykyistä vastaavien aikataulujen mukaisesti. Radasta johtuvia myöhästymisiä arvioidaan olevan 25 % vähemmän kuin nykytilassa. Tasoristeysten peruskorjauksen vaikutus tasoristeystonnettomuuksien määrään on arvioitu Tarva LC-ohjelmalla.

Tarvemuistiossa (21.12.2018) on myös arvioitu suuremman sallitun akselipainon edellyttämiä toimenpiteitä. 25 tonnin akselipaino edellyttäisi noin 13 M€ lisäinvestoinnit ja 27,5 tonnin akselipaino noin 22 M€ lisäinvestoinnit rakenteisiin. Tarvemuistion mukaan ei toistaiseksi ole tietoa siitä, kuinka hyvin suurempi akselipaino pystyttäisiin hyödyntämään kuljetuksissa ja mikä vaikutus tällä olisi. Suuremmalla akselipainolla voidaan saavuttaa säästöjä liikennöintikustannuksissa, jos tavaraliikenteen junat pystyvät hyödyntämään sitä. Toisaalta painavammat junat lisäävät radan kulutusta ja lyhentävät rakenteiden käyttöikää. (Koskela O-L. 2011.)

Ratahankkeiden arviointiohjeessa (Väylävirasto 2020b) olevan esimerkkilaskelman mukaan suuremmalla akselipainolla voidaan saavuttaa 10 % säästö liikennöintikustannuksissa. Jyväskylä–Pieksämäki-radalla tavaraliikenteen liikennöintikustannukset ovat noin 3,7 M€ vuodessa. Tästä 10 % säästö tarkoittaisi nykyarvona 7,2 M€:n säästöä. Toisin sanoen akselipainon suurentaminen heikentäisi kokonaisuuden kannattavuutta eikä parantaisi sitä.

Taulukko 6-2. Jyväskylä–Pieksämäki -rataosan peruskorjaushankkeen esimerkinomaisen laskelman lähtöarvot vuosikeskiarvoina.

	Vertailuvaihtoehto	Hankevaihtoehto
Peruskorjaushanke	-	80,90 M€
Radan hoito ja korjaukset	24 900 €/raide-km 2,02 M€/v	18 000 €/raide-km 1,46 M€/v
Korvausinvestoinnit	24 000 €/raide-km 1,78 M€/v	6 300 €/raide-km 0,50 M€/v
Keskimääräinen matka-aika	HL: 60 min TL: 115 min	HL: 50 min TL: 100 min
Radasta johtuvat myöhästymiset	HL: 710 junamin/v TL: 610 junamin/v	HL: 533 junamin/v TL: 458 junamin/v
Tasoristeysonnettomuudet	0,11 kpl/v	0,03 kpl/v



Kuva 6-3. Jyväskylä–Pieksämäki -rataosan kunnossapitokustannusten nykyarvo esimerkinomaisen laskelman hankevaihtoehdossa ja vertailuvaihtoehdossa.

Kannattavuuslaskelma

Kannattavuuslaskelma (taulukko 6-3) on tehty ratahankkeiden hankearvioinnin yleisiä ohjeita (Väylävirasto 2020b, 2020c) soveltaen². Laskelman mukaan Jyväskylä–Pieksämäki-rataosa peruskorjaushankkeen yhteiskuntataloudellinen kustannus on 100,5 M€ ja vastaava hyöty 95,6 M€. Peruskorjaushankkeen nettonykyarvo on -4,9 M€.

Taulukko 6-3. Jyväskylä–Pieksämäki peruskorjausinvestoinnin esimerkinomainen kannattavuuslaskelma.

	Hanke	Ve 0	Ero
KUSTANNUS (K)			
Investointikustannus, M€	80,9		80,9
Rakentamisen aikainen korko, M€	3,4		3,4
Julkisten varojen rajakustannus, M€	16,2		16,2
KUSTANNUS YHTEENSÄ	100,5	0,0	100,5
HYÖDYT (H)			
Väylänpitäjä			
Kunnossapitokustannukset, M€	54,7	114,9	60,2
Julkisten varojen rajakustannus, M€	10,9	23,0	12,0
Henkilöliikenne			
Matkustajien aikakustannukset, M€			8,3
Liikennöinnin aikakustannukset, M€			6,7
Siirtyvien matkustajien hyödynmenetys, M€			0,5
Tavaraliikenne			
Tavaran aikakustannukset, M€			0,4
Liikennöinnin aikakustannukset, M€			6,7
Tasoristeysturvallisuus			
Tasoristeysonnettomuuksien kustannukset, M€			0,7
Jäännösarvo			
Jäännösarvo	0,0	0,0	0,0
HYÖDYT YHTEENSÄ, M€			95,6
H/K			0,95
NETTONYKYARVO NPV, M€			-4,9

Herkkyystarkastelu

Esimerkkilaskelmassa on tietopuutteiden takia tehty useita oletuksia, joiden vaikutusta lopputulokseen on arvioitu herkkyytarkasteluna taulukossa 6-4. Sen perusteella voidaan todeta, että peruskorjaushankkeen kannattavuus on herkkä vertailuvaihtoehdon korjauskustannusten arviolle sekä arviolle tarvittavasta aikataulun pidennyksestä.

² Laskenta-aika on 30 vuotta, laskentakorko 3,5 %, investointikustannus maanrakennuskustannusindeksin tasolla 103,9 (2015=100) ja yksikköarvojen korotus 1,5 % vuodessa lähtien vuodesta 2018.

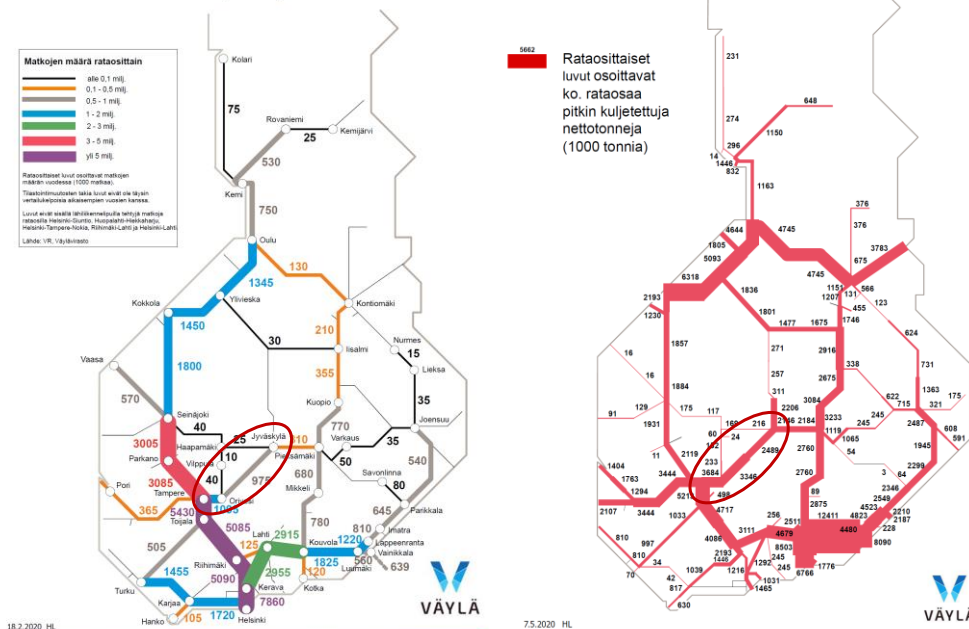
Taulukko 6-4. Jyväskylä–Pieksämäki peruskorjausinvestoinnin kannattavuuden herkkyyseräille muutoksille.

	H/K	NPV
Peruslaskelma	0,95	-4,9 M€
Vertailuvaihtoehdon kunnossapitokustannus -10 %	0,81	-18,6 M€
Vertailuvaihtoehdon kunnossapitokustannus +10 %	1,09	+8,9 M€
Aikataulumuutosta ei tarvita vertailuvaihtoehdossakaan	0,73	-26,9 M€
Aikataulun mukainen matka-ajan lisäys on HL 15 min ja TL 30 min	1,10	+10,3 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset eivät muutu	0,95	-5,1 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset 2-kertaistuvat	0,96	-4,2 M€

6.1.2 Tampere–Jyväskylä

Arvioinnin lähtötiedot

Tarkasteltavan Tampere–Jyväskylä-rataosan ratapituus on 154 km ja raidepituus 194 km. Rataosa on yksiraiteinen välillä Tampere asema–Tampere Järvensivu, kaksiraiteinen välillä Järvensivu–Orivesi ja Orivedeltä eteenpäin yksiraiteinen. Rataosuus on sähköistetty ja kauko-ohjattu. Radalla on henkilö- ja tavaraliikennettä. Radan päällysrakenneluokka on C2, ja kunnossapitotaso on 1. Rataosa kuuluu pääväyliin sekä henkilöliikenteen että tavaraliikenteen määrän takia. Liikennemäärien ennustetaan suurenevan (kuva 6-4, taulukko 6-5).



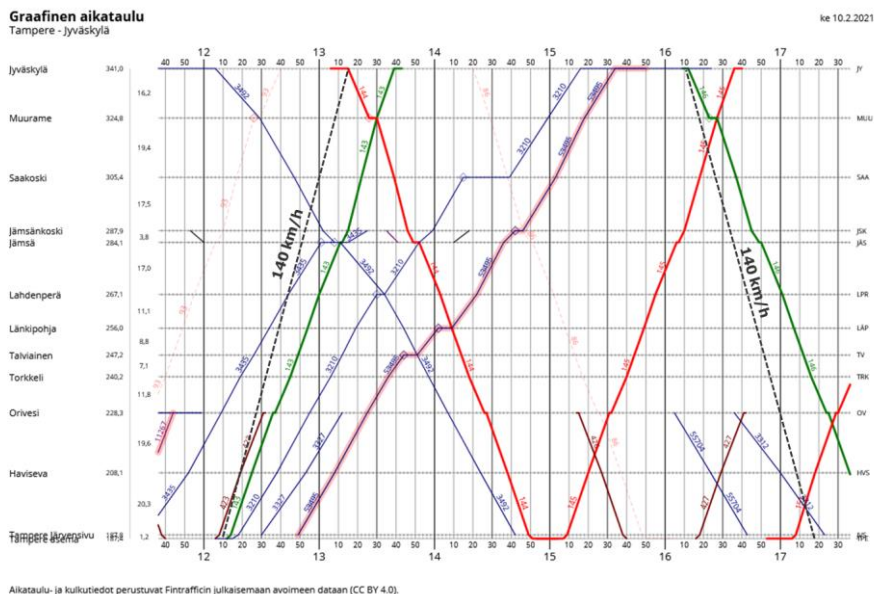
Kuva 6-4. Tampere–Jyväskylä -rataosan sijainti vuoden 2019 liikennemääräkartoilla (Väylävirasto 2020d, 2020e).

Taulukko 6-5. Tampere–Jyväskylä -rataosan liikenne-ennusteet (Liikennevirasto 2018a).

	Nykytila 2019	Ennuste 2030	Ennuste 2050
Henkilöliikenteen kysyntä, matkaa/v	1 000 000	1 120 000	1 220 000
Henkilöliikenteen tarjonta, junaa/vrk		18	18
Tavaraliikenteen kysyntä, tonnia/v	3 450 000	4 060 000	3 940 000
Tavaraliikenteen tarjonta, junaa/vrk		16	16

Rataosan kunnossapitokustannukset ovat vuosien 2013–18 toteumatietojen perusteella keskimäärin 16 600 euroa/raide-km/v. Rataosalla on tehty korvausinvestointeja keskimäärin 17 800 euroa/raide-km/v. Rataosan tarveuistion (27.5.2019) mukaan radan kunto ei edellytä perusteellista peruskorjausta. Rataosalla on yksittäisiä korjauskohteita, sekä osuuksia tai erilaisia kokonaisuuksia, jotka edellyttävät korjaustoimenpiteitä. Korjaustoimenpiteet kohdistuvat mm. turvalaitteisiin, tiettyjen rataosuuksien päällysrakenteisiin, tunneleihin ja kallioleikkauksiin. Rataosalla on erilliskohteina korjattavia pehmeikkökohteita, alusrakenneongelmia, kuivatusongelmia, siltoja, rumpuja, routaongelmia, jotka edellyttävät korjauksia. Esimerkkilaskelmassa käytettävä peruskorjaushankkeen kustannusarvio on yhteensä 117 M€, josta turvalaiteinvestoinnin osuus on 51 M€ (MAKU 103,9, 2015=100).

Henkilöliikenteen junien suurin sallittu nopeus rataosalla on 140 km/h. Tammi-kuun 2021 aikataulujen mukaan Tampereen ja Jyväskylän välinen matka kestää 87–92 minuuttia, jolloin todellinen keskinopeus on 100–106 km/h. Tavarajunien suurin sallittu nopeus on 80 km/h 25 tonnin akselipainolla, 100 km/h 22,5 tonnin akselipainolla ja 120 km/h alle 20 tonnin akselipainolla (Liikennevirasto 2018b). Junaliikenteen havaintojärjestelmän mukaan tavarajunien tyypillinen kuluaika Tampereen ja Jyväskylän välillä on yli 2 tuntia, jolloin keskinopeudeksi tulee alle 73 km/h. Rataosalla ei ole tällä hetkellä eikä ole tulossa huonosta kunnosta johtuvia nopeusrajoituksia (Liikennevirasto 2018b, Väylävirasto 2020f).



Kuva 6-5. Ote Tampere–Jyväskylä-välin graafisesta aikataulusta keskiviikkona 10.2.2021. Aikatauluun on piirretty vertailukohdaksi 140 km/h katkoviivat (Lähde: Julidata.fi).

Vertailuasetelma

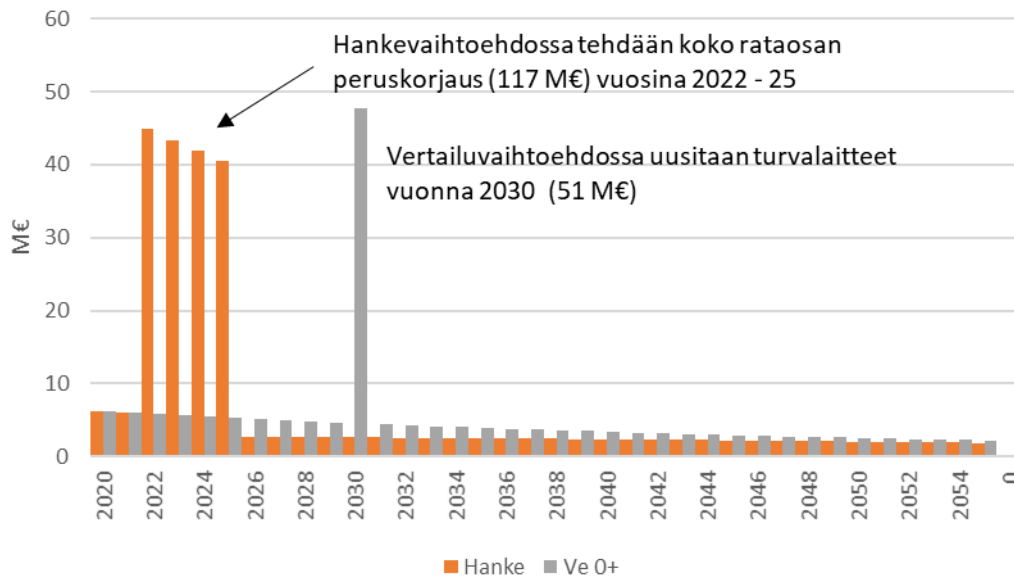
Peruskorjaushankkeen vertailuvaihtoehto määritellään seuraavasti. Radan peruskunnossapidon kustannukset pysyvät nykyisellä tasolla ja ovat muun muassa erikseen tilattavien töiden ja materiaalien takia hieman suuremmat kuin korjatulla radalla. Korvausinvestointeja tehdään nykyisen keskimääräisen tason (17 800 €/raide-km/v) mukaisesti. Korvausinvestointien tarpeen arvioidaan lisääntyvän siten, että kunnossapitokustannukset ovat joka vuosi 0,5 % edellisvuotta suuremmat. Vertailuvaihtoehdossa turvalaiteinvestointi (51 M€) tehdään vuonna 2030.

Vanhan turvalaitteen takia ja jatkuvasti toteutettavien korjaustöiden takia radalle asetetaan vertailuvaihtoehdossa nopeusrajoituksia siten, että henkilöliikenteen aikatauluun tulee 10 minuutin pidennys ja tavaraliikenteen junien kulkuun 15 minuutin pidennys. Henkilöliikenteessä matka-aika pitenee 11 %. Tämän seurauksena matkojen määrä pienenee 8 %, kun käytetään jouston arvona 0,7. Radasta johtuvien myöhästymisten arvioidaan pysyvän nykyistä vastaavalla tasolla. Rajoitukset päättyvät turvalaiteinvestoinnin valmistuttua vuonna 2031, jonka jälkeen myös radasta johtuvat myöhästymiset pienenevät 25 %.

Hankevaihtoehdossa toteutetaan tarveuistion mukainen peruskorjaushanke, jossa turvalaite uusitaan tarvittavilta osin ja lisäksi tehdään yksittäisiä korjauksia päällysrakenteeseen ja muihin radan osiin. Hankkeeseen sisältyy neljän tasoristeyksen poistaminen. Arvioinnissa oletetaan, että korvausinvestointien tarve ja kustannus lisääntyy vähitellen nollassa 30 vuodessa nykyiseen tasoon 17 800 €/raide-km. Peruskorjaushankevaihtoehdossa radalla ei ole nopeusrajoituksia ja radasta johtuvia myöhästymisiä arvioidaan olevan 25 % vähemmän kuin nykytilassa. Tasoristeystoimenpiteiden vaikutukset on arvioitu Tarva LC-ohjelmalla.

Taulukko 6-6. Tampere–Jyväskylä -peruskorjaushankkeen esimerkinomaisen laskelman lähtöarvot vuosikeskiarvoina vuoteen 2031 asti.

	Vertailuvaihtoehto	Hankevaihtoehto
Peruskorjaushanke		117,10 M€
Radan hoito ja korjaukset	16 500 €/raide-km 3,20 M€/v	16 500 €/raide-km 3,20 M€/v
Korvausinvestoinnit	20 450 €/raide-km 3,97 M€/v Turvalaitteet 51 M€	8 900 €/raide-km 1,73 M€/v
Keskimääräinen matka-aika	HL: 100 min TL: 135 min	HL: 90 min TL 120 min
Radasta johtuvat myöhästymiset	HL: 3 530 junamin/v TL: 2 550 junamin/v	HL: 2 648 junamin/v TL 1 923 junamin/v
Tasoristeysonnettomuudet	0,030 kpl/v	0,027 kpl/v



Kuva 6-6. Tampere–Jyväskylä -rataosan kunnossapitokustannusten nykyarvo esimerkinomaisen laskelman hankevaihtoehdossa ja vertailuvaihtoehdossa.

Kannattavuuslaskelma

Esimerkkikohteen kannattavuuslaskelman (taulukko 6-7) mukaan Tampere–Jyväskylä peruskorjaushankkeen yhteiskuntataloudellinen kustannus on 148,2 M€ ja vastaava hyöty 143,1 M€. Peruskorjaushankkeen nettonykyarvo on -5,1 M€. Peruslaskelman johtopäätös on, että tätä rataosan peruskorjausta olisi yhteiskuntataloudellisesti kannattavampaa tehdä vaiheittain ja siirtää turvalaitteen uusimista eteenpäin.

Taulukko 6-7. Tampere–Jyväskylä -peruskorjaushankkeen esimerkinomainen kannattavuuslaskelma.

	Hanke	Ve 0	Ero
KUSTANNUS (K)			
Investointikustannus, M€	117,2		117,2
Rakentamisen aikainen korko, M€	7,6		7,6
Julkisten varojen rajakustannus, M€	23,4		23,4
KUSTANNUS YHTEENSÄ	148,2	0,0	148,2
HYÖDYT (H)			
Väylänpitäjä			
Kunnossapitokustannukset, M€	104,2	181,1	76,9
Julkisten varojen rajakustannus, M€	20,8	36,2	15,4
Henkilöliikenne			
Matkustajien aikakustannukset, M€			31,8
Liikennöinnin aikakustannukset, M€			10,1
Siirtyvien matkustajien hyödynmenetykset, M€			1,1
Tavaraliikenne			
Tavaran aikakustannukset, M€			0,7
Liikennöinnin aikakustannukset, M€			9,4
Tasoristeysturvallisuus			
Tasoristeystonnettomuuksien kustannukset, M€			0,7

	Hanke	Ve 0	Ero
Jäännösarvo			
Jäännösarvo	0,0	3,0	-3,0
HYÖDYT YHTEENSÄ, M€			143,1
H/K			0,97
NETTONYKYARVO NPV, M€			-4,7

Herkkyystarkastelu

Herkkyystarkastelun (taulukko 6-8) perusteella voidaan todeta, että peruskorjaushankkeen kannattavuus on herkkä vertailuvaihtoehdossa tehtävän turvalaitteen investoinnin ajoitukselle ja toisaalta henkilöliikenteen aikatauluun tarvittavalle pidennykselle. Myöhästymisen arvioinnilla ei ole suurta merkitystä.

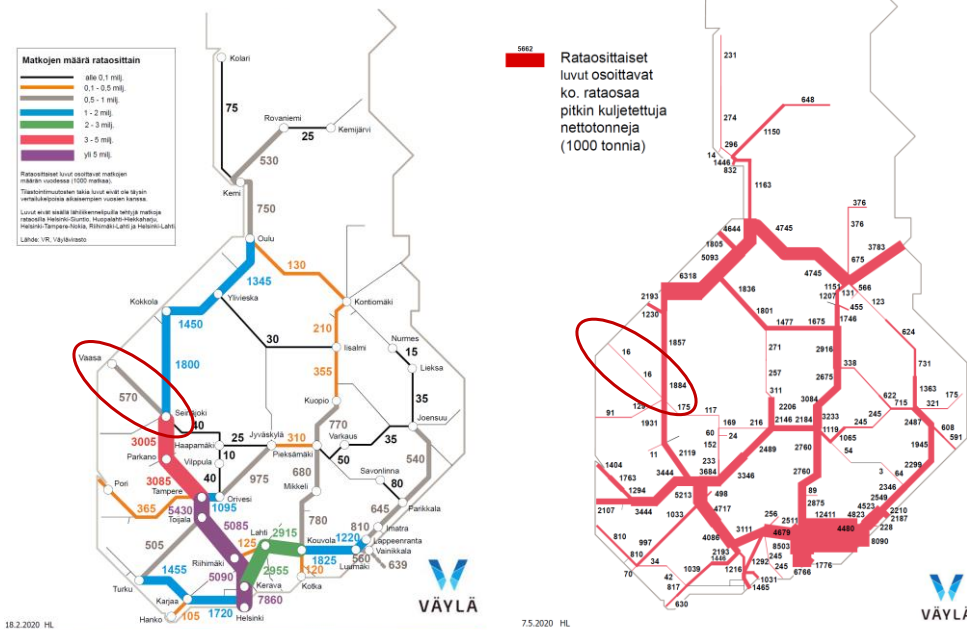
Taulukko 6-8. Tampere–Jyväskylä -peruskorjaushankkeen kannattavuuden herkkyyseräille muutoksille.

	H/K	NPV
Perustaselma	0,97	-4,7 M€
Turvalaite uusitaan vertailuvaihtoehdossa 2026	1,05	7,3 M€
Turvalaite uusitaan vertailuvaihtoehdossa 2036	0,89	-15,9 M€
Aikataulun mukainen matka-ajan lisäys on HL 5 min ja TL 10 min	0,80	-29,7 M€
Turvalaiteinvestointia ei tehdä, ja matka-ajan lisäys on HL 20 min ja TL 30 min	1,32	47,7 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset eivät muutu	0,97	-5,1 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset 2-kertaistuvat	0,98	-3,5 M€

6.1.3 Seinäjoki–Vaasa

Arvioinnin lähtötiedot

Tarkasteltavan Seinäjoki–Vaasa-rataosan ratapituus on 76 km. Rataosuus on yksiraiteinen, sähköistetty ja kauko-ohjattu. Radalla on henkilöliikennettä ja vähän tavaraliikennettä. Radan päällysrakenneluokka on C2, ja kunnossapitotaso on 2. Rataosa kuuluu pääväyliin verkollisen asemansa takia, koska liikennemääräkriteerit eivät täyty. Matkustajamäärien ennustetaan suurenevan (kuva 6-7, taulukko 6-9).



Kuva 6-7. Seinäjoki–Vaasa -rataosan sijainti vuoden 2019 liikennemäärä-kartoilla (Väylävirasto 2020d, 2020e).

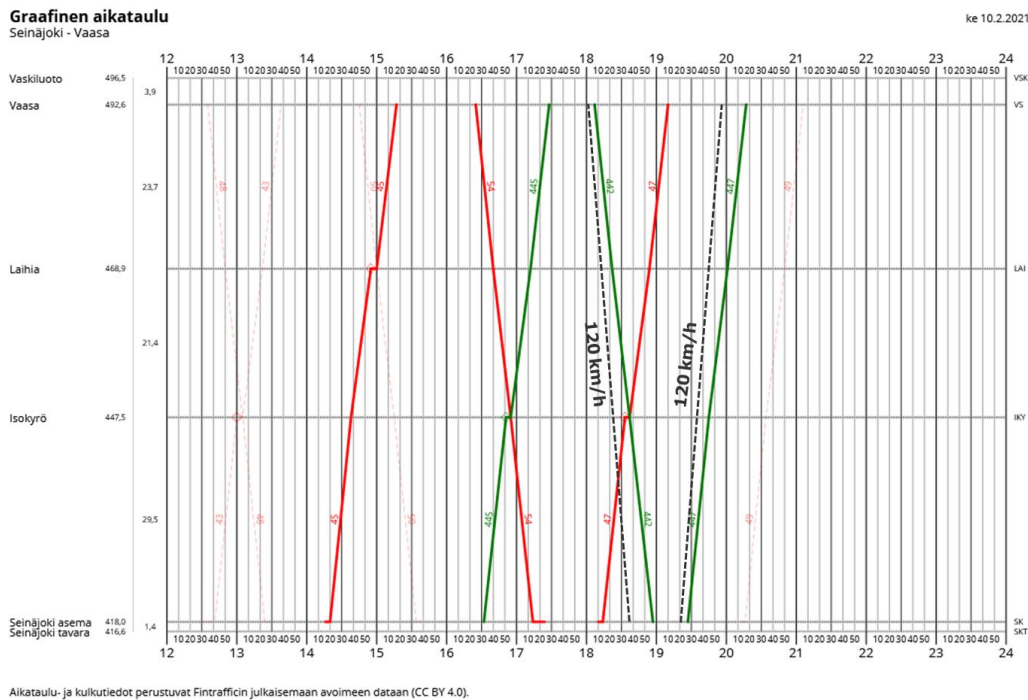
Taulukko 6-9. Seinäjoki–Vaasa -rataosan liikenne-ennusteet (Liikennevirasto 2018a).

	Nykytila 2019	Ennuste 2030	Ennuste 2050
Henkilöliikenteen kysyntä, matkaa/v	570 000	630 000	695 000
Henkilöliikenteen tarjonta, junaa/vrk		18	18
Tavaraliikenteen kysyntä, tonnia/v	16 000	16 000	20 000
Tavaraliikenteen tarjonta, junaa/vrk		1	1

Rataosan kunnossapitokustannukset ovat vuosien 2013–18 toteumatietojen perusteella keskimäärin 35 400 euroa/raide-km/v. Rataosalla on tehty korvausinvestointeja keskimäärin 17 400 euroa/raide-km/v. Rataosan tarveuistion (24.5.2019) mukaan rataosan suurimmat ongelmat ovat tukikerroksen jauhaantumisen, alus- ja pohjarakenteiden monet eri ongelmat, kuivatuksen toimimattomuus, monien rumpujen ja siltojen huono rakenteellinen kunto. Rataosa on kokonaisuudessaan elinkaarensa päässä kiskoja, pölkytystä, sähköistystä ja turvalaitteita lukuun ottamatta. Esimerkkilaskelmassa käytettävä peruskorjaushankkeen kustannusarvio on 62 M€ (MAKU 103,9, 2015=100).

Henkilöliikenteen junien suurin sallittu nopeus rataosalla on 120 km/h. Tammi-kuun 2021 aikataulujen mukaan Seinäjoen ja Vaasan välinen matka kestää 50–57 minuuttia, jolloin todellinen keskinopeus on 80–92 km/h. Tavarajunien suurin sallittu nopeus on 120 km/h alle 22,5 tonnin akselipainolla (Liikennevirasto 2018b). Junaliikenteen havaintojärjestelmän mukaan harvojen tavarajunien tyyppillinen kuluaika Seinäjoen ja Vaasan välillä on 50 minuuttia, jolloin keskinopeudeksi tulee 80 km/h. Rataosalla on tällä hetkellä kolme 200 metrin rajoitusta 80 km/h geometriavirheiden takia ja yksi 300 metrin rajoitus 50 km/h huonojen tasoristeysnäkemien takia (Liikennevirasto 2018b). Geometriavirheiden takia asetetut rajoitukset ovat mukana vuoden 2022 verkkoselostuksessa, mutta

tasoristeyksen rajoitus on poistettu eikä ole tulossa huonosta kunnosta johtuvia nopeusrajoituksia (Väylävirasto 2020f).



Kuva 6-8. Ote Seinäjoki–Vaasa-välin graafisesta aikataulusta keskiviikkona 10.2.2021. Aikatauluun on piirretty vertailukohdaksi 120 km/h katkoviivat (Lähde: Julidata.fi).

Vertailuasetelma

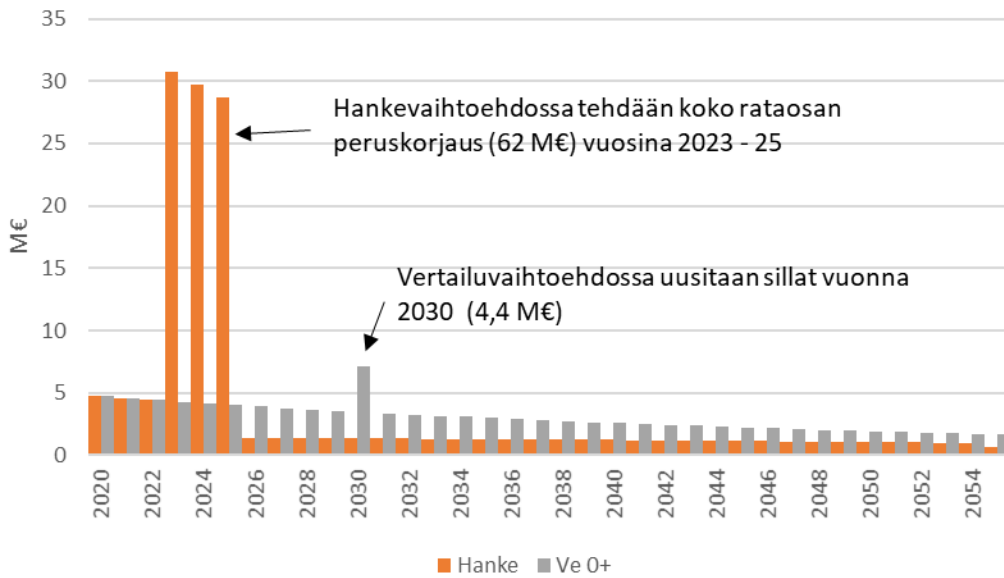
Peruskorjaushankkeen vertailuvaihtoehto määritellään seuraavasti. Radan peruskunnossapidon kustannukset pysyvät nykyisellä tasolla (35 400 €/raide-km) ja ovat selvästi suuremmat kuin korjatulla radalla. Korvausinvestointeja tehdään nykyisen keskimääräisen tason (17 500 €/raide-km/v) mukaisesti. Kunnossapitokustannusten arvioidaan lisääntyvän 0,5 % vuodessa.

Päällysrakenteen kunnan heikentyessä ja toistuvien korjaustöiden takia radalle arvioidaan tarvittavan lisää nopeusrajoituksia siten, että henkilöliikenteen aikatauluun tulee 10 minuutin pidennys ja tavaraliikenteen junien kulkuun 15 minuutin pidennys. Henkilöliikenteessä matka-aika pitenee 17 %. Tämän seurauksena matkojen määrä pienenee 10 %, kun käytetään jouston arvona 0,7. Radasta johtuvien myöhästymisten arvioidaan pysyvän nykyistä vastaavalla tasolla.

Hankevaihtoehdossa toteutetaan tarvemuistion mukainen peruskorjaushanke, jossa päällysrakenne ja huomattava osa alusrakennetta ja muita radan osia uusitaan. Hankkeen seurauksena radan kunnossapitokustannusten arvioidaan olevan keskimääräistä tasoa. Arvioinnissa oletetaan, että korvausinvestointien tarve ja kustannus lisääntyvät vähitellen nolasta 30 vuodessa nykyiseen tasoon 17 400 €/raide-km. Radasta johtuvia myöhästymisiä arvioidaan olevan 25 % vähemmän kuin nykytilassa. Hankkeeseen sisältyy viiden tasoristeyksen poistaminen ja yhden peruskorjaus. Näiden vaikutukset on arvioitu Tarva LC-ohjelmalla.

Taulukko 6-10. Seinäjoki–Vaasa -peruskorjaushankkeen esimerkinomaisen laskelman lähtöarvot vuosikeskiarvoina.

	Vertailuvaihtoehto	Hankevaihtoehto
Peruskorjaushanke		61,8 M€
Radan hoito ja korjaukset	35 400 €/raide-km 2,70 M€/v	18 000 €/raide-km 3,20 M€/v
Korvausinvestoinnit	18 700 €/raide-km 1,42 M€/v	8 700 €/raide-km 0,66 M€/v
Keskimääräinen matka-aika	HL: 65 min TL: 85 min	HL: 55 min TL 50 min
Radasta johtuvat myöhästymiset	HL: 640 junamin/v TL: 40 junamin/v	HL: 480 junamin/v TL 30 junamin/v
Tasoristeysonnettomuudet	0,21 kpl/v	0,16 kpl/v



Kuva 6-9. Seinäjoki–Vaasa-rataosan kunnossapitokustannusten nykyarvo esimerkinomaisen laskelman hankevaihtoehdossa ja vertailuvaihtoehdossa.

Kannattavuuslaskelma

Esimerkkikohteen kannattavuuslaskelman (taulukko 6-11) mukaan Seinäjoki–Vaasa -peruskorjaushankkeen yhteiskuntataloudellinen kustannus on 76,8 M€ ja vastaava hyöty 89,9 M€. Peruskorjaushankkeen nettonykyarvo on 13,1 M€.

Taulukko 6-11. Seinäjoki–Vaasa -peruskorjausinvestoinnin esimerkinomainen kannattavuuslaskelma.

	Hanke	Ve 0	Ero
KUSTANNUS (K)			
Investointikustannus, M€	61,8		61,8
Rakentamisen aikainen korko, M€	2,6		2,6
Julkisten varojen rajakustannus, M€	12,4		12,4
KUSTANNUS YHTEENSÄ	76,8	0,0	76,8
HYÖDYT (H)			
Väylänpitäjä			
Kunnossapitokustannukset, M€	62,0	108,8	46,8
Julkisten varojen rajakustannus, M€	12,4	21,8	9,4
Henkilöliikenne			
Matkustajien aikakustannukset, M€			17,9
Liikennöinnin aikakustannukset, M€			10,1
Siirtyvien matkustajien hyödynmenetys, M€			0,9
Tavaraliikenne			
Tavararan aikakustannukset, M€			0,0
Liikennöinnin aikakustannukset, M€			0,7
Tasoristeysturvallisuus			
Tasoristeystonnettomuuksien kustannukset, M€			4,1
Jäännösarvo			
Jäännösarvo	0,0	0,0	0,0
HYÖDYT YHTEENSÄ, M€			89,9
H/K			1,17
NETTONYKYARVO NPV, M€			13,1

Herkkyystarkastelut

Herkkyystarkastelun (taulukko 6-12) perusteella voidaan todeta, että peruskorjaushankkeen kannattavuus on herkkä vertailuvaihtoehdon korjauskustannusten arviolle sekä arviolle tarvittavasta aikataulun pidennyksestä.

Taulukko 6-12. Seinäjoki–Vaasa peruskorjausinvestoinnin kannattavuuden herkkyyseräille muutoksille.

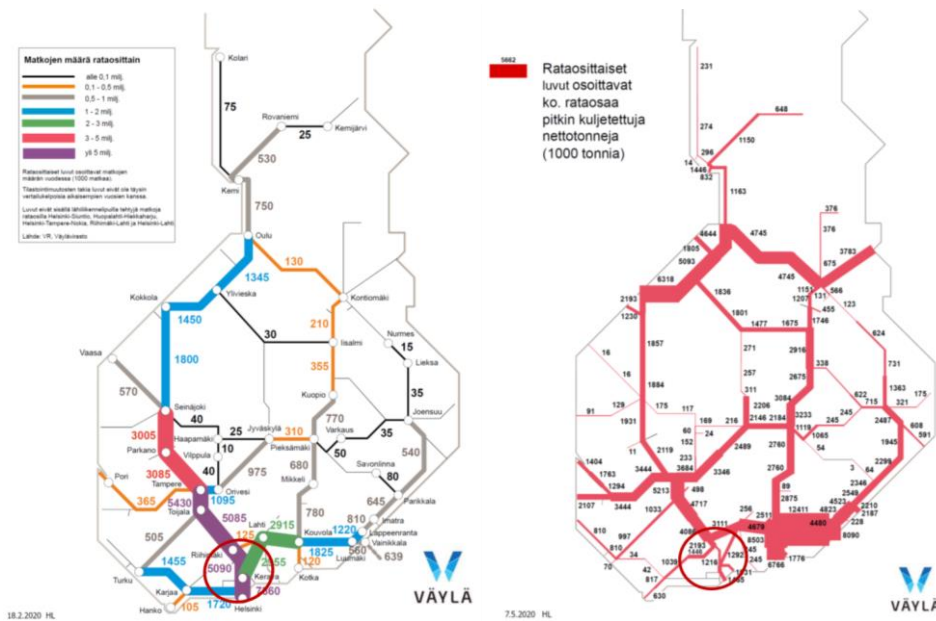
	H/K	NPV
Peruslaskelma	1,17	13,1 M€
Vertailuvaihtoehdon kunnossapitokustannus -10 %	1,00	0,0 M€
Vertailuvaihtoehdon kunnossapitokustannus +10 %	1,34	26,1 M€
Nopeusrajoituksia ei tarvita vertailuvaihtoehdossakaan	0,79	-16,3 M€
Aikataulun mukainen matka-ajan lisäys on HL 5 min ja TL 15 min	0,98	-1,5 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset eivät muutu	1,17	12,9 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset 2-kertaistuvat	1,19	14,7 M€

Seinäjoki–Vaasa-radon kehittämisestä laaditun hankearvioinnin (Pietilä ym. 2020) mukaan peruskorjauksen lisäksi on erittäin kannattavaa tehdä suuremmat nopeudet mahdollistavia toimenpiteitä. Käytännössä nämä ovat tasoristeysten poistamisia.

6.1.1 Helsinki–Tampere

Arvioinnin lähtötiedot

Tässä tarkastellaan Helsinki–Tampere-rataosan peruskorjaushankkeen suunnitteluvaihtoehtoa, jossa korjaukset toteutetaan Pasila–Tikkurila-välillä ja Hyvinkää–Riihimäki-väleillä. Pääradan Pasila–Riihimäki-osuuden ratapituus on 66 km ja raidepituus 199 km. Rataosuus on sähköistetty ja kauko-ohjattu. Radan päällysrakenneluokka on D ja kunnossapitotaso on 1A. Rataosa kuuluu pääväyliin verkollisen asemansa takia, koska liikennemääräkriteerit eivät täyty. Rataosalla on huomattavan paljon henkilöliikennettä, ja Kerava–Riihimäki-välillä myös pääväyläkriteerit ylittävä määrä tavaraliikennettä. Matkustajamäärien ennustetaan suurenevan (kuva 6-10, taulukko 6-13).



Kuva 6-10. Pasila–Riihimäki -rataosan sijainti vuoden 2019 liikennemäärä-kartoilla (Väylävirasto 2020d, 2020e).

Taulukko 6-13. Pasila–Riihimäki -rataosan liikenne-ennusteet (Liikennevirasto 2018a).

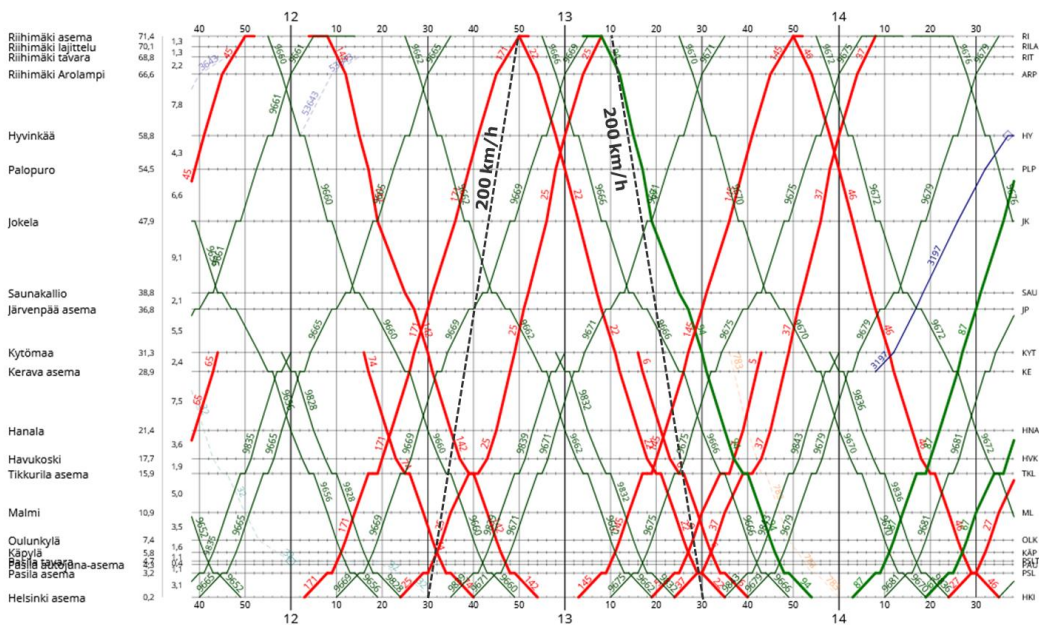
	Nykytila 2019	Ennuste 2030	Ennuste 2050
Henkilökaukoliikenteen kysyntä, matkaa/v	6 475 000	6 980 000	8 050 000
Henkilökaukoliikenteen kysyntä, matkaa/v	7 600 000		
Henkilöliikenteen tarjonta, junaa/vrk	139	179	183
Tavaraliikenteen kysyntä, tonnia/v	1 216 000	1 500 000	1 500 000
Tavaraliikenteen tarjonta, junaa/vrk	5	6	6

Rataosan kunnossapitokustannukset ovat vuosien 2013–18 toteumatietojen perusteella keskimäärin 38 000 euroa/raide-km/v. Rataosalla on tehty korvausinvestointeja keskimäärin 14 000 euroa/raide-km/v. Helsinki–Tampere-perusparannuksen vaihtoehdosta 4 laaditussa tarveuistiossa (20.12.2020) määritellään ne kehityshankkeet ja perusparannustoimet, jotka ovat välttämättömiä noin 10–15 vuoden kuluessa liikenteen sujuvuuden ja rakenteiden käyttöiän näkökulmasta. Perusparannusosuus on tässä vaihtoehdossa rajattu vain Pasila–Tikkurila ja Hyvinkää–Riihimäki-väleille päällysrakenteen käyttöiän arvioidun päättymisen perusteella. Näiden alueiden sisällä tehdään myös muiden tekniikka-alojen perusparannustöitä. Alueiden ulkopuolelta on määritelty tarveuistioon kuuluvaksi ne sillat, jotka tulisi tarkastellulla aikavälillä uusia. Tässä tapaustarkastelussa arvioidaan peruskorjausten osuus. Esimerkkilaskelmassa käytettävä peruskorjaushankkeen kustannusarvio on 112 M€ (MAKU 103,9, 2015=100). Peruskorjaukset toteutetaan vuosina 2027–2028 ja 2034–2039. Tarkastelualueen ulkopuolella sijaitsevien siltojen korjauksen kustannusarvio on 3,8 M€.

Henkilöliikenteen junien suurin sallittu nopeus rataosalla on pääosin 200 km/h. Tammikuun 2021 aikataulujen mukaan Riihimäen ja Helsingin välinen matka kestää IC-junalla 39 minuuttia, jolloin todellinen keskinopeus on 101 km/h. Tavara-junien suurin sallittu nopeus on 100 km/h alle 25,0 tonnin akselipainolla (Liikennevirasto 2018b). Junaliikenteen havaintojärjestelmän mukaan tavarajunien tyypillinen kulku-aika Riihimäen ja Keravan välillä on alle 40 minuuttia, jolloin keskinopeudeksi tulee noin 70 km/h. Rataosalla on tällä hetkellä neljä rajoitusta geometriavirheiden takia: 100 m/100 km/h, 315 m/120 km/h, 330 m/120 km/h ja 155 m/140 km/h (Liikennevirasto 2018b). Vuoden 2022 verkkoselostuksessa näitä rajoituksia ei enää arvioida tarvittavan (Väylävirasto 2020f).

Graafinen aikataulu Helsinki - Riihimäki

su 31.1.2021



Aikataulu- ja kulkutiedot perustuvat Fintrafficin julkaisemaan avoimeen dataan (CC BY 4.0).

Kuva 6-11. Ote Helsinki–Riihimäki-välin graafisesta aikataulusta sunnuntaina 30.1.2021. Aikatauluun on piirretty vertailukohdaksi 2000 km/h katkoviivat (Lähde: Juliadata.fi).

Vertailuasetelma

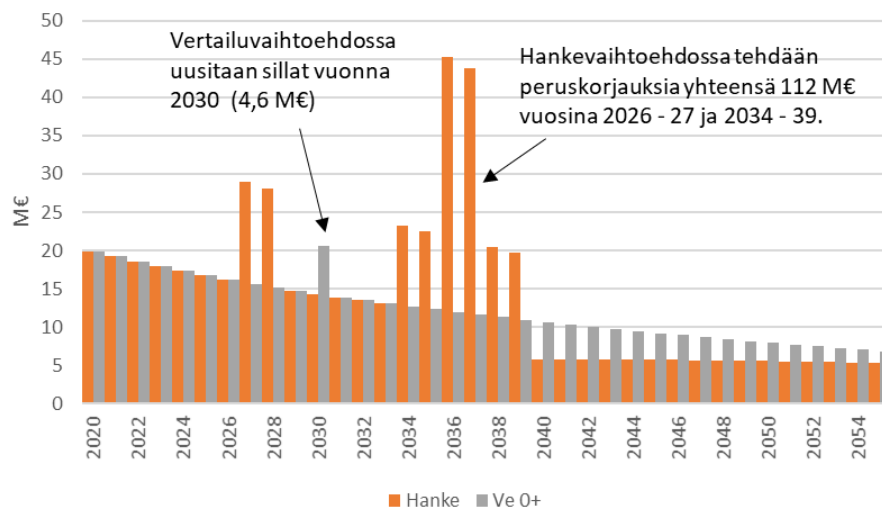
Peruskorjaushankkeen vertailuvaihtoehdossa radan peruskunnossapidon kustannukset pysyvät nykyisellä tasolla (38 000 €/raide-km) ja ovat selvästi suuremmat kuin korjatulla radalla. Korvausinvestointeja tehdään nykyisen keskimääräisen tason (14 000 €/raide-km/v) mukaisesti. Kunnossapitokustannusten arvioidaan lisääntyvän 0,5 % vuodessa.

Radalle arvioidaan tarvittavan nopeusrajoituksia lisääntyneiden kunnossapito toimien takia ja heikentyneen kunnan takia. Kannattavuuslaskelmassa oletetaan, että vertailuvaihtoehdossa on keskimäärin 5 minuutin pidennys henkilö- ja tavarajunien kulkuun niinä vuosina, jolloin peruskorjaushankkeen rakennustyöt eivät ole käynnissä (eli vuosina 2026, 2029–2033 ja 2040–2055). Henkilöliikenteessä matka-aika pitenee noin 10 %. Tämän seurauksena matkojen määrä pienenee 7 %, kun käytetään jouston arvona 0,7. Radasta johtuvien myöhästymisten arvioidaan pysyvän nykyistä vastaavalla tasolla.

Hankevaihtoehdossa toteutetaan tarveuistion mukaiset peruskorjaukset vuosina 2027–2029 ja 2034–2039. Arvioinnissa oletetaan, että kunnossapitokustannukset ovat yhtä suuret kuin vertailuvaihtoehdossa hankkeen valmistumiseen asti. Tämä jälkeen korvausinvestointien määrä ja kustannus alkavat lisääntyä samaan tahtiin kuin vertailuvaihtoehdossa. Radasta johtuvia myöhästymisiä arvioidaan olevan vuodesta 2040 alkaen 25 % vähemmän kuin nykytilassa.

Taulukko 6-14. Helsinki–Riihimäki-peruskorjaushankkeen esimerkinomaisen laskelman lähtöarvot vuosikeskiarvoina.

	Vertailuvaihtoehto	Hankevaihtoehto
Peruskorjaushanke		111,8 M€
Radan kunnossapito	56 300 €/raide-km 11,20 M€/v	45 900 €/raide-km 9,13 M€/v
Keskimääräinen matka-aika	HL: 45 min TL: 45 min	HL: 40 min TL: 40 min
Radasta johtuvat myöhästymiset	HL: 4 000 junamin/v TL: 1 500 junamin/v	HL: 3 000 junamin/v TL: 1 125 junamin/v



Kuva 6-12. Helsinki–Riihimäki -rataosan kunnossapitokustannusten esimerkinomaisen laskelman hankevaihtoehdossa ja vertailuvaihtoehdossa.

Kannattavuuslaskelma

Esimerkkikohteen kannattavuuslaskelman (taulukko 6-15) mukaan Helsinki–Riihimäki -peruskorjaushankkeen yhteiskuntataloudellinen kustannus on 155,8 M€ ja vastaava hyöty 429,5 M€. Peruskorjaushankkeen nettohyötyarvo on 273,7 M€.

Taulukko 6-15. Helsinki–Riihimäki -peruskorjausinvestoinnin esimerkinomainen kannattavuuslaskelma.

	Hanke	Ve 0	Ero
KUSTANNUS (K)			
Investointikustannus	111,8		111,8
Rakentamisen aikainen korko	0,7		0,7
Julkisten varojen rajakustannus	43,3		43,3
KUSTANNUS YHTEENSÄ	155,8	0,0	155,8
HYÖDYT (H)			
Väylänpitäjä			
Kunnossapitokustannukset	345,1	409,6	64,5
Julkisten varojen rajakustannus	69,0	81,9	12,9
Henkilöliikenne			
Matkustajien aikakustannukset			290,2
Liikennöinnin aikakustannukset			56,3
Siirtyvien matkustajien hyödynmenetykset			3,8
Tavaraliikenne			
Tavarankustannukset			0,1
Liikennöinnin aikakustannukset			1,7
Tasoristeysturvallisuus			
Tasoristeysturvetöiden kustannukset			0,0
Jäännösarvo			
Jäännösarvo	0,0	0,0	0,0
HYÖDYT YHTEENSÄ			429,5
H/K			2,76
NETTONYKYARVO			273,7

Herkkyystarkastelut

Herkkyystarkastelun (taulukko 6-16) perusteella voidaan todeta, että peruskorjaushankkeen kannattavuus on erityisen herkkä henkilöliikenteen aikataulujen eroille hankevaihtoehdon ja vertailuvaihtoehdon välillä.

Taulukko 6-16. Helsinki–Riihimäki -peruskorjausinvestoinnin kannattavuuden herkkyys erälle muutoksille.

	H/K	NPV
Peruslaskelma	2,76	273,7 M€
Vertailuvaihtoehdon kunnossapitokustannus -10 %	2,44	224,6 M€
Vertailuvaihtoehdon kunnossapitokustannus +10 %	3,07	322,9 M€
Aikataulumuutoksia ei tarvita vertailuvaihtoehdossakaan	0,52	-75,4 M€
Aikataulun mukainen matka-ajan lisäys on HL 10 min ja TL 10 min	5,00	622,8 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset eivät muutu	2,74	270,7 M€
Radasta johtuvat myöhästymiset 2-kertaistuvat	2,82	282,9 M€

6.2 Vähäliikenteisten ratojen peruskorjauksista tehdyt hankearvioinnit

6.2.1 Saarijärvi–Haapajärvi

Tässä tapaustarkastelussa referoidaan Saarijärvi–Haapajärvi-rataosasta laadittua hankearviointia (Lapp 2020a). Hankearvioinnin mukaan Saarijärvi–Haapajärvi-rata palvelee metsäteollisuuden raakapuukuljetuksia Pohjois-Pohjanmaalta ja Pohjois-Savosta Äänekoskelle sekä Keski-Suomesta Kaakkois-Suomen ja länsirannikon tuotantolaitoksille. Saarijärvi–Haapajärvi-radon kunto on huono, ja sen takia suurin sallittu akselipaino on 18 tonnia nopeudella 40 km/h. Ilman merkittävää lisäpanostusta kunnossapitoon tai peruskorjaukseen rata on suljettava liikenteeltä.



Kuva 6-13. Saarijärvi–Haapajärvi-rataosan sijainti (Lapp 2020a).

Hankearvioinnissa tarkasteltiin kolmea vaihtoehtoa liikenteen jatkamiselle:

- **VE1:** Tehostettu kunnossapito. Kustannusarvio vuoden 2018 hintatasossa 25,7 M€. Radan palvelutaso pyritään viiden vuoden investointiohjelmalla palauttamaan entiselle tasolle, jolloin elinkaarta voidaan jatkaa arviolta 15 vuodella.
- **VE2:** Kevennetty päällysrakenneratkaisu. Kustannusarvio vuoden 2018 hintatasossa 29,1 M€. Rata peruskorjataan kierrätysmateriaaleja käyttäen, jolloin elinkaarta voidaan jatkaa arviolta 20 vuodella.
- **VE3:** Kattava peruskorjaus. Kustannusarvio vuoden 2018 hintatasossa 115 M€. Radan elinkaarta voidaan jatkaa vähintään 30 vuodella.

Vertailuvaihtoehdossa rataosa suljetaan liikenteeltä, jolloin puukuljetukset hoidetaan Haapajärven puunkuormauspaikan kautta (Ylivieska–Iisalmi-rata) ja Saarijärven puunkuormauspaikan kautta (Äänekosken kautta Jyväskylään). Junakuljetusten korvautuminen kuorma-autolla muuttaa kuljetuskustannuksia, mikä arvioitiin metsäyhtiöiden ilmoittamien kuormausmäärien ja hankinta-alueiden sekä näille määritettyjen reittien ja kuljetustapojen mukaisesti. Kuljetuskustannusten laskennassa käytettiin Metsätehon laatimia raakapuukuljetusten kustannusfunktioita, jotka sisältävät kuljetuksen ja terminaaleissa tapahtuvan käsittelyn kustannukset.

Kunnossapidon kustannukset arvioitiin hankearvioinnin yksikköarvojen (Väylävirasto 2020c) mukaisina. Tehostetun kunnossapidon vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 radalla on puupölkkyt ja kunnossapitokustannus on keskimäärin 25 000 €/raide-km/v. Peruskorjaushankkeessa radalle vaihdetaan myös betonipölkkyt, ja kunnossapitokustannus on keskimäärin 11 000 €/raide-km/v.

Taulukko 6-17. Saarijärvi–Haapajärvi -hankkeen kannattavuuslaskelma (Lapp 2020a).

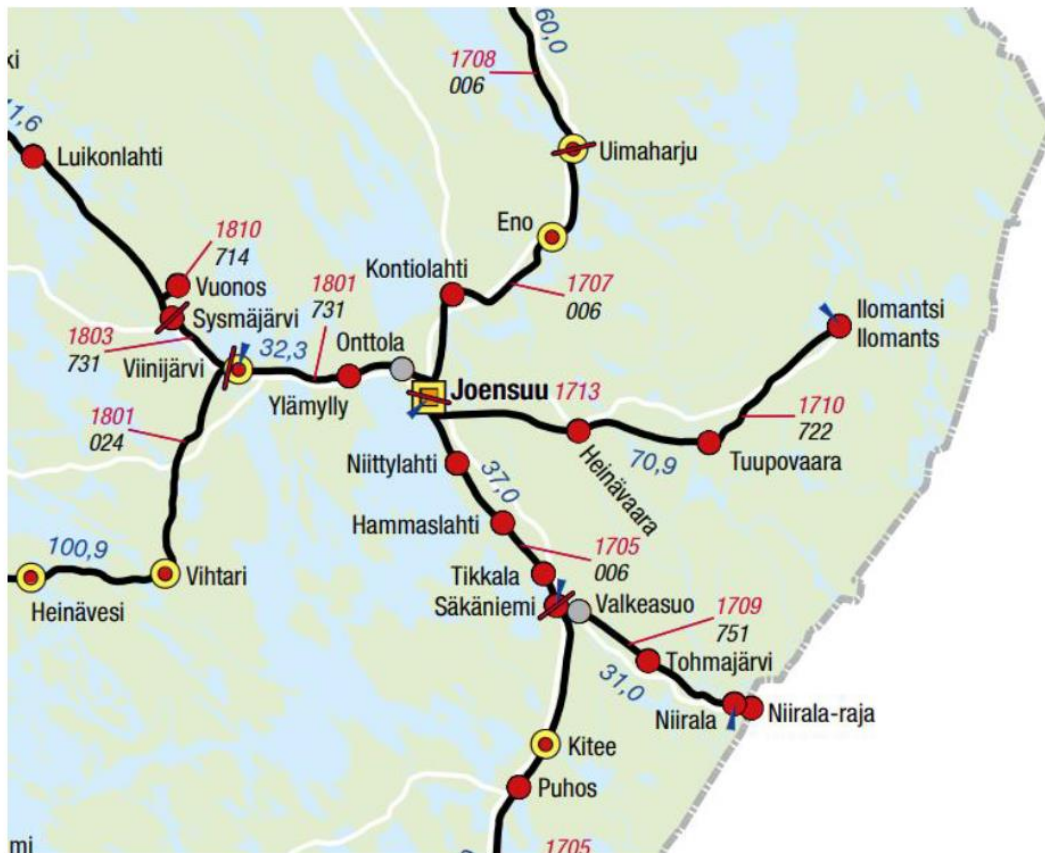
	Ve 1 - Ve 0	Ve 2 - Ve 0	Ve 3 - Ve 0
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ (K)	32,2	36,3	143,1
Rakentamiskustannukset	25,7	29,1	115,0
Rakentamiskustannusten verokerroin	5,1	5,8	23,0
Korko rakentamisen ajalta	1,3	1,4	5,0
HYÖDYT YHTEENSÄ (H)	-39,9	-16,9	-17,1
Väylänpidon kustannukset yhteensä	-33,2	-21,3	-27,5
Väylänpidon kustannusten verokerroin	-6,6	-4,3	-5,5
Rataverkon ylläpidon kustannukset	-33,0	-21,2	-27,5
Radan kulumisen kustannukset	-0,7	-0,7	-0,9
Tieverkon kulumisen kustannukset	0,5	0,7	0,9
Kuljetuskustannukset	4,6	14,7	19,1
Tavaran ajan arvo	-0,1	-0,1	-0,2
Onnettomuuskustannukset yhteensä	-4,4	-5,5	-4,5
Tasoristeysonnettomuudet	-6,6	-8,2	-8,0
Tieliikenteen onnettomuudet	2,2	2,7	3,5
Päästökustannukset	0,6	1,4	1,8
Rautatieliikenne	-0,9	-0,5	-0,7
Tieliikenne	1,6	2,0	2,5
Julkistaloudelliset verot ja maksut	-1,7	-2,7	-3,5
Ratamaksut	0,7	0,7	0,9
Rautatieliikenteen polttoaineen valmisteverot	0,7	0,4	0,5
Raskaan tieliikenteen polttoainevero	-3,1	-3,8	-4,9
Jäännösarvo	0,9	0,8	3,3
NETTONYKYARVO (H-K)	-72,0	-53,3	-160,1

Hankearvioinnin perusteella Saarijärvi–Haapajärvi -radan peruskorjaus on yhteiskuntataloudellisesti tappiollinen toimenpide. Yksikään peruskorjausvaihtoehto ei tuota nettohyötyä vaan päinvastoin lisää kustannuksia. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi radan kunnossapitokustannuksista, jotka säästetään, kun rata suljetaan liikenteeltä. Kuljetuskustannusten lisääntyminen jää pienem-

mäksi kuin kunnossapitokustannusten säästö. Lisäksi radan sulkemisen hyötyinä on tasoristeysonnettomuuksien poistuminen. Arvioiduista vaihtoehdoista kevennetty päällysrakenneratkaistu on vähiten haitallisin. Herkkyystarkaste-luina tutkittiin ajoneuvoyhdistelmien suurimman sallitun massan kasvua sekä radan kautta kuljetettavan puumäärän puolittumista (Äänekosken tehtaan puunhankinnan muutosten takia). Molemmat tapaukset entisestään lisäävät peruskorjauksen aiheuttamia kustannuksia. Johtopäätös hankearvioinnista on selvä: Saarijärvi–Haapajärvi-rata olisi yhteiskuntataloudellisesti edullista sul-kea liikenteeltä.

6.2.1 Heinävaara–Iломantsi

Tässä tapaustarkastelussa referoidaan Heinävaara–Iломantsi-rataosasta laa-dittua hankearviointia (Lapp 2020b). Hankearvioinnin mukaan rata palvelee metsäteollisuuden raakapuukuljetuksia Joensuun kaupungin sekä Kontiolahten ja Iломantsin kuntien alueilta pääasiassa Kaakkois-Suomen tuotantolaitoksille. Radan kunto on huono, ja suurin sallittu akselipaino on 18 tonnia nopeudella 40 km/h. Heinävaara–Iломantsi-radan peruskorjaukselle myönnettiin hallituk-sen kesäkuun 2020 lisätalousarviossa 15 M€ määräraha. Rahoituksella on suun-nitelmissa uusia päällysrakenne Heinävaara–Iломantsi-välillä kevennettyä tukikerrosratkaisua käyttäen, vaihtaa kiskot Joensuu–Heinävaara-välillä, sekä tehdä muita toimenpiteitä. Peruskorjaus toteutetaan vuosien 2021–2022 aikana ja sen arvioidaan jatkavan radan elinkaarta 20 vuodella.



Kuva 6-14. Heinävaara–Iломantsi-rataosan sijainti (Lapp 2020b).

Hankearvioinnissa tutkittiin kevennettyä päällysrakennevaihtoehtoa sekä kattavaa peruskorjausta:

- **VE1:** Kevennetty päällysrakenneratkaistu. Kustannusarvio vuoden 2018 hintatasossa 13,0 M€. Rata peruskorjataan kierrätysmateriaaleja käyttäen, jolloin elinkaarta voidaan jatkaa arviolta 20 vuodella. Rahoituksesta on jo päätetty valtion lisätalousarviossa kesällä 2020.
- **VE2:** Kattava peruskorjaus. Kustannusarvio vuoden 2018 hintatasossa 35,3 M€. Radan elinkaarta voidaan jatkaa vähintään 30 vuodella.

Vertailuvaihtoehdossa rataosa suljetaan liikenteeltä. Heinävaaran kuormauspaikka jää käyttöön, ja osa Ilomantsin ja Tuupovaaran kuljetuksista siirtyy kulkemaan sen kautta. Lisäksi kuljetuksia siirtyy Enoon, Joensuuhun (satama) ja Hammaslahteen. Osa alueen puunhankinnasta siirtyy kokonaan pois radalta muille hankinta-alueille. Hankearvioinnissa käytettävät menetelmät ja yksikköarvot ovat vastaavat kuin edellisessä esimerkissä (luku 6.2.1).

Taulukko 6-18. Heinävaara–Ilomantsi-hankkeen kannattavuuslaskelma (Lapp 2020b).

	Ve 1 - Ve 0	Ve 2 - Ve 0
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ (K)	10,1	35,6
Rakentamiskustannukset	8,0	28,5
Rakentamiskustannusten verokerroin	1,6	5,7
Korko rakentamisen ajalta	0,5	1,4
HYÖDYT YHTEENSÄ (H)	-7,8	-9,9
Väylänpidon kustannukset yhteensä	-7,3	-9,6
Väylänpidon kustannusten verokerroin	-1,5	-1,9
Rataverkon ylläpidon kustannukset	-7,3	-9,5
Radan kulumisen kustannukset	-0,1	-0,2
Tieverkon kulumisen kustannukset	0,1	0,1
Kuljetuskustannukset	5,2	6,7
Tavaran ajan arvo	0,0	0,0
Onnettomuuskustannukset yhteensä	-4,2	-5,5
Tasoristeysonnettomuudet	-4,7	-6,0
Tieliikenteen onnettomuudet	0,4	0,5
Päästökustannukset	0,2	0,3
Rautatieliikenne	-0,1	-0,1
Tieliikenne	0,3	0,4
Julkistaloudelliset verot ja maksut	-0,4	-0,5
Ratamaksut	0,1	0,2
Rautatieliikenteen polttoaineen valmisteverot	0,1	0,1
Raskaan tieliikenteen polttoainevero	-0,6	-0,8
Jäännösarvo	0,2	0,6
NETTONYKYARVO (H-K)	-18,0	-45,5

Hankearvioinnin perusteella myös Heinävaara–Ilomantsi-radon peruskorjaus on yhteiskuntataloudellisesti tappiollinen toimenpide. Kesäkuussa 2020 tehty rahoituspäätös tuottaa 30 vuoden aikana 18 miljoonan euron yhteiskuntataloudellisen lisäkustannuksen. Kevennetty peruskorjaus on kuitenkin vähemmän tappiollinen kuin kattava peruskorjaus, joka synnyttää 30 vuoden aikana 45,5 miljoonan euron lisäkustannuksen. Hankearvioinnin perusteella rata olisi

kannattavaa sulkea liikenteeltä ja käyttää talousarviossa myönnetty rahoitus Heinävaaran puunkuormausta paikan kehittämiseen ja esimerkiksi Joensuu–Heinävaara-radon korjauksiin.

6.3 Täsmällisyysdatan käyttö vaikutustiedon tuottamiseen: Riihimäki–Tampere

6.3.1 Tapaustarkastelussa käytetty Väyläviraston täsmällisyysdata

Junaliikenteen myöhästymiset jaetaan primäärisiin ja sekundäärisiin myöhästymisiin. Primääriset myöhästymiset aiheutuvat junalle suoraan jostain tapahtumasta rataverkolla tai asetetusta rajoitteesta. Näitä voivat olla esimerkiksi raitinfran tai kaluston viat, nopeusrajoitukset tai onnettomuudet. Sekundäärinen myöhästymisen syy on puolestaan joko toisen junan myöhästymisen tai se, että jo aiemmin myöhästynyt juna myöhästyy lisää esimerkiksi väistäessään ajallaan kulkevaa junaa. (Väylävirasto 2019.)

Myöhästymissyiden kirjaamiseen käytettävä syykoodisto uudistui vuoden 2017 alussa ja lisäksi siihen tehtiin pienempiä muutoksia syyskuussa 2019. Tämän takia eri vuosien data ei ole suoraan vertailukelpoista, vaan muutosten takia eri ajanjaksoilta joudutaan valitsemaan toisiaan vastaavat syykoodit. Koska 2017 muutos oli merkittävä, niin tässä tapaustarkastelussa käytettiin ensisijaisesti vuosien 2017–2019 dataa. Tarkasteluissa, joissa on mukana dataa aiemmilta vuosilta, vuosien 2017–2019 syykoodeja niputettiin ennen vuotta 2017 käytössä ollutta syykoodistoa vastaavaksi. Ennen vuotta 2017 voimassa olleessa syykoodistossa oli käytännössä neljä turvalaitteisiin liittyvää syykoodia, joihin nykyisin käytössä olevat turvalaitteisiin liittyvät syykoodit voidaan kohdentaa:

1. Turvalaiteviat
2. Opastinviat
3. Vaihdeviat
4. JKV ja ERTMS -viat.

6.3.2 Häiriötilanteiden määrän muutoksen arviointi

Vikaantumistapausten määrän voidaan olettaa vähenevän turvalaitteiden uusimisen seurauksena. Ruotsissa Effektsamband käyttää tässä yhteydessä yleensä oletusta 25 % vähenemästä, mille ei ole löydetty tutkimuksellisia perusteita. Vikaantumistapausten tarkat lukumäärät riippuvat laitteiston kunnosta, iästä ja tyypistä. Tarkkaa tilastointitietoa vikojen lukumäärästä ei ole tällä hetkellä julkisesti saatavilla. Turvalaitteista johtuvia myöhästymisiä tapahtuu eri syistä myös siellä, missä turvalaitteet on juuri uusittu. Viat eivät siis poistu peruskorjauksen myötä.

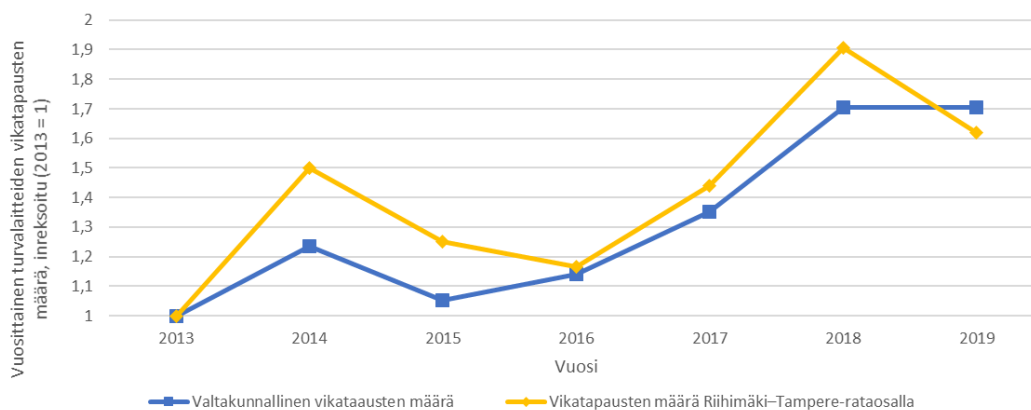
Tapaustarkastelussa hyödynnettiin Väyläviraston avoimeen täsmällisyysdataan liitettyä POHA-ID-tietoa. POHA-ID kuvaa yksittäistä vikatapausta, jonka täsmällisyysvaikutukset eri juniin on ilmoitettu täsmällisyysdatassa.

Tapaustarkastelussa tutkittiin jälkiarviointina Riihimäki–Tampere-välin turvalaitteiden perusparannusta, joka on toteutettu vuosina 2016–2018 (käyttöön-otto 12/2018). Analyysin perusteella voidaan karkealla tasolla arvioida, kuinka

paljon perusparannushankkeella voidaan vähentää vikatapausten lukumäärää. Tutkimuskysymyksiksi asetettiin:

1. Onko turvalaitteiden vikatapausten määrässä valtakunnan tasolla nähtävissä selkeää laskevaa tai nousevaa trendiä?
2. Eroaako Riihimäki–Tampere-välin turvalaitteiden vikatapausten määrän trendi selkeästi valtakunnan keskimääräisestä muutoksesta?

Kuvassa 6-15 esitetään turvalaitteisiin yhdistettyjen vikatapausten määrän kehitys vuosina 2013–2019 koko maan tasolla ja Riihimäki–Tampere-rataosalla.



Kuva 6-15. Vuosittaisten turvalaitevikojen määrän muutos 2013–2019, indeksoitu (vuosi 2013 = 1).

Turvalaitevikojen määrä on kasvanut tarkastelujaksona 55,4 % koko maassa ja Riihimäki–Tampere-rataosalla 29,5 %. Siten Riihimäki–Tampereella perusparannushankkeen myötä turvalaitevikojen määrä kasvoi 26 % vähemmän koko maan tasoon verrattuna. Tästä voisi nopeasti päätellä, että turvalaitteen uusiminen vähentää vikatapausten määrää (ja siten edelleen turvalaitteista johtuvia myöhästymisiä). Tarkasteluihin liittyy kuitenkin seuraavia epävarmuustekijöitä:

- Tarkastelussa on liian vähän tilastotietoa. Riihimäki–Tampere-rataosan perusparannus edustaa vain yhtä tapausta. Perusparannus on toteutettu vuosina 2016–2018, joten tämän työn laatimisen ajankohtana on saatavilla vain yhden kokonaisen vuoden (2019) tilastotietoa vikatapausten lukumäärästä.
- On oletettavaa, että uusittuihin turvalaitteisiin kohdistuu heti asentamisen jälkeen normaalia tasoa useampia vikatapauksia.

Tarkastelussa havaittu turvalaitevikojen vähentyminen on lähellä Ruotsalaista arviota (25 %). Epävarmuustekijät huomioiden voidaan tämän olettaa johtuvan osittain sattumasta. Tarkastelua on perusteltua jatkaa muutaman vuoden kulluttua, kun täsmällisyysdataa kertyy useammalta vuodelta. Tällöin voidaan arvioida sitä, mihin suuntaan turvalaitevikojen määrä lähtee kehittymään perusparannushankkeen valmistumisen jälkeen. Täsmällisyysdatan puolesta luvussa kuvatun tarkastelun voisi toistaa kattamaan myös vaihde-, opastin- ja JKV- ja ERTMS-vikamäärien kehitystä perusparannushankkeen myötä. Tällainen tarkastelu vaatii vastaavasti todellisen perusparannushankkeen.

6.3.3 Häiriöiden aiheuttamien myöhästymisten määrän muutoksen arvioin

Vikojen määrän vähentyminen vähentää myös vioista aiheutuvien myöhästymisten määrää. Vaikutuksen suuruuteen kuitenkin vaikuttaa suoraan ainakin tarkasteltavan rataosan liikennemäärä ja raiteisuus. Vilkkaasti liikennöidyillä rataosalla yksittäinen vika vaikuttaa keskimäärin useampaan junaan kuin vähäliikenteisellä radalla. Yksiraiteisella rataosalla viat vaikuttavat tyypillisesti kaikkiin juniin, mutta kaksiraiteisella rataosalla vika saattaa vaikuttaa vain toiseen raiteeseen. Toisaalta vilkkainten liikennöidyillä radoilla kunnossapidon vasteajat ovat tyypillisesti lyhyempiä kuin vähäliikenteisemmällä radoilla. Tämän takia vähäliikenteisillä radoilla liikenteen keskeyttävät viat aiheuttavat usein selvästi suurempia yksittäisiä myöhästymisiä. Lisäksi esimerkiksi opastin-/suojastusvälin pituus vaikuttaa suoraan sellaisten vikojen vaikutuksiin, joista aiheutuu (tilapäinen) nopeusrajoitus.

Kun on arvioitu kuinka paljon perusparannus vaikuttaa vikamääriin, niin voidaan arvioida kuinka paljon myöhästymiset vähenevät. Jos esimerkiksi vikamäärän arvioidaan vähenevän 25 %, niin voidaan olettaa, että kyseisen rataosan kyseisistä vioista aiheutuneet myöhästymiset vähenevät samassa suhteessa. Vika- ja myöhästymismäärät kuitenkin vaihtelevat vuosittain merkittävästi (taulukko 6-19), joten keskimääräiset vika- ja myöhästymismäärät tulee arvioida usealta vuodelta. Lisäksi tulee määrittää mistä syistä johtuviin myöhästymisiin perusparannuksella tullaan vaikuttamaan.

Taulukko 6-19. Ratainfran laitevikojen, sähköratavikojen, nopeusrajoitusten sekä ratarikkojen aiheuttamat myöhästymisminuutit.

	Seinäjoki-Vaasa		Jyväskylä-Pieksämäki		Tampere-Jyväskylä	
	Kaukoliikenne	Tavara-liikenne	Kaukoliikenne	Tavara-liikenne	Kaukoliikenne	Tavara-liikenne
2017	351	29	207	127	1 409	1 035
2018	1 466	0	2 391	1 768	5 024	5 336
2019	584	52	774	1 003	6 330	2 997

Raportin liitteessä esitetään ratainfran laitevikojen ja valikoitujen turvalaitevikojen keskimäärin aiheuttamia myöhästymisminuutteja erilaisilta rataosilta. Ratainfran laiteviat sisältävät myöhästymissyitä, joihin perusparannushankkeilla ei tyypillisesti ole vaikutusta. Tästä syystä valikoiduista turvalaitevioista jätettiin pois asetinlaitteisiin, kauko-ohjaukseen, avattaviin siltoihin sekä laskumäkilaitteistoon liittyvät myöhästymissyyt. Tarkastelujaksona oli vuodet 2017–2019. Rataosakohtaiset määrät laskettiin geometrisena keskiarvona, joka tasoittaa arvojen ääripäiden vaikutusta.

Litteen lukujen tarkastelulla pyrittiin selvittämään, onko rataosan kapasiteetin käyttöasteen ja vikojen keskimäärin aiheuttamien myöhästymisten välillä korrelaatiota. Tämän pohjalta olisi voitu pyrkiä määrittämään erityyppisille rataosille erilaiset perusparannustoimenpiteiden keskimääräiset vaikutukset häiriöiden aiheuttamiin myöhästymisiin. Selkeää korrelaatiota ei kuitenkaan ole havaittavissa.

Vikojen aiheuttamiin myöhästymisiin vaikuttaa moni tekijä, kuten vikojen määrä ja kesto suhteessa liikennemäärään, kunnossapidon vasteajat sekä ulkoiset tekijät, kuten luonnonilmiöiden vaikutukset. Tämän takia jokaista rataosaa tulisi tarkastella yksilöllisesti.

6.3.4 Sekundääriset myöhästymiset

Viat aiheuttavat suorien myöhästymisten lisäksi sekundäärisiä myöhästymisiä. Sekundäärisen myöhästymisen juurisyy voi olla tapahtuma sillä rataosalla, jolla sekundäärinen myöhästymisen tapahtuu, mutta se voi olla myös hyvin kaukana sekundäärisen myöhästymisen tapahtumapaikasta. Lisäksi juurisyyn vaikutukset saattavat levitä useamman sekundäärisen myöhästymisen ketjuna hyvin laajalti rataverkolla. Tästä syystä sekundääristen myöhästymisten juurisyyn määrittely on hyvin haastavaa. Tällä hetkellä ei ole käytettävissä automaattista raportointia, joka määrittäisi sekundääristen myöhästymisten juurisyyn, vaan vaikutukset tulisi määrittää manuaalisesti. Tämä ei ole mahdollista laajassa mittakaavassa.

Koska sekundääristen myöhästymisten juurisyitä ei pystytä määrittelemään, ei myöskään pystytä tarkasti määrittelemään kuinka paljon tietyn rataosan viat tai rajoitteet aiheuttavat sekundäärisiä myöhästymisiä. Tästä syystä eri toimenpiteiden vaikutusta sekundäärisiin myöhästymisiin ei tällä hetkellä voida määrittää. Vaikutuksia voidaan kuitenkin arvioida yleisellä tasolla. Sekundääristen myöhästymisten osuus kaikista myöhästymisistä vaihtelee selvästi liikennelajeittain, mutta osuus on merkittävä (taulukko 6-20). Sekundääristen myöhästymisen osuus kaikista myöhästymisistä on tyypillisesti melko vakio koko Suomen tasolla, ellei liikennelajeissa tapahdu merkittäviä muutoksia. Näin ollen voidaan karkeasti olettaa, että jos tietty osuus primäärisistä myöhästymisistä poistuu, niin sekundääriset myöhästymiset vähenevät kyseisellä rataosalla samassa suhteessa.

Taulukko 6-20. Sekundääristen myöhästymisten osuus kaikista myöhästymisistä liikennelajeittain Väyläviraston täsmällisyysdatan perusteella.

	Kaukoliikenne	Lähiliikenne	Tavaraliikenne
2017	38,28 %	25,59 %	22,18 %
2018	42,04 %	26,26 %	22,04 %
2019	40,14 %	25,86 %	21,89 %
2017-2019	40,22 %	25,92 %	22,02 %

6.3.5 Vikatietojen hyödyntäminen vaikutusten arvioinnissa

Perusparannusten ja korvausinvestointien vaikutuksia voitaisiin arvioida myös suoraan vikatietojen kautta. Myöhästymistietojen kautta saadaan ainoastaan myöhästymisiä aiheuttaneiden vikatapausten määrä. Kaikki viat eivät kuitenkaan aiheuta myöhästymisiä ja tämä korostuu etenkin vähäliikenteisemmällä radoilla.

Vikojen todellisesta määrästä ei ole tällä hetkellä ainakaan helposti saatavilla koottua tietoa. Liikenneviraston (nykyinen Väylävirasto) Raid-e hankkeen yhteydessä on kehitetty kunnossapidon tietojärjestelmiä. Jatkossa tulisi tarkastella saadaanko vikamääristä tätä kautta tarkempaa tietoa, vai tarvitaanko jatkokehitystä.

Ensivaiheessa, mikäli todellisista vikamääristä olisi tarkka tieto saatavilla, ne voitaisiin suhteuttaa aiheutuneisiin myöhästymisiin ja siten paremmin arvioida perusparannusten ja korvausinvestointien vaikutusta ratainfraan vikoihin ja niiden aiheuttamiin myöhästymisiin. Tällöin varsinkin vähäliikenteisimpien ratojen osalta yksittäisten, paljon myöhästymisiä aiheuttaneiden, vikojen vaikutus ei korostuisi niin selkeästi.

Mikäli tarkempien vikatietojen kautta olisi saatavilla myös tarkempi tieto vian juurisyystä sekä vikaantuneesta laitteesta ja/tai komponentista, se mahdollistaisi arvioida perusparannusten ja korvausinvestointien vaikutusten tarkemman analysoinnin. Tarkka juurisyys tieto mahdollistaisi perusparannusten ja korvausinvestointien täsmällisyysvaikutusten arvioinnin, koska eri tekijöistä johtuneet viat ja niistä aiheutuneet myöhästymiset voitaisiin automaattisesti erotella toisistaan. Jos vikatieto olisi saatavilla laite ja/tai komponenttitalolle asti, niin voisi olla mahdollista jopa erotella yksittäisten toimenpiteiden vaikutuksia laitteita uusittaessa.

Yleisesti vikatietojen saatavuutta ja sisältöä tulisi kehittää siten, että niiden automaattinen analysointi olisi mahdollista laajassa mittakaavassa. Tämä mahdollistaisi erityyppisten toimenpiteiden vaikutusten tarkemman arvioinnin, sekä vikamäärien että junien myöhästymisten osalta.

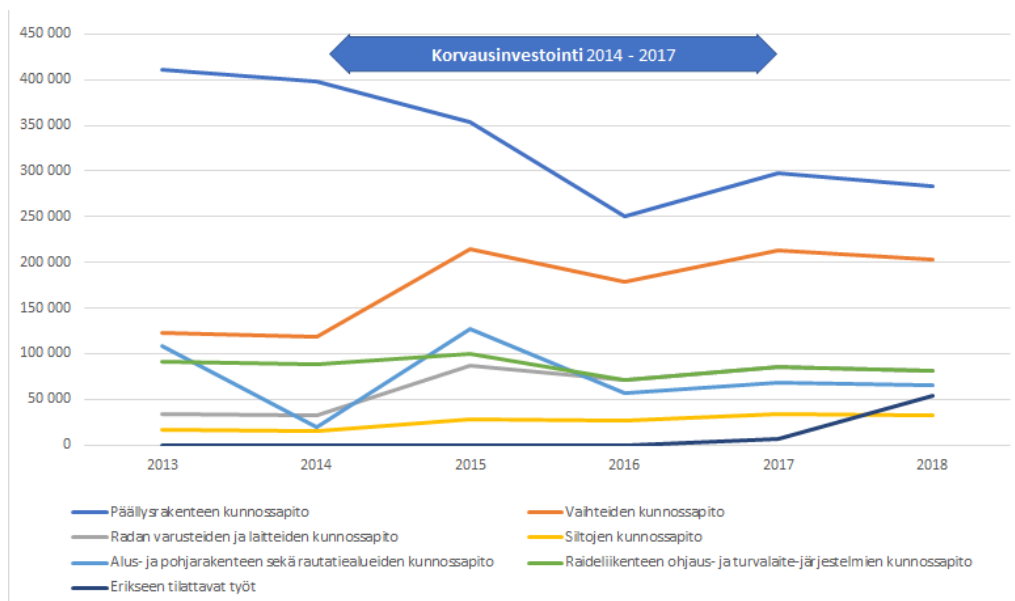
Turvalaitteiden vikatapausten lukumäärään vaikuttaa luonnollisesti turvalaitteiden lukumäärä. Tarkastelussa ei otettu huomioon turvalaitemäärien muutoksia tarkasteluaikana.

Tämän tapaustarkastelun perusteella ei voi vielä tehdä vahvoja johtopäätöksiä perusparannuksen vaikutuksesta vikatapausten lukumäärään. Parempi lähestymistapa olisi kerätä kunnossapitäjiltä tai turvalaitteiden omistajalta pitkäaikaisia tilastotietoa vikaantumistapauksista ja linkittää se tietoon turvalaitteiden iästä ja näennäisestä kuntotiedosta.

6.4 Kunnossapidon seurantatietojen käyttö vaikutustiedon tuottamiseen: Oulu–Kontionmäki

Oulu–Kontionmäki-radan päällysrakenteen peruskorjaus toteutettiin vuosina 2014–2017 vuosittain erikseen kilpailutetuilla urakoilla. Kokonaiskustannus oli noin 80 M€. Kohde valittiin tapaustarkasteluksi sen selvittämiseksi, voidaanko kustannuseurantatiedoista päätellä peruskorjauksen vaikutusta kunnossapitokustannuksiin. Tarkoitus oli päästä kiinni nimenomaan kunnossapitosopimuksen puitteissa ja erikseen tilattuna tehtyjen työsuoritteisiin ja vertailla niitä ennen korvausinvestointia ja sen valmistuttua.

Kuvassa 6-16 esitetään Väyläviraston kustannusaineiston mukainen kunnossapitokustannusten kehitys rataosalla. Päällysrakenteen kunnossapitokustannus on korvausinvestoinnin jälkeen noin 30 % pienempi kuin ennen korvausinvestointia. Vaihteiden kunnossapitokustannukset puolestaan ovat lisääntyneet noin 70 %. Varusteiden ja laitteiden sekä siltojen kunnossapitokustannukset ovat kaksinkertaistuneet. Kustannuskehitystä tarkasteltaessa olennainen taustatieto on se, että kunnossapitosopimus vaihtui vuoden 2015 toukokuussa. Osa muutoksista selittyy erilaisilla sopimuksilla ja sopimushinnoilla.



Kuva 6-16. Kunnossapidon työkuksannusten kehitys Oulu–Kontionmäki-radalla vuosina 2013–2018 Väyläviraston kustannusdatan perusteella.

Tapaustarkastelussa havaittiin, että kunnossapidon suoritteista on vertailukelpoista seurantatietoa vasta vuodesta 2016 alkaen. Tiedoista ei siten voi päätellä vuonna 2014 aloitetun peruskorjaushankkeen vaikutusta. Kunnossapidon toteuttajan asiantuntemuksen perusteella korvausinvestoinnin vaikutuksiin voitiin päätellä, että radan peruskorjaus ei vaikuta peruskunnossapidon tarpeeseen, ellei kunnossapitotaso muutu. Peruskorjaus on voitu myös jo ennakoitua ottaa huomioon sopimuksessa. Peruskorjaus sen sijaan vaikuttaa tehostetun kunnossapidon eli erikseen hankittavien korvausinvestointiurakoiden tarpeeseen.

Vaikutuksen suuruutta ei kuitenkaan voi arvailla ilman kattavampaa kustannus-aikasarjojen analyysiä. Yksittäisten korvausinvestointien toteutus myös vähennee siinä vaiheessa, kun päätös tulevasta peruskorjaushankkeesta on tehty.

6.5 Yhteenveto tapaustarkasteluista

Tässä luvussa on tehty erilaisia tapaustarkasteluja. Kolmen pääväylien rataosan peruskorjausinvestoinnin kannattavuudesta laadittiin esimerkkilaskelmia. Kahdesta hiljattain laaditusta vähäliikenteisten ratojen peruskorjauksen hankearvioinnista referoitiin vertailuasetelmat, keskeiset arviointimenetelmät ja tulokset. Riihimäki–Tampere-rataosaa tarkasteltiin sen selvittämiseksi, näkyykö turvalaiteinvestointi myönteisenä täsmällisyyskehityksenä ja turvalaitteista johtuvien vikojen vähentymisenä. Tapaustarkastelussa arvioitiin myös laajemmin täsmällisyysdata ja vikatietojen käyttökelpoisuutta vaikutusarvioinnissa. Oulu–Kontionmäki-radan peruskorjaushanketta puolestaan tarkasteltiin sen selvittämiseksi, näkyykö peruskorjaus tehostetun kunnossapidon suoritteissa.

Peruskorjaushankkeiden esimerkkilaskelmista voidaan päätellä, että hankkeiden kannattavuus riippuu merkittävästi kunnossapitokustannusten eroista elinkaaren aikana. Vertailuvaihtoehtoon asetettavien nopeusrajoitusten merkitys lisääntyy erityisesti henkilöliikenteen määrän myötä. Vilkasliikenteisellä Helsinki–Riihimäki -rataosalla peruskorjauksen kannattavuus riippuu ratkaisevasti siitä, mikä on tarvittavien matka-aikapidennysten ero usean vuoden kuluessa toteutettavan peruskorjaushankkeen ja sen toteuttamatta jättämisen välillä. Nämä keskeiset lähtöarvot ovat tapauskohtaisesti tehtäviä asiantuntija-arvioita sen perusteella, mitä tiedetään radan kunnan tilasta, toteutuneista kunnossapitokustannuksista ja rajoituksista sekä suunnitellun peruskorjauksen sisällöstä. Kannattavuuslaskelma on tehtävissä hankearvioinnin periaatteiden mukaisesti, ja epävarmojen lähtöarvojen merkitystä voi analysoida herkkyystarasteluna.

Esimerkkikohteiden toteutuneet kunnossapitokustannukset vahvistavat osaltaan sitä oletusta, että etenkin päällysrakenteen huono kunto (Seinäjoki–Vaasa) lisää merkittävästi kunnossapitokustannusta verrattuna hyväkuntoiseen päällysrakenteeseen (Tampere–Jyväskylä). Huonosta kunnosta ja kunnossapitotoista johtuvat nopeusrajoitukset otetaan käytännössä huomioon aikataulussa. Matka-ajan merkitys suurenee henkilöliikenteen määrän myötä. Minuutin viivästymisen aiheuttama aikakustannus on Jyväskylä–Pieksämäki-välillä 46 500 €/v, Seinäjoki–Vaasa-välillä 85 500 €/v, Tampere–Jyväskylä-välillä 150 000 €/v ja Helsinki–Riihimäki-välillä 2 021 300 €/v.

(Saarijärvi–Haapajarvi ja Heinävaara–Ilomantsi -ratojen hankearvioinnit vahvistavat luvussa 4.3 tehdyn havainnon siitä, että vähäliikenteisten ratojen sulkeminen liikenteeltä on yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa. Arvioinneista voidaan myös havaita, että peruskorjauksen yhteiskuntataloudellinen kannattavuus on arvioitavissa hankearvioinnin ohjeita soveltaen. Hankearvioinnin ohjeiden mukaan näkökulmasta vähäliikenteisten ratojen kunnossapito on vähäsiin kuljetusmääriin verrattuna kallista. Lisäksi radoilla on tasoristeyksiä ja siten onnettomuuden mahdollisuus. Kuljetusten siirtyminen maanteille ei lisää kuljetuskustannuksia ja liikenteen haittoja niin paljon kuin radan sulkeminen niitä vähentää.

Tapaustarkastelu **täsmällisyysdatan käytöstä vaikutustiedon tuottamiseen** esittelee potentiaalisen aineiston perusradanpidon ja junaliikenteen myöhästymisen välisen yhteyden tutkimiseen. Riihimäki–Tampere -rataosan turvalaitteen uusiminen näyttää vähentäneen turvalaitteista johtuvien vikojen määrää. Toisaalta täsmällisyysaineistosta huomataan, että täsmällisyys vaihtelee vuosittain suuresti, ja asian paremmin tutkimiseksi tarvittaisiin useamman vuoden seurantatietoa ja useampia kohteita.

Tapaustarkastelun perusteella oivalletaan, että asiassa on kaksi tuntematonta muuttujaa: 1) Miten korjaus vaikuttaa turvalaitteiden vikaantumiseen ja 2) miten vikaantuminen aiheuttaa liikenteen myöhästymisiä. Jälkimmäiseen vaikuttavat muun muassa liikenteen määrä ja kunnossapidon nopeus. Vilkasliikenteisellä radalla on paljon vialle altistuvaa liikennettä, mutta toisaalta vikoja ollaan valmiudessa korjaamaan nopeasti. Vähäliikenteisellä radalla vika ei aiheuta myöhästymistä, jos juna ei silloin kulje. Toisaalta vian korjaamiseenkin voi kulua pitkä aika.

Junaliikenteen täsmällisyys ja mahdollisuudet sen parantamiseksi on liikennepoliittisesti kiinnostava teema. Tämän perusteella tapaustarkastelussa suositellaan aiheen tutkimista tarkemmin. Ratainvestointien kannattavuuslaskelmissa myöhästymisten merkitys on melko pieni eikä suurene, vaikka asia tunnettaisiin tarkemmin.

Kunnossapitokustannusten muutos on merkittävä lähtötieto peruskorjauksen kannattavuuden arvioinnissa. Valtakunnallisesti kootun kustannusdatan perusteella voi tehdä kiinnostavia havaintoja kustannusten eroista esimerkiksi kunnossapitotason ja päällysrakenteen mukaan. Oulu–Kontionmäki-radasta tehty tapaustarkastelu jäi lyhyeksi, kun havaittiin, että vertailukelpoinen toteumatieto ei ulotu vuotta 2016 kauemmas. Näin ollen vuosina 2014–2017 toteutetun peruskorjauksen vaikutuksia ei voi tarkastella. Valtakunnallisen datana perusteella näyttää siltä, että päällysrakenteen kunnossapitokustannus on pienentynyt peruskorjauksen myötä. Asian tutkiminen edellyttäisi kuitenkin pidemmän aikasarjan analyysiä ottaen huomioon muiden asiaan vaikuttavien tekijöiden, kuten sopimusmuutoksen, vaikutus.

7 Päätelmät ja suositukset

7.1 Perusradanpidon investointien vaikutusarviointi

Tässä esiselvityksessä on tarkasteltu perusradanpidon investointien vaikutusten arviointia. Väylänpidon tuotemäärittelyn mukaisesti tarkasteluun ovat kuuluneet korjaukset ja parantamisinvestoinnit. Yleensä perusradanpidon määrärahalla tehdään korjauksia ja pienehköjä parantamisinvestointeja. Isot parantamisinvestoinnit toteutetaan talousarvion kehittämismomentin määrärahoilla. Käytännössä rahoitus ja hanketyypit sekoittuvat. Isoja korjauksia eli korvausinvestointeja voidaan päättää tehtäväksi kehittämisen määrärahoilla, ja toisaalta perusradanpidon määrärahoilla (etenkin lisätalousarvioissa) voidaan toteuttaa isompiakin parantamisinvestointeja. Ratojen kehittämisinvestoinneille on puolestaan tyypillistä, että hankkeeseen sisältyy huomattavia peruskorjaukseen kohdistettavia kustannuksia.

Ratainvestointien vaikutusarviointiin on menetelmälliset perusvalmiudet ratahankkeiden arviointiohjeen ja siihen liittyvien yksikköarvojen ja arviointimallien avulla. Perusradanpidon määrärahoilla toteutettavat erilliset parantamisinvestoinnit esimerkiksi kolmioraiteisiin, suurimman sallitun kantavuuden tai nopeuden suurentamiseen tai tasoristeysturvallisuuden parantamiseen voidaan arvioida hankearvioinnin ohjeiden ja menetelmien mukaisesti. Tässä raportissa on pääasiassa keskitytty isojen korvausinvestointien eli peruskorjausten vaikutuksiin ja niiden arviointiin. Peruskorjauksista ei säännönmukaisesti laadita erillisiä hankearviointeja tai muita kannattavuusarviointeja. Mahdollisesti useimmat merkittävimmät peruskorjaukset on yhdistetty kehittämishankkeisiin, jolloin peruskorjaus on sijoitettu vertailuvaihtoehtoon eikä sen vaikutuksia ole erikseen tutkittu. Vähäliikenteisten ratojen parantamisesta on tehty muutamia erillisiä hankearviointeja.

Tämän esiselvityksen perusteella päätellään, että kaikista rataverkon peruskorjauskohteista olisi mahdollista tehdä hankearvioinnin ohjeistusta soveltavat kannattavuuslaskelmat ja mahdollisesti kattavampikin hankearviointi. Kannattavuusarvioinnilla selvitettäisiin hanketasolla tehokkain peruskorjauksen toteutuksen vaihtoehto ja saataisiin eri hankkeiden kesken vertailukelpoinen arviointitulokset kohteiden priorisoinnissa hyödynnettäväksi (muiden tekijöiden rinnalla). Arvioinnissa olisi tehtävä oletuksia etenkin vertailuvaihtoehdosta, mutta samalla tuotettaisiin tietoa ja kokemusta perusradanpidon investointien vaikutusarvioinnin kehittämiseksi. Olisi eduksi, jos peruskorjaushankkeiden suunnitteluun sisältyisi myös vertailutilanteen suunnittelua.

7.2 Investointien vaikutukset ja niiden arviointimenetelmät

Ratojen korjausten ja parantamisinvestointien keskeiset vaikutusmekanismit ovat seuraavat:

- Peruskorjauksessa radan rakenteet uusitaan ja korjataan ja palautetaan radan palvelutaso. Tämä seurauksena radan kunnossapidon tarve vähenee ja kunnossapitokustannukset pienenevät. Tämä säästö kohdistuu radanpitäjälle.
- Peruskorjauksen myötä radan huonokuntoiset osat poistetaan, jolloin ei tarvita huonosta kunnosta johtuvia nopeus- tai painorajoituksia. Myös radan osien vikaantuminen ja vioista johtuvat myöhästymiset vähenevät. Nopeuksien ja myöhästymisten muutokset vaikuttavat matkustajien, tavaravaran ja liikennöinnin aikakustannuksiin. Hyötyjiä ovat matkustajat, työasiamatkustajien työnantajat, junaliikennöitsijät sekä junakuljetusta käyttävät yritykset.
- Jos hankkeessa tehdään matkaa lyhentäviä toimenpiteitä (kuten kolmio-raide), niin liikenteen nopeus muuttuu, mistä aiheutuu aikahyötyjä edellä kuvatulla tavalla. Liikenteen nopeutuminen voidaan saada aikaan myös poistamalla tasoristeyksiä ja tekemällä muita suuremman nopeustason vaatimia toimenpiteitä.
- Jos hankkeessa tehdään suurinta sallittua akselipainoa lisääviä toimenpiteitä, voidaan junissa kuljettaa enemmän lastia, mikä pienentää kuljetuskustannuksia. Suurempi lastikoko ja painavimmat junat vaikuttavat myös dieselveitoisten junakuljetusten päästöihin sekä radan kulumiseen.
- Jos hankkeeseen kuuluu tasoristeyksen peruskorjaus tai tasoristeyksen turvallisuuden parantaminen tai tasoristeyksen poisto, niin hanke parantaa tasoristeysturvallisuutta.
- Jos hanke on edellytys sille, että radalla voidaan ylipäänsä liikennöidä (eli vertailuvaihtoehtona on radan sulkeminen liikenteeltä), niin vaikutukset ovat edellä kuvattua laajemmat. Ensinnäkin radan sulkeminen poistaa sen kunnossapitotarpeen (ainakin pääosin), radan tasoristeyksissä tapahtuvien onnettomuuksien riskin ja junaliikenteen päästö-, melu- ja tärinähaitat. Myös junien liikennöintikustannukset poistuvat tämän radan osalta. Kuljetukset ja matkat siirtyvät autoihin, mikä lisää tieliikenteen ajoneuvokustannuksia ja tiekuljetusten kustannuksia. Tieliikenteen lisääntyminen puolestaan lisää tieliikenteen onnettomuusriskiä, päästöjä ja meluhaittoja.

Peruskorjaushankkeen vaikutusarvioinnissa on perusteltua soveltaa hankearvioinnin yhteisiä periaatteita, jotta säilytetään vertailukelpoisuus kehittämis- ja parantamishankkeisiin. Hankearvioinnin yksikköarvoista löytyvät lähtötiedot aika-, ajoneuvo-, liikennöinti-, päästö- ja onnettomuuskustannusten arvottamiseen. Hankearvioinnin menetelmillä voidaan arvioida perusradanpidon parantamisinvestointien vaikutukset, mutta peruskorjaushankkeiden arviointiin tieto-

pohja ei ole riittävä. Merkittävimmät tietopuutteet kohdistuvat kunnossapitokustannuksiin, kunnan takia asetettaviin nopeusrajoituksiin ja radan kuntotilan, vikaantumisten ja myöhästymisten riippuvuuksiin. Hankearvioinnin ohjeistusta ja menetelmiä uudistettaessa olisi jatkossa otettava huomioon myös peruskorjaushankkeiden arviointi.

Kunnossapitokustannuksista on seurantatietoa rataosittain. Näiden tietojen perusteella ei ole johdettavissa yleisiä yksikköarvoja arvioinnissa sovellettavaksi. Peruskysymys on, miten peruskorjaus (radan kunto) muuttaa radan kunnossapitokustannuksia. Radanpidon kustannuksissa on tapauskohtaisia vaihteluita johtuen erilaisista kunnossapitosopimuksista ja mahdollisesti erilaisista käytännöistä erikseen tilattavien töiden ja pienten korvausinvestointien (tehostetun kunnossapidon) toteutuksessa.

Tulevaisuudessa radanpidon kehittyneet tietojärjestelmät ja analytiikka mahdollistavat radan kunnossapitotarpeen ja ikääntymisen välisen yhteyden tutkimisen ja mallintamisen. Tällä tiedolla pystyttäisiin arvioimaan radan korjaustarpeiden ajoitusta ja vaikutuksia. Tietoa pitää kuitenkin koota vielä 5–10 vuotta, ennen kuin aikasarjojen analysointi ja mallintaminen on mahdollista. Siihen asti peruskorjaushankkeiden vaikutuksista kunnossapitokustannuksiin voidaan tehdä tapauskohtaisia perusteltuja arvioita nykytilanteen tietojen pohjalta.

Kunnosta johtuvan nopeusrajoituksen asettaminen on käytännössä tapauskohtaista harkintaa. Kunnossapidon ratateknisissä ohjeissa asetetaan kunnossapitoluokittain ja nopeustasoittain raja-arvoja sille, kuinka paljon mitäkin virhettä eri rakennosissa sallitaan. Virhemäärän ylittyessä tehdään paikallinen korjaus tai uusiminen osana kunnossapitosopimusta, erikseen tilattavana työnä tai korvausinvestointina. Jos korjausta ei voida tehdä, pitää kohteeseen asettaa nopeusrajoitus. Rajoitusten ja kunnossapitotoimien kombinaatioiden mallintamiseen tuleville vuosikymmenille ei ole vielä tietopohjaa, menetelmiä tai käytäntöjä (koska peruskorjaushankkeiden vaikutuksia ei ole arvioitu). Geometrisen kunnan ja nopeustason riippuvuuksien mallintamisen edellytykset paranevat vuodesta 2021 lähtien, kun radantarkastusvaunu Meeri alkaa tuottaa käyttökelpoista dataa. Mallien muodostamiseen riittävien aikasarjojen muodostuminen vaatii kuitenkin usean (5–10) vuoden mittaukset.

Vaikutusten arvioinnin kannalta on kuitenkin olennaista huomata, että todelliset matka-ajat muodostuvat aikataulun ja siitä myöhästymisten seurauksena. Peruskorjaushankkeiden arvioinnissa asia on toistaiseksi hallittavissa kohtuullisesti siten, että vertailuvaihtoehdossa todennäköiset nopeusrajoitukset päätellään kuntotilan, vastaavilla radoilla olevien nopeusrajoitusten ja suunnittelun peruskorjaushankkeen sisällön avulla. Nopeusrajoitus otetaan huomioon aikataulun tasolla pyöristämällä rajoituksen aiheuttama lisäaika 5 minuutin tarkkuudella. Näin pystytään määrittämään vaikutuksen suuruusluokka ja testaamaan kannattavuuden herkkyyttä matka-ajan lisäyksille. Aikataulumuutoksista herää myös kysymys siitä, kuinka vaikutukset heijastuvat muille rataosille.

Radan kunnosta johtuvat myöhästymiset voivat aiheuttaa merkittäviä aikakustannuksia vilkasliikenteisellä radalla. Toteutuneista myöhästymisistä on olemassa täsmällisyysdata, jonka käyttö tosin edellyttää aineiston hyvää tuntemusta. Joka tapauksessa, toteutuneiden myöhästymiset ja niiden syyt tunnetaan. Näin saadaan selville arviointikohteen nykytila. Sen sijaan ei ole tietoa siitä,

miten radan kuntotila tai sen muutokset vaikuttavat radasta johtuvien myöhästyminen määrään. Tässä esiselvityksessä tehdyt tarkastelut eivät tuottaneet vielä riittävää tietopohjaa yksikköarvojen tai "nyrkkisääntöjen" määrittämiseksi. Voidaan tunnistaa, että täsmällisyysdatasta on tulevaisuudessa aiheellista tehdä kattavampaa analyysiä yhdistämällä se edellä kuvattuihin nykyistä parempiin radan kunnon ja radanpito toimenpiteiden aikasarjoihin. Näin voidaan johtaa yksikköarvoja täsmällisyyden muutoksen arviointiin käytettäväksi raitainvestointien arvioinnissa.

7.3 Perusradanpidon investointien kannattavuus

Perusväylänpidon investointien kannattavuutta voidaan ja pitää arvioida vertailukelpoisesti kehittämishankkeiden kanssa. Tässä esiselvityksessä tehtiin vain muutama esimerkkilaskelma. Niiden perusteella voi päätellä, että peruskorjaushankkeista voidaan tuottaa hankearvioinnin mukaiset kannattavuuslaskelmat, joilla voidaan tutkia oletuksiin perustuvien lähtötietojen merkitystä ja tehdä päätelmiä hankkeen tehokkuudesta. Tarkastellut rataverkon pääväylien yhteysvälien peruskorjaukset osoittautuvat tehtyjen oletusten puitteissa lähes tai selvästi yhteiskuntataloudellisesti kannattaviksi.

Esimerkkilaskelmien perusteella voidaan myös päätellä, että peruskorjaushankkeiden suunnittelussa olisi perusteltua tuottaa useampia hankevaihtoehtoja. Varsinkin jos radalla on melko vähän henkilöliikennettä, voi olla yhteiskuntataloudellisesti tehokkain vaihtoehto tehdä pieniä korvausinvestointeja sitä mukaa kun radan eri osien käyttöikä niin edellyttää.

Perusradanpidon investoinnit eivät ole kategorisesti tehokkaampia tai tehottomampia kuin rataverkon kehittämisinvestoinnit. Kaikki kohteet on tutkittava tapauskohtaisesti. Tämä pätee niin perusradanpidon korvausinvestointeihin (isoihin peruskorjaushankkeisiin) kuin perusradanpidon parantamisinvestointeihin. Olennaista on, että vaikutuksia tutkitaan vertailukelpoisin menetelmin.

7.4 Suositukset jatkotoimenpiteistä

Esiselvityksen perusteella perusradanpidon investointien vaikutusarvioinnin kehittämisessä voitaisiin edetä seuraavilla tavoilla:

1. Rataverkon peruskorjauskohteista tehdään hankearviointeja. Arvioinneissa sovelletaan ratahankkeiden arviointiohjetta ja tätä esiselvitystä. Soveltamisen periaatteet määritellään ensin erillisessä muistiossa. Hankearviointien tekemiseen kytketään peruskorjaushankkeiden suunnitteluosaamista. Arvioinneissa tutkitaan 1–3 peruskorjauksen hankevaihtoehtoa suhteessa heikentyneeseen nykytilaan kuvaavaan vertailuvaihtoehtoon. Kannattavuuslaskelma on tehtävien hankearviointien keskeinen sisältö ja tulos. Herkkyystarasteluihin tulee panostaa tavanomaista hankearviointia enemmän, koska arvioinnissa on tehtävä paljon oletuksia. Arviointeihin sisällytetään tavoite arviointimenetelmän kehittämisestä, mikä tarkoittaa muun muassa tapauskohtaisten havaintojen kirjaamista vertailuvaihtoehdon määrittämisestä, lähtötietojen hankinnasta ja arvioinnissa tehdyistä valinnoista.

-
2. Peruskorjaushankkeiden suunnitelmiin lisätään vertailuvaihtoehdon suunnittelua. Suunnitelmassa määritellään, millaista kunnossapitoa rataosalla todennäköisimmin tehdään ja millaisia rajoituksia liikenteelle asetetaan, jos hanketta ei toteuteta. Suunnitelmassa tulisi myös tarkastella peruskorjauksen toteutuksen todennäköisesti edellyttämiä työrakoa ja toteutusaikaa sekä sitä, miten vertailuvaihtoehdon eroaa ratatöiden toteutuksessa ja sen aiheuttamissa haitoissa.
 3. Rataverkon kunnossapitosopimuksissa edellytetään jatkossa rataosa- ja tuotenimikkeistökohtaista suorite- ja kustannusraportointia. Tiedot kootaan vuositason tietokannaksi käytettäväksi 5–10 vuoden kuluttua lähtöaineistona radan kuntotilan, korjausten ja kunnossapitokustannusten välisten syy-seuraussuhteiden analyysiin.
 4. Hankearvioinnin ohjeistuksessa on käsiteltävä tarkemmin perusradanpidon investointien vaikutusarviointia. Täydennystarpeita on muun muassa vertailuasetelman määrittelyssä ja peruskorjauksen erottamisessa omaksi vaihtoehtokseen, kunnossapitokustannusten yksikköarvojen määrittelyssä ja nopeusrajoitusten sekä myöhästymisten muutosten käsittelyssä. Muutos- tarpeita arvioidaan ja toteutetaan hankearviointiohjeiden seuraavan päivityksen yhteydessä ottaen huomioon myös maanteiden ja vesiväylien korvausinvestointien arviointitarpeet.

Lähdeluettelo

- Koskela, O-L. (2011). [Ratojen elinkaariajattelu ja ratahankkeiden kannattavuus-laskennan ongelmat](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 8/2011.
- Lapp, T. (2020a). Saarijärvi–Haapajärvi-radnan peruskorjaus. Hankearviointi. Luonnos 13.11.2020.
- Lapp, T. (2020b). Heinävaara–Ilomantsi-radnan peruskorjaus. Hankearviointi. Luonnos 13.11.2020.
- Liikennevirasto (2017). [Perusväylänpito ja liikenneväylien korjausvelkaohjelma 2016–2018](#). Väiliraportti 6/2017.
- Liikennevirasto 2017.Liikennevirasto (2018a). [Valtakunnalliset liikenne-ennusteet](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018.
- Liikennevirasto (2018b). [Rautateiden verkkoselostus 2020](#). Liikenneviraston väylätietoja 2/2018.
- LVM (2019). [Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma: Vaikutusten arviointiohjelma](#). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 10:2019.
- Paavilainen, J., Mäkelä, T., Salkonen, R. (2009). [Rataverkon kunnan ja sen liikenteellisten vaikutusten visualisoinnin lähtökohdat](#). Ratahallintokeskuksen julkaisu RHK A 1/2009.
- Peltola, H., Seise, A., Leden L., Virkkunen, M. (2012). [Rautateiden tasoristeysten turvallisuuden arviointi. TARVA LC](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2012.
- Pietilä, K., Halminen, A., Korkeamaa, A., Alameri, A. (2020). [Seinäjoki–Vaasa-hankearviointi](#). Nopeudennosto (Sn 140). Väyläviraston julkaisu 61/2020.
- RHK (2006). [RATO 13 Radan tarkastus](#). Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Ratahallintokeskus 2006.
- Ristikartano, J, Iikkanen, P., Touru, T. (2012). [Rakentamisen aikaiset vaikutukset hankearvioinnissa](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 12/2012.
- Traficom (2020). Liikenneverkon strateginen tilannekuva. Huhtikuu 2020.
- Väylävirasto 2019. [Rautatieliikenteen häiriökirjausten syykoodiston käyttökäsi-kirja](#). Väyläviraston ohje 27.5.2019.
- Väylävirasto (2020a). [Rataverkon välityskyvyn kokonaiskuva](#). Väyläviraston julkaisu 30/2020.
- Väylävirasto (2020b). [Ratahankkeiden arviointiohje](#). Väyläviraston ohjeita 39/2020.
- Väylävirasto (2020c). [Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2018](#). Väyläviraston ohjeita 40/2020.

Väylävirasto (2020d). Rautateiden henkilöliikenteen matkat vuonna 2019. Väylävirasto 18.2.2020.

Väylävirasto (2020e). Rautateiden tavaraliikenteen kuljetusvirrat vuonna 2019. Väylävirasto 17.5.2020.

Väylävirasto (2020f). [Rautateiden verkkoselostus 2022](#). Väyläviraston julkaisuja 52/2020.



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 78-952-317-858-8
www.vayla.fi