

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous, Insinööri

2019

Riika Vahtera

RAUTATIEVAIHTTEIDEN ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous, Insinööri

2019 | 42 sivua

Riika Vahtera

RAUTATIEVAIHTEIDEN ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää rautatievaihteiden kunnossapitoprosessia niin, että tuleviin töihin pystyttäisiin varautumaan mahdollisimman hyvin. Työ tehtiin toimeksiantona NRC Group Finland Oy:lle, joka on Pohjoismaiden isoin infra-alan toimija. Tavoitteena oli löytää kehityskohteita, joita yritys voi hyödyntää rautatievaihteiden kunnossapidossa saadakseen siitä entistä ennakoivampaa ja tehokkaampaa.

Opinnäytetyö alkaa teoriaosuudella, jossa esitellään rautatievaihteita, niiden kunnossapitoprosessia sekä kuvataan ennakoivan kunnossapidon tavoitteita ja menetelmiä. Teoriaosuuden jälkeen kartoitetaan nykytilannetta haastattelemalla vaihteasentajia sekä vaihteista vastaavaa työmaamestaria.

Työn lopputuloksena löydettiin kehityskohteita ja -ideoita, joiden avulla yritys voi kehittää rautatievaihteiden kunnossapitoa. Ideoina nousi esiin mm. vaihteiden käyttöasteeseen perustuva huoltoaikataulu, yleisen työsuunnittelun parantaminen sekä LEAN ja TPM-menetelmien hyödyntäminen. Lisäksi luotiin ehdotus vaihteiden tiedot sisältävästä Excel-taulukosta.

ASIASANAT:

Vaihteet, rautatie, kunnossapito, LEAN-ajattelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Engineering and Management

2019 | 42 pages

Riika Vahtera

PROACTIVE MAINTENANCE OF RAILWAY TURNOUTS

The objective of this thesis was to develop the proactive maintenance of railway turnouts in order to plan and optimize the activities as well as possible. The client of this thesis was NRC Group Finland Oy, which is a leading operator in the infrastructure sector. The aim was make development suggestions for railway turnouts maintenance that the company can use in railway turnouts maintenance when they are developing it to become more proactive.

The thesis begins with a theory part. There is a review of railway turnouts, maintenance of railway turnouts and proactive maintenance generally. After this part the current situation is charted by interviewing mechanics and foreman who is responsible of railway turnouts.

As the result of this thesis there given several development targets and ideas that the company can use in maintenance of railway turnouts. Ideas that came up among other things were maintenance timetable which is based on utilization rate, making the general work planning better and exploitation of LEAN and TPM-methods. Along with these were created suggestion of Excel-table which include data of railway turnouts.

KEYWORDS:

Turnouts, railway, maintenance, LEAN-thinking

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 SUOMEN RATAVERKKO JA VAIHTEET SEN OSANA	8
2.1 Vaihteiden osat ja rakenne	9
2.2 Vaihdetyypit	10
2.3 Vaihteiden merkintä	13
3 VAIHTEIDEN KUNNOSSAPITO	15
3.1 Vaihteen tarkastus	15
3.2 Vaihteiden peruskunnossapito	16
3.3 Vaihteen erilliskunnossapito	20
3.4 Toimenpiteet vauriotilanteessa	21
4 ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO	23
4.1 Kunnossapito ja sen tavoitteet	23
4.2 TPM - Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito	26
4.2.1 TPM-prosessi	27
4.2.2 TPS-tuotantojärjestelmä	29
4.3 Kunnossapitotoiminnan kehittäminen	31
5 NYKYTILANNE	34
6 KEHITTÄMISEHDOTUKSET	37
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
LÄHTEET	42

LIITTEET

Liite 1. Vaihdetaulukko

KUVAT

Kuva 1. Oikeakätinen yksinkertainen vaihde	10
Kuva 2. Vasenkätinen yksinkertainen vaihde	11
Kuva 3. Tasapuolinen yksinkertainen vaihde	11
Kuva 4. Yksinkertainen sisäkaarrevaihde	11
Kuva 5. Yksinkertainen ulkokaarrevaihde	12
Kuva 6. Vasenkätinen kaksoisvaihde	12
Kuva 7. Kaksipuolinen risteysvaihde	13
Kuva 8. Raideristeys	13
Kuva 9. Vaihteen merkintä	14
Kuva 10. PSK 6201 mukaiset kunnossapitolajit	23
Kuva 11. Kunnossapidon kustannusten tavoitealue	25
Kuva 12. TPM-malli	27

SANASTO

RATO	Ratatekniset ohjeet eli RATO on Liikenneviraston ohjekoelma, jonka noudattamista edellytetään kaikilla Liikenneviraston hallinnoimilla raiteilla.
Vaihde	Ratalaite, joka mahdollistaa junan siirtymisen raiteelta toiselle.
Tukikerros	Pitää raiteen geometrisesti oikeassa asennossa muodostaen sille tasaisen ja kantavan alustan. Materiaalina käytetään joko raidesepeliä tai soraa.
TPM	Total Productive Maintenance eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.
LEAN	Toyotan toimintatapaan perustuva ajattelutapa/kehittämisfilosofia.
TPS	Toyotan kehittämä tuotantojärjestelmä, johon TPM ja LEAN pohjautuvat.

1 JOHDANTO

Rautatievaihteet ovat radan liikennöinnin kannalta keskeisiä ratalaitteita, koska niiden avulla juna ohjataan raiteelta toiselle. Vaihteiden kunnossapito on olennainen osa rautateiden kunnossapitoa ja samalla se muodostaa myös merkittävän osan kunnossapidosta aiheutuvista kustannuksista. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää vaihteiden kunnossapitoprosessia niin, että tuleviin töihin pystyttäisiin varautumaan mahdollisimman hyvin. Työn toimeksiantaja on NRC Group Finland Oy (entinen VR Track Oy). NRC Group Finland Oy on Suomessa toimiva infrahankkeiden suunnittelutoimisto, rakennusliike sekä kunnossapitoyritys. Yritys toimittaa ratamateriaaleja ja tarjoaa monipuolisesti kalustopalveluja sekä esimerkiksi raiteiden ja vaihteiden hitsauspalveluja työmaille. Asiakkaita ovat valtion ja kuntien toimijat sekä mm. satamat ja teollisuusyritykset. NRC Group Finland Oy kuuluu norjalaiseen NRC Groupiin, joka on isoin infra-alan toimija Norjassa, Suomessa ja Ruotsissa. Suomessa työskentelee noin 1450 infrahankkeiden ammattilaista ja liikevaihto on noin 300 miljoonaa euroa. (NRC Group 2019.) Tässä työssä keskitytään vaihteiden kunnossapitoon Etelä-Suomen yksikön kunnossapitoalueella kaksi. Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen, koska vaihteiden kunnossapitotoiminnassa olisi toimeksiantajan mielestä kehitettävää. Lisäksi rautateiden kunnossapitoa tarjoavien yritysten määrä on kasvanut ja kilpailu kiristynyt.

Tässä tutkimuksessa esitellään rautatievaihteita, niiden kunnossapitoprosessia sekä yleisesti ennakoivaa kunnossapitoa. Tarkoituksena on löytää kehityskohteita, joita NRC Group Finland Oy:n Etelä-Suomen yksikkö voi hyödyntää vaihteiden kunnossapidossa saadakseen siitä entistä ennakoivampaa sekä tehokkaampaa. Tutkimus lähtee liikkeelle teoriaosuudella, jossa tutustutaan tarkemmin rautatievaihteisiin, niiden osiin ja rakentamiseen sekä erilaisiin vaihdetyyppeihin. Tämän jälkeen esitellään vaihteiden perus- ja erilliskunnossapitoa, mitä töitä ne sisältävät ja miten niitä tehdään. Neljännessä luvussa tutustaan yleisesti ennakoivaan kunnossapitoon – mitä se on ja miten kunnossapidosta voidaan saada ennakoivampaa ja sitä kautta tuottavampaa ja tehokkaampaa? Teoriaosuuden jälkeen tutkimuksessa haastatellaan vaihdeasentajia sekä vaihteista vastaavaa työmaamestaria. Haastatteluiden sekä teoriaosuuden pohjalta tehdään kehitysehdotuksia sekä johtopäätöksiä siitä, miten vaihteiden kunnossapidosta saataisiin entistä ennakoivampaa ja tehokkaampaa.

2 SUOMEN RATAVERKKO JA VAIHTEET SEN OSANA

Rautateiden rooli yhteiskunnassa on merkittävä, koska ne tarjoavat nopean liikenteen kaupunkien välillä niin henkilö- kuin tavarajunille. Viimeisen 20 vuoden aikana Suomen rautatieliikenteen matkamäärät ovat kasvaneet, vaikka kasvu ei olekaan ollut jokavuotista. Kaukoliikenteessä merkittävimmät uudistukset ovat olleet rataverkon kehittäminen sekä sen sähköistäminen. (Liikennevirasto 2018.) Suomen rautateiden muodostaman rataverkon pituus on kokonaisuudessaan 5923 km ja sähköradan osuus on siitä 3362 km. Sähköistys on tehty vaihtovirtaan perustuvalla 25 kV, 50 Hz järjestelmällä. Rataverkosta yli 89% on yksiraiteista ja lähes kaikkia ratoja on mahdollista käyttää sekä matkustaja- että tavaraliikenteeseen. Suomen rataverkolle tunnusomaista on 1524 mm leveä raideleveys, joka poikkeaa esimerkiksi Ruotsista, jossa on käytössä normaali eurooppalainen raideleveys 1435 mm. (Logistiikan Maailma 2019.)

Rautateiden tavoitteena on turvata päivittäinen liikennöitävyys sekä varmistaa rautatieturvallisuus. Radan kunnossapito ja peruskorjaukset eivät kuitenkaan pelkästään riitä siihen, että raideliikennettä voidaan kehittää ja markkinaosuutta kasvattaa. Näitä asioita varten tarvitaan erillisiä kehittämistoimia. (Liikennevirasto 2018.) Yksi merkittävimmistä haasteista on rataverkon korkea ikä, koska noin 40% siitä on tehty yli 30 vuotta sitten. Tästä syystä on tärkeää uusia rataverkkoa, jotta liikennerajoituksilta voidaan välttyä. (Liikennevirasto 2012.) Rataverkon ylläpidosta, kehittämisestä ja kunnossapidosta vastaa Väylä eli entinen Liikennevirasto. Toiminnan tavoitteena on rataverkon kunnossapito niin, että liikennöinti on sekä turvallista että tehokasta. Toiminta jakautuu alueittain Etelä-, Itä-, Länsi-, ja Pohjois-Suomen alueille. Jokaisella alueella on nimetyt rataisännöitsijät, jotka vastaavat mm. kunnossapitotöiden valvomisesta, maankäyttöasioista sekä erilaisista rataverkon hallintaan liittyvistä lupa-asioista. (Väylä 2017.)

Rautatievaihteet ovat radan liikennöinnin kannalta keskeisiä ratalaitteita, koska niiden avulla juna ohjataan raiteelta toiselle. Vaihteet ovat myös matkustusmukavuuden kannalta radan kriittisimpiä ja keskeisimpiä osia. (Nummelin 1994, 7.) Vaihdemäärä kasvoi 1960-luvulle saakka, kun uusia ratoja ja ratapihoja rakennettiin. Vaihteita ja raideristeyksiä on ollut eniten vuonna 1966, jolloin niitä oli 8802 kpl VR:n raiteissa. Tämän jälkeen vaihdemäärä on laskenut, koska kunnossapito on tullut vähäliikenteisissä vaihteissa suhteellisesti yhä kalliimmaksi. Kohonneet kunnossapitokustannukset johtuvat työvoimakustannusten noususta sekä lisääntyneistä turvalaitevaatimuksista. (Nummelin 1994,

12.) Suomen rataverkolla oli vuonna 2017 5308 vaihdetta (Traficom Rautatietilasto 2017).

2.1 Vaihteiden osat ja rakenne

Eniten käytetyn vaihdetyypin eli yksinkertaisen vaihteen pääosat ovat kielisovitus, vaihteen asetin, väliskot, 1-kärkinen risteys ja vastakiskosovitukset. Vaihteen muita osia ovat tukikiskot, kielet, vastakiskojen tukikiskot, vastakiskot, siipikiskot, kärkiskot, vaihteen matemaattinen keskipiste sekä risteuksen matemaattinen risteyspiste. (Liikennevirasto 2012.)

Nykyaikaisen rataiskon muoto ja materiaali on suunniteltu niin, että sen käyttöiästä saataisiin mahdollisimman pitkä. Iskön käyttöikään vaikuttaa kulumisen lisäksi iskön väsyminen. Kun tietty määrä juna on kulkenut iskön yli, alkavat pienetkin viat ja epäpuhtauskohdat iskoteräksessä muuttua murtumiksi. Käyttöään lisäksi iskön muodolla, asennolla ja pintojen kunnolla on merkittävä vaikutus siihen, kuinka hyvin juna pääsee kulkemaan iskua pitkin. Tukiskot ja kielet yhdessä muodostavat kielisovituksen, joka on vaihteen toiminnan kannalta tärkeä osa. Kielisovitukset voivat olla nivelkantaisia, joustokielisiä tai joustokiskokielisiä. Kielisovitusten rakenne vaihtelee eri vaihdetyyppien mukaan. (Nummelin 1994, 53-68.) Jokaisessa yksinkertaisessa vaihteessa on kaksi kielisovitusta (Resiina 3/1996, 7). Yksinkertaisen vaihteen pääosiin kuuluu myös 1-kärkinen risteys. 1-kärkisiä risteyskoja ovat sekä kiinteät että kääntyväkärkiset risteyskoja. Kiinteät 1-kärkiset risteyskoja on valmistettu mangaaniteräksestä sekä iskusta, täysiskusta ja tauotusta kärkiosasta. Kääntyväkärkisiä risteyskoja käytetään vaihteissa, joiden risteyskulma on 1:25 tai loivempi. Vastakiskojen tehtävänä on liikkuvan kaluston pyörien ohjaaminen risteyskojen kärjen ja siipiskokojen välisen alueen yli. Vaihteenasetin taas on osa vaihteenkääntölaitetta ja niitä käytetään käsin asetettavassa vaihteessa sekä raiteensulun asettimena. (Liikennevirasto 2012.)

Liikenneviraston (2012) mukaan vaihteen rakenteelle on asetettu seuraavat perusvaatimukset:

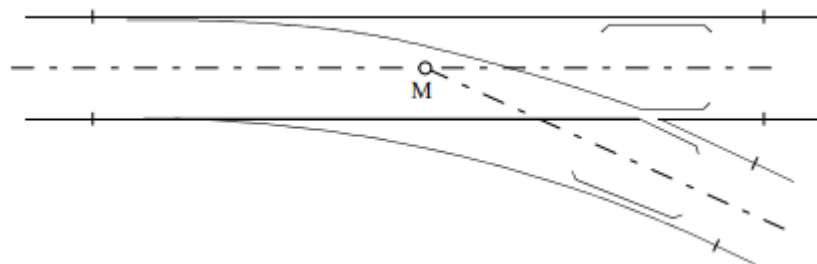
- *junan tulee kulkea vaihteessa kulkusuunnasta, nopeudesta ja akselipainosta riippumatta pehmeästi ja sysäyksettömästi*
- *kielien asennon tulee olla tukeva ja kielen on liityttävä tiukasti tukiskoon myös junan kuormituksen alaisena*

- *pieni vaihteen virhe ei saa suistaa junaa radalta*
- *vaihteen on oltava käännettävissä tarpeellisella varmuudella ja riittävän kevyesti kaikissa olosuhteissa*
- *vaihteen osien tulee olla kestäviä ja pienin kustannuksin kunnossapidettävissä*
- *vaihteeseen tulee voida asentaa tarpeelliset varusteet ottaen huomioon myös sen talvikunnossapito.*

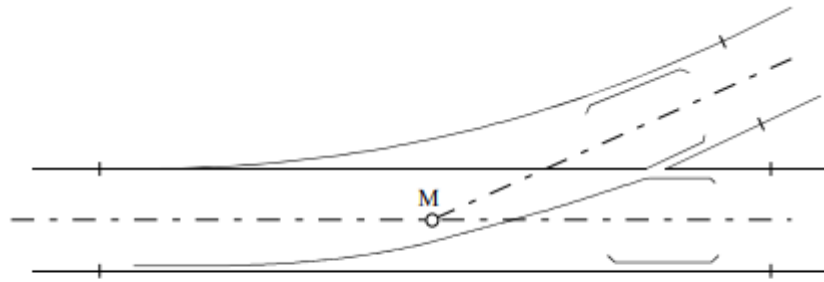
2.2 Vaihdetyypit

Suomessa on käytössä neljä eri vaihdetyyppiä, joita ovat yksinkertaiset vaihteet, kaksoisvaihteet, risteysvaihteet sekä raideristeykset. Eniten käytetty vaihdetyyppi on yksinkertainen vaihde. Sen pääosat ovat kielisovitus, vaihteen asetin, välikiskot, 1-kärkinen risteys sekä vastakiskosovitukset. (Liikennevirasto 2012.) Nämä osat jaetaan yleensä kolmeen eri elementtiin, joita ovat kielisovituselementti, välikiskoelementti sekä risteys- ja vastakiskoelementti. Esimerkiksi vaihteen kuljetus sen asennuspaikalle tapahtuu tällaisina elementteinä. (Nummelin 1994, 7.)

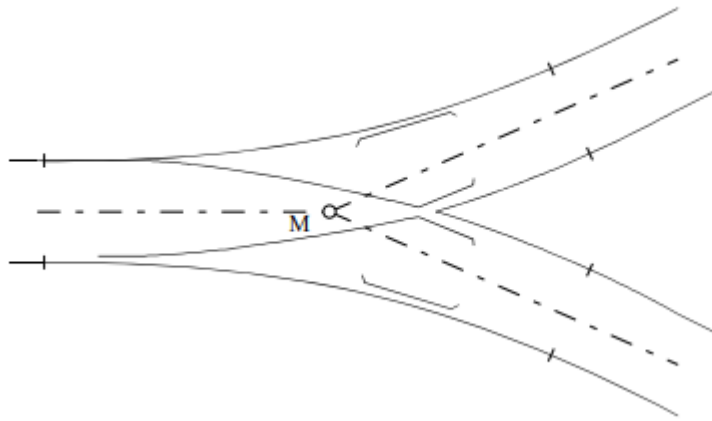
Yksinkertaisissa vaihteissa (YV) on suora ja poikkeava raide. Vaihteet jaetaan lyhyihin ja pitkiin vaihteisiin risteyskulman ja vaihteen poikkeavan raiteen kaarresäteen mukaan. Lyhyiden vaihteiden suurin sallittu nopeus poikkeavalla raiteella on 40 km/h ja pitkillä vaihteilla yli 40 km/h. (Liikennevirasto 2012.) Kuvissa 1-5 on esitelty viisi erilaista yksinkertaista vaihdetta.



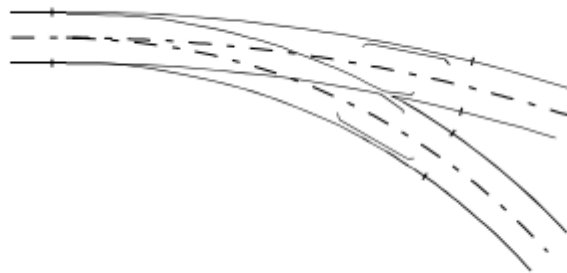
Kuva 1. Oikeakätinen yksinkertainen vaihde (Liikennevirasto 2012)



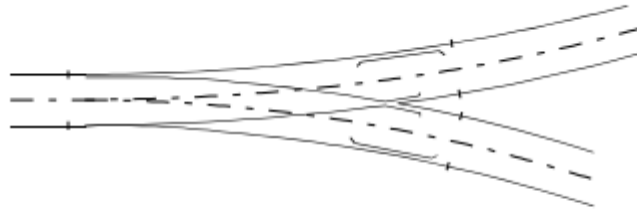
Kuva 2. Vasenkätinen yksinkertainen vaihde (Liikennevirasto 2012)



Kuva 3. Tasapuolinen yksinkertainen vaihde (Liikennevirasto 2012)

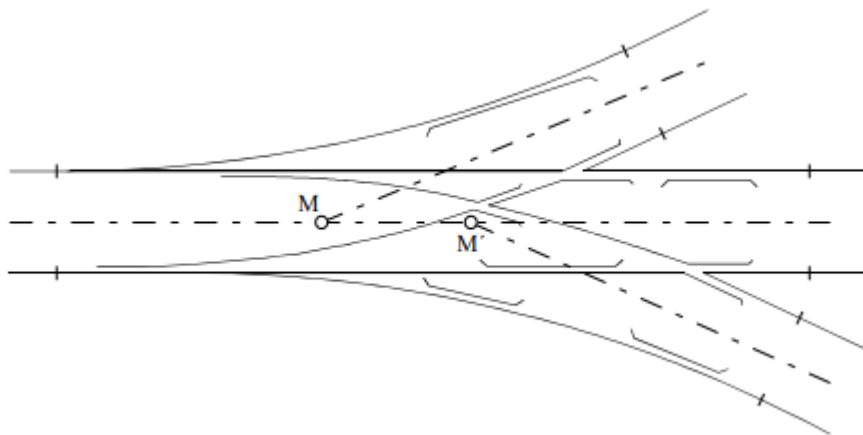


Kuva 4. Yksinkertainen sisäkaarrevaihde (Liikennevirasto 2012)



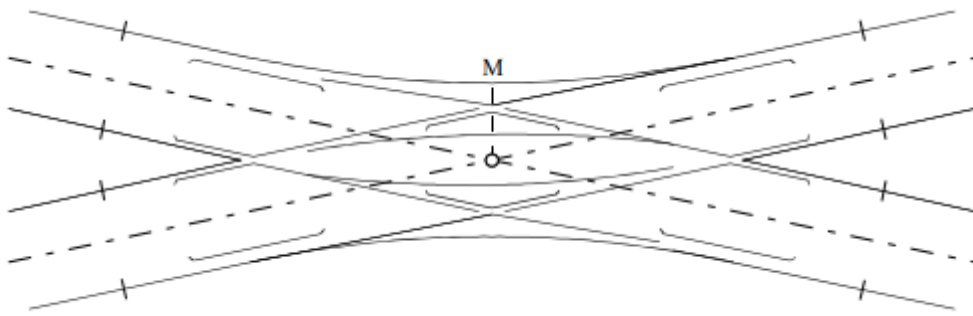
Kuva 5. Yksinkertainen ulkokaarrevaihde (Liikennevirasto 2012)

Kaksoisvaihteessa (KV) kaksi yksinkertaista vaihdetta on kytkettynä sisäkkäin ja tällöin kätisyys määräytyy ensimmäisen poikkeavan raiteen mukaan (Liikennevirasto 2012.) Kaksoisvaihteessa raide haarautuu kolmeksi raiteeksi (Nummelin 1994, 31). Kuvassa 6 on esitelty vasenkätinen kaksoisvaihde.



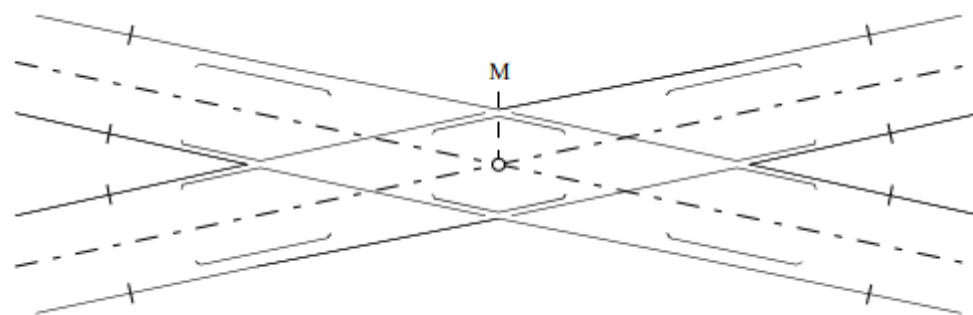
Kuva 6. Vasenkätinen kaksoisvaihde (Liikennevirasto 2012)

Risteysvaihteita ovat kaksipuolinen risteysvaihde (KRV) sekä yksipuolinen risteysvaihde (YRV). Risteysvaihteet koostuvat raideristeyksestä, johon on asennettu joko neljä tai kaksi kielisovitusta. Tämän tyyppisissä vaihteissa on kaksi poikkeavaa raideyhteyttä ja neljä kulkumahdollisuutta. Yksipuolisessa raideristeyksessä on taas yksi poikkeava raideyhteys sekä kolme kulkumahdollisuutta. (Liikennevirasto 2012.) Risteysvaihteista käytetään nimitystä englantilainen vaihde (Nummelin 1994, 32). Kuvassa 7 näkyy kaksipuolinen risteysvaihde.



Kuva 7. Kaksipuolinen risteysvaihde (Liikennevirasto 2012)

Viimeinen vaihdetyyppi on raideristeys (RR). Raideristeyksellä tarkoitetaan kahden raitteen risteyskohtaa. Raideristeyksissä ei ole kielisovituksia. (Resiina 3/1996, 8) Tämä vaihdetyyppi näkyy kuvassa 8.



Kuva 8. Raideristeys (Liikennevirasto 2012)

Raideristeyksessä on neljä risteystä, jotka muodostuvat kahdesta 2-kärkisestä ja kahdesta 1-kärkisestä risteyksestä. 2-kärkisiä risteyskohtia on ainoastaan raideristeyksissä ja risteysvaihteissa. Muissa vaihteissa, joissa raiteet vain erkanevat risteämättä toisiaan, esiintyy vain 1-kärkisiä risteyskohtia. (Nummelin 1994, 32.)

2.3 Vaihteiden merkintä

Vaihdetyyppimerkinnät perustuvat kansainväliseen käytäntöön. Vaihteiden merkinnöistä selviää vaihdetyyppi (YV, TYV, KV, YRV, KRV, SKV, UKV, RR, SRR), kiskopaino (kg/m), poikkeavan raitteen kaaren säde, raidelevyyden levitys tai kiskon lepopinnan kallistus, risteysuhde sekä poikkeavan raitteen suunta (O=oikea, V=vasen). N-kirjain vaihteen

merkinnässä kertoo, että vaihteen poikkeavassa raiteessa ei ole raidelevyden levitystä. P-kirjaimella kerrotaan vaihteen olevan kallistamaton. (Liikennevirasto 2012.)

Vaihdetyyppi selviää helpoiten valmistajalaatasta. Laatat on kiinnitetty kieliin, vastakiskoihin, risteuksen toiseen siipikiskoon ja joissain vaihteissa myös asettimen kohdalla olevaan kärkivahvistukseen, joka sitoo kielisovitukset toisiinsa. Kielisovitusten kätisyyden voi selvittää silmämääräisesti kaarresäteen suunnasta. Oikeanpuoleiset risteykset voidaan tunnistaa parillisesta numerosta valmistajalaatassa. Vastaavasti vasemmanpuoleisissa on pariton numero. Risteystyypit voidaan tunnistaa myös kulkureunojen välistä takajatkoksessa, koska tuo pituus vaihtelee eri risteystyypeillä. (Nummelin 1994, 32.) Kuvassa 9 on esimerkki vaihdemerkinästä.

YV54-200N-1:9-O
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

Kuva 9. Vaihteen merkintä (Liikennevirasto 2016)

Kuvassa olevan vaihteen tyyppi on YV eli kyseessä on yksinkertainen vaihde, jonka kiskopaino on 54 kg/m. Vaihteen poikkeavan raiteen kaarresäde on 200 metriä ja N-kirjain ilmaisee, että vaihteessa ei ole raidelevyden levitystä. Risteyssuhde on 1:9 ja vaihteen poikkeavan raiteen kätisyys on O eli oikea.

3 VAIHTEIDEN KUNNOSSAPITO

3.1 Vaihteen tarkastus

Vaihteen tarkastus sisältää vaihteen sekä vaihdealueen tarkastuksen. Tarkastus suoritetaan niin, että vaihteessa sekä vaihdealueella, pystytään liikkumaan samoilla nopeuksilla ja akselipainoilla kuin raiteilla, jotka liittyvät vaihteeseen. Mikäli vaihteen turvallista liikennöintiä ei pystytä takaamaan, vaihteeseen pitää asentaa nopeusrajoitus, tai vaihteen liikennöinti tulee keskeyttää. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteiden tarkastuksien tiheyteen vaikuttavat se onko kyseessä pääraidevaihte vai sivuraidevaihte. Lisäksi suoran raiteen suurin nopeus vaikuttaa siihen, kuinka usein vaihte tarkastetaan. Mikäli kyseessä on pääraidevaihte, jonka suoran raiteen nopeus ylittää 120km/h, tarkastetaan se ainakin neljä kertaa vuodessa. Tarkastusvälin ei saa antaa ylittää 110 vuorokautta. Muut pääraidevaihteet, joiden suoran raiteen nopeus jää alle 120km/h, tarkastetaan kaksi kertaa vuodessa. Tarkastusväli ei saa ylittää 7 kuukautta. Sivuraidevaihteet tarkastetaan ainakin joka toinen vuosi niin, että tarkastusväli ei ylitä 26 kuukautta. Tarkastusvälejä tulee tihentää sen mukaan, kuinka suurella kuormituksella vaihte on. Pääraidevaihteelle tehdään ainakin kerran vuodessa laajennettu tarkastus, joka tarkoittaa tavanomaisten tarkastuskohteiden lisäksi hitsausteknisten tarkastuksien suorittamista. Kun laajennettu tarkastus on suoritettu, tulee siitä täyttää ”Vaihteen tarkastuksen lisäpöytäkirja”. Kyseistä pöytäkirjaa käytetään, kun suunnitellaan vaihteiden uusimisia. Sivuraidevaihteen kohdalla laajennettu tarkastus tehdään tavallisen tarkastuksen yhteydessä. (Liikennevirasto 2016.) Tarkastukseen kuuluu vaihteen lisäksi myös vaihdealue. Vaihdealue lasketaan alkavaksi $V/2$ m (V =suurin sallittu nopeus) ennen vaihteen etujatkosta ja se päättyy vastaavan matkan päästä takajatkoksen jälkeen. Vaihdealueella selvitetään tarkastusten yhteydessä raiteiden kunto ja keskitytään erityisesti siihen, että raiteet liittyvät saumattomasti vaihteeseen. Vaihdekujilla tarkoitetaan useiden vaihteiden yhdistelmiä. Niissä on tarkastettava vaihteiden ja raiteiden keskinäiset pituus-, sivuttais- ja korkeusasemat. (Nummelin 1994, 117.)

Vaihteen tarkastus aloitetaan mittauksella. Mittaus tehdään niin, että mahdolliset poikkeamat vaihteen mittojen akuuttirajoista voidaan havaita. Mikäli vaihteen mittauksessa havaitaan, että jokin mitta ei vastaa akuuttirajaa, joudutaan liikennöinti keskeyttämään kyseisessä vaihteessa. Näin toimitaan, kunnes poikkeaman aiheuttanut vika on saatu

korjattua. Mittaukset suoritetaan raidetta vastaan kohtisuorassa suunnassa. Vaihteen mittauksen jälkeen vaihteesta tarkastetaan raideleveys vaihdealueella sekä korkeusasema vaihteessa. Korkeusasema tulee tarkistaa myös muualla vaihdealueella, erityisesti alueen rajoilla. Lisäksi tarkistetaan kallistus sekä sivuttaisasema vaihteessa sekä vaihdealueella. Tukikerroksen vajoaus, vaihteen tuenta, yhdyslevyn säätö sekä vaihdepölkkyjen suoruus suhteessa linjakaaviossa esitettyyn kulmaan kuuluu myös tarkastukseen. Näiden jälkeen tarkistetaan vaihdepölkkyjen vaihtotarve, kiskojen jatkosraot, vaihteenosien kiinnitykset, kiskokiinnitykset, kielen liittyminen tukikiskoon ja -tönkkiin sekä vaihteenlukko. Tarkastuksen piiriin kuuluvat myös vaihteenkoskettimet, vaihteen kääntöavustin sekä rullalaakerit. Lisäksi tarkastuksessa tutkitaan vaihteen voitelu ja puhdistustarve sekä kielen säätö ja varmistetaan pitääkö risteystä hiota. Kärkivahvistuksen ja sen eristyksen kunto tarkastetaan ja lisäksi tutkitaan missä kunnossa käyttö- ja tarkistustangot ovat ja pitääkö niitä säätää. Samalla varmistetaan säätömutterien kireys. Kaikki tiedot kirjataan vaihteentarkastuspöytäkirjaan. Laajennetussa tarkastuksessa tutkitaan edellisten lisäksi purseet kielisovituksissa, siipi- ja kärkikiskoissa, vastakiskoissa ja vaihdekaarten kiskoissa. Lisäksi tarkistetaan päällehitsaustarve kielisovituksissa, risteyksissä, vastakiskoissa, välikiskoissa ja jatkoksissa. Eristysjatkosten kunnan tarkistus sekä ankkurointi vaihteen ulkopuolella kuuluvat myös laajennettuun tarkastukseen. Laajennetussa tarkastuksessa katsotaan myös vaihteen ja sen keskeisten teräsosien kunto, jotta voidaan määrittää mahdollinen vaihtotarve. (Liikennevirasto 2016.)

3.2 Vaihteiden peruskunnossapito

Peruskunnossapitoon kuuluu vaihteiden ylläpito niin, että tekniset vaatimukset, käytettävyyden ja liikenneturvallisuus täyttyvät. Kunnossapidon tarkoituksena on estää vikojen ja häiriöiden syntyminen vaihteissa. Peruskunnossapito koostuu kunnossapitotarkastuksista, vaihteen geometrian kunnossapidosta, vaihteen teräsosien ja vaihdepölkkyjen kunnossapidosta, kiinnitysosien, kääntölaitteiden ja vaihteenlukkojen kunnossapidosta, tukikerroksen kunnossapidosta, vaihteen voitelusta, puhdistuksesta ja pesusta sekä talvikunnossapidosta. (Liikennevirasto 2016.) Vaihteiden kunnossapidossa on tärkeää säilyttää tietty työjärjestys, jotta työt saadaan tehtyä sujuvasti ja tehokkaasti. Työjärjestyksen tulee olla seuraava:

1. Mittaus ja tarkastus
2. Materiaalitarpeiden kartoitus (pölkyt jne.)

3. Vaihteen teräsosien kunnostus
4. Vaihdepölkkyjen vaihto, hartsaus tai holkitus
5. Hitsaustyöt
6. Sepelöinti
7. Mittaustyö
8. Konetyö
9. Jälkitarkastukset
10. Täydennyssepelöinti
11. Alueen siistiminen
12. Jälkihoito (esim. hionta) (Nummelin 1994, 116-117.)

Kunnossapitotarkastuksessa tarkastetaan missä kunnossa vaihde on ja voidaanko sillä liikennöidä. Lisäksi tarkastetaan vaihteen kunnossapidolliset tarpeet sekä millaisella aikataululla kyseiset työt tulisi tehdä. Tarkastuksessa tutkitaan myös vaihdeosat ja tarkastetaan niiden kuluneisuus. Samalla suunnitellaan ja arvioidaan yksittäisten osien vaihtotarvetta sekä hitsausteknisiä kunnossapitotöitä. Kyseisessä suunnitelmassa tulee huomioida edellisten lisäksi myös vaaitustulokset sekä se, miten sivusiirrot ja nostot vaikuttavat ratajohtoon. Tarkastuksen yhteydessä määritetään myös vaihteen laitteiden tulevat huoltoajat. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteen geometrian kunnossapidolla tarkoitetaan sitä, että vaihteen mittojen toleranssit eivät saa ylittää etukäteen määritettyjä kunnossapidon toleransseja. Geometriatoleranssit vaihteissa ovat vastaavat arvot kuin mitä käytetään kierouden, kallistuksen ja kallistuspoikkeamien osalta raiteella. Suoran tukikiskon puolella noudatetaan nuolikorkeusvirheiden toleransseja ja varsinaisen vaihteen ulkopuolella käytetään raiteen geometrian toleransseja. Vaihdepölkkyjako ja niiden asento korjataan ennen vaihteen tuentaa. Mikäli vaihteen raideleveys on muuttunut, johtuu se yleensä siitä, että vaihdepölkkyt ovat väärässä asennossa. Mittaamalla pölkkyjen sijainti molemmilla tukikiskoilla vaihteen etujatkoksesta alkaen, pystytään määrittämään niiden oikeat kulmat. Vaihteen linjakuviosta on määritetty oikeat mitat. Vaihdetta ei tule tukea tarpeettomasti. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteen teräsosien kunnossapidolla tarkoitetaan kielisovituksen, risteyksien, vastakiskosovitusten sekä välikiskojen kunnossapitoa. Kielen ja tukikiskon välisen korkeuseron tulee olla oikea ja mittaamiseen on käytettävä siihen soveltuvaa mittalaitetta. Kun kielen ja tukikiskon muodostama kokonaisuus on tarpeeksi kulunut, alkaa pyörä kantamaan helposti ulkokehältään. Tällaisissa tilanteissa tulee kyseinen kokonaisuus hajottaa. Normaalitylanteessa kieli ja tukikisko vaihdetaan yhdessä. Tästä voidaan poiketa tilanteessa,

jossa vaihdetta liikennöidään pääasiassa ainoastaan toisen raiteen kautta. Tällöin voidaan kulumattomaa kieltä vasten oleva tukikisko vaihtaa ilman kielen vaihtamista. Toinen poikkeus on tilanne, jossa tukikiskon korkeuskuluneisuus on enintään 2 mm. Tällöin tukikiskoa vasten oleva kieli voidaan vaihtaa ilman, että vaihdetaan tukikiskoa. Kun ollaan asennettu erikseen kieli tai tukikisko, on tärkeää tarkastaa kielen ja tukikiskon keskinäinen asema. Uutta kieltä tulee tarpeen mukaan hiota. Kielen ja tukikiskon asento on oikea, kun 0,5 mm rakotulkki ei mahdu tukikiskon tukiköntin ja suljettuna olevan kielen väliin kielen ollessa kiinni lukituspisteessään. Mikäli rako jää liian suureksi, on tehtävä lisätarkastuksia. Ensin kannattaa tarkastaa tukikiskon geometrinen sijainti ja raidelevyydet. Mikäli tukitönkät todetaan kuluneiksi, voidaan ne kunnostaa päälle hitsaamalla. Hitsaamisen jälkeen tukitönkkien päät hiotaan kieltä vastaavaan muotoon. Samalla mahdollisesti taipunut kieli oiotaan. Kun korjaus on suoritettu, kielisovituksen raidelevyyden tulee vastata kunnossapidon toleransseja. Tämä koskee koko kielisovituksen aluetta. Tukikiskon ja tukitönkän väliin voidaan välttämättömissä tilanteissa laittaa tukikiskon jalan muotoinen tasauslevy. Tasauslevyllä pystytään estämään tukitönkän liikkuminen. Kielisovitusten kunnossapitoon liittyvät myös rulla-aluslevyjien rullien huolto. Rullat tarkastetaan, puhdistetaan, säädetään ja tarvittaessa uusitaan. Vaihteen teräsosiin kuuluvissa välikiskoissa noudatetaan määriteltyjä kuluneisuusrajoja kuin myös risteyksen laippaurien syvyydessä. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihdepölkkyjen kunnossapito on myös osa vaihteiden peruskunnossapitoa. Jatkuvasti hitsatussa pääraidevaihteessa huonokuntoisten vaihdepölkkyjen määrä ei saa ylittää viittä prosenttia. Muissa pää- ja junankulkutievaihteissa määrä saa olla enintään kymmenen prosenttia. Sivuraiteissa huonokuntoisia vaihdepölkkyjä voi olla 20%. Huonokuntoisia vaihdepölkkyjä ei saa olla vaihteessa kahta peräkkäin. Vaihteessa ei saa myöskään olla huonokuntoista asetinpölkkyä. Puuvaihdepölkkyjen vaihtotarpeen voi määrittää tarkastamalla vaihdealuslevyn painautumisen pölkkyyn. Pääraidevaihteiden kohdalla pölkyn vaihto on ajankohtainen, mikäli vaihdealuslevy on painunut pölkkyyn yli 15 mm. Sivuraidevaihteissa kyseinen raja on 20 mm. Vaihde on tuettava niin, että pitkien vaihdepölkkyjen taipuminen voidaan estää. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteen tarkastuksessa tarkastetaan vaihteen kiinnitysosien kunto ja kireys. Pulttiliitokset ja löystyneet ruuvit kiristetään ja vioittuneet jousirenkaat ja jouset vaihdetaan. Vaihdealuslevyjien raideruuveille on määritelty tietyt kiristysmomentit. Puuvaihdepölkkyissä tämä on noin 150 Nm ja betonivaihdepölkkyssä noin 250 Nm. Vaihdealuslevyn ja raideruovin välissä olevaan jousirenkaaseen tulee jäädä 1 mm rako. Tästä tiedetään, että

ruuvi on kiristetty oikein. Kiinnitysosien kunnossapitoon sisältyy lisäksi siirtyneiden väli-levyjen palautus paikoilleen ja rikkoutuneiden uusiminen. Samalla kohonneet ratanaulat lyödään kiinni. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteiden peruskunnossapitoon kuuluu myös kääntölaitteiden ja vaihteenlukkojen kunnossapito. Näillä tarkoitetaan vaihteenasettimen, sähkökääntölaitteen sekä koskettimien ja kääntöavustimien kunnossapitoa. Vaihteenasettimen kiilalukon kiilan, pesän, liikkeenrajoittimen, suojan ja käyttötangon kunto tarkastetaan tarvittaessa. Käsiasettimen ja vetotangon kunto tarkastetaan säännöllisesti niin kuin myös mekaanisen kääntölaitteen sekä vaihteen merkin toiminta. Sähkökääntölaitteet kunnossapidetään eri laitetyyppien määrittelemien kunnossapito-ohjeiden mukaan. Koskettimien ja kääntöavustimien kunnossapito tehdään myös kunkin laitetyypin voimassaolevalla kunnossapito-ohjeella. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteet ovat yleisesti sepelitukikerroksella. Raidesepelin kuntoa seurataan ja mikäli tarve vaatii niin tukikerros puhdistetaan tai vaihdetaan. Kun vaihde on tuettu, suoritetaan täydennyssepelöinti, mikäli se nähdään tarpeelliseksi. Tukemisen jälkeen raidesepeli tasataan ja vaihde puhdistetaan. Vaihteet puhdistetaan mekaanisesti liasta riittävän usein, jotta voidaan välttää lian aiheuttama vaihteen käytön vaikeutumisen. Lian putsaaminen on tärkeää myös siksi, että vaihteen voitelu ja muut kunnossapitotyöt pystytään suorittamaan. Kielien liikkuvalla alueella olevat liukualukset puhdistetaan ja voidellaan. Voitelu tulee suorittaa riittävän usein kuitenkin liiallista voitelua välttäen. (Liikennevirasto 2016.)

Talviaikana vaihteille tehdään talvikunnossapitoa, joka sisältää myös talvikautta valmistavat työt. Talvikauteen valmistaudutaan asentamalla lumisuojat ja tarkistamalla lumiohjaimien, lumensulatusvastusten, luomensuojaharjojen, lumitunnistimien, paineilmapuhaltimien ja muiden laitteiden toiminta. Tarvittaessa kyseiset laitteet korjataan ja säädetään. Tarkastuksessa tutkitaan myös vaihteen tankosovitusten lumisuojiin sekä vaihteeseen kuuluvien laitteiden suojakoteloiden kansien lukitukset, tappien sokat sekä kotelokansien tiivistykset. Lunta eikä jäätä saa jättää lumisuojiin ja niiden tukipintojen väliin. Lumi tulee puhdistaa kielisovitusten liikkuvien osien alueelta sekä risteyksen ja vastakiskosovitusten laippaurilta. (Liikennevirasto 2016.) Lumenpoisto on erittäin tärkeää, koska pienetkin jääkokkareet voivat estää vaihteen lukittumisen. Risteysvaihteessa kytettyjen kielisovitusparien tulee olla molempien puhtaita lumesta ja jäältä, jotta vaihde kääntyy. (Nummelin 1994, 131-132.) Suolaa tai suolapitoista ainetta ei saa käyttää lumen sulatukseen vaihteissa. Mikäli lumenpoisto tehdään harjakoneella tai muulla vastaavalla, tulee vaihde tarkastaa lumenpoiston jälkeen. Tarkastuksessa katsotaan, että

lumisuoja, lumensuojaharjat, kiinnitysosat ja kiinnittimet, sekä lumensulatusvastukset ja johtimet ovat kunnossa. Vaihteen viereen tulee jättää riittävästi tilaa vaihteesta poistettavaa lunta varten. (Liikennevirasto 2016.)

3.3 Vaihteen erilliskunnossapito

Vaihteen erilliskunnossapidolla tarkoitetaan vaihteen uusimista, routasuojauksista sekä vaihteen kierrätystä. Vaihteen uusimisen yhteydessä uusitaan myös tukikerros ja suosituksena olisi lisäksi kiskotuksen uusiminen koko vaihtealueella. Mikäli kiskotusta ei uusita, uuden vaihteen etujatkosten eteen ja takajatkosten taakse tulee asentaa raiteen suurinta nopeutta vastaavat uudet sovituskiskot. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista asentaa uusia sovituskiskoja esimerkiksi vaihdekujassa. Tällöin menetelmänä käytetään kuluneemman kiskon päälle hitsaamista ja hiomista. Näin saadaan vaihteen ja raiteen kiskotusten väliset sivu- ja pystykuluneisuuden erot tasattua. Loivennushionnan tapaan vaikuttaa raiteen suurin nopeus. Mikäli se ylittää 40 km/h, tehdään se kulmaan 1:1000. Jos nopeus jää alle 40 km/h, loivennushionta saadaan tehdä kulmaan 1:500. Jatkuva-kiskovaihteeksi tarkoitettu vaihde hitsataan jatkuvaksi vaihteen asennuksen jälkeen. Ennen kuin hitsaaminen voidaan suorittaa, pitää vaihde tukea. Lisäksi vaihde tulee olla asennettuna sen lopulliseen asemaan ja oikeaan asentoon. Ennen kuin vaihde vapautetaan liikennöinnille, tulee suorittaa vielä lopullinen tarkastus. Tarkastuksessa varmistetaan, että vaihteen kääntölaite toimii oikein. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteen routimista voidaan estää paksuilla routimattomista maalajeista tehdyillä rakennekerroksilla tai routasuojalevyillä. Yksi yleinen vaihtoehto on tehdä massanvaihto routimattomaan syvyyteen. Routasuojalevyissä täytyy olla CE-merkintä ja niiden tulee olla rautatiekäyttöön tarkoitettuja. Routasuojalevyjen paikoista ja sijoittelusta laaditaan erillinen suunnitelma. Vaihteen routasuojauksesta tulee tehdä aina pohjarakennussuunnitelma. Erilliskunnossapitotöitä varten tulee tehdä erillisiä pohjatutkimuksia. Niissä selvitetään missä kunnossa raidesepele on ja kuinka paksu kerros alusrakenteesta on routimaton. Lisäksi selvitetään pohjamaan kantavuus. Tarvittaessa voidaan tutkimustuloksia täydentää laboratoriotutkimuksilla. Tutkimusten avulla saadaan lisätietoa maalajien routivuudesta sekä kantavuusominaisuuksista. (Liikennevirasto 2016.)

Vaihteen kierrätys on osa erilliskunnossapitoa ja sen tavoitteena on jatkaa vaihteen elinkaarta. Käytännössä se onnistuu sijoittamalla vaihde sellaiseen kohteeseen, jossa kuor-

mitus ei ole niin suurta. Mikäli vaihteen kunnossapito tai kunnostus alkuperäisessä asennuskohteessa ei ole enää kannattavaa, vaihde kannattaa vaihtaa uuteen. Ennen kuin vaihde poistetaan radasta, tehdään sille kuntoarviointi ja samalla määritetään vaihteen kunnostusmahdollisuus sekä kierrätykseen soveltuvat osat. Osat, jotka toimitetaan kierrätykseen, tarkastetaan ultraäänellä. Kyseinen tarkastus tulee tehdä viimeistään vaihteen poiston jälkeen. Mikäli vaihdetta ei romuteta, toimitetaan se kunnostettavaksi. Vaihteen romuttamispäätöksen saa tehdä ainoastaan Liikennevirasto eikä vaihdetta saa toimittaa uuteen asennuskohteeseen ilman Liikenneviraston poikkeuslupaa. Mikäli vaihde poistetaan radasta väliaikaisesti esimerkiksi tukikerroksen vaihtamisen vuoksi, tehdään vaihteelle tässäkin tapauksessa kuntoarvio. Jos vaihde arvioidaan tulevan vaihdettavaksi noin viiden vuoden sisään, kannattaa vaihde korvata uudella tai kunnostetulla vaihteella poiston yhteydessä. Kunnossapitäjällä tulee olla kirjattuna uusimissuunnitelma, josta on luettavissa mitkä vaihteet tulee vaihtaa seuraavien viiden vuoden aikana. Samasta suunnitelmasta tulisi näkyä myös paljonko materiaaleja vapautuu vaihteiden uusimisesta. Uusimissuunnitelmaa tulee päivittää vuosittain. (Liikennevirasto 2016.)

3.4 Toimenpiteet vauriotilanteessa

Vaihteen liikennöinnin voi keskeyttää vaihdevikojen lisäksi vaihteen aukiajo tai ylinopeus vaihdealueella. Aukiajolla tarkoitetaan liikennöintiä myötä vaihteeseen niin, että liikkuva kalusto avaa kiinni olevan kielen tai kääntyväkärkisen risteyksen. (Liikennevirasto 2016.) Vaihteen aukiajo on ehdottomasti kielletty, mutta inhimillisten erehdysten vuoksi näitä tapahtuu kuitenkin aina silloin tällöin (Nummelin 1994, 138).

Mikäli vaihteessa on tapahtunut aukiajo, tulee liikennöinti vaihteessa keskeyttää ja vaihteen kääntölaite ja vaihteenlukko tankosovituksineen vaihtaa tai tarkastaa. Lisäksi vaihteenkosketin sekä vaihteen kääntöavustin tulee tarkastaa sekä tarvittaessa säätää tai vaihtaa. Samalla tarkastetaan rullalaakerien kunto ja toimivuus. Kääntölaite ja tankosovitukset pitää vaihtaa aina, jos aukiajo tapahtuu pitkässä vaihteessa, kääntyväkärkisessä risteyksessä, ei-aukijettavalla kääntölaitteella varustetussa YV60-300-1:9-vaihteessa tai muussa lyhyessä vaihteessa yli 35 km/h nopeudella. Mikäli aukiajo on tapahtunut aukiajon sallivassa vaihteessa todistettavasti enintään 35 km/h nopeudella, tarkastetaan kääntölaite sekä vaihteenlukko tankosovituksineen ja tarvittaessa säädetään tai vaihdetaan ne. (Liikennevirasto 2016.) Jos aukiajo on tapahtunut yli 35 km/h nopeudella tulee kääntölaite tankosovituksineen vaihtaa ja tarkastaa huolellisesti (Nummelin 1994, 138).

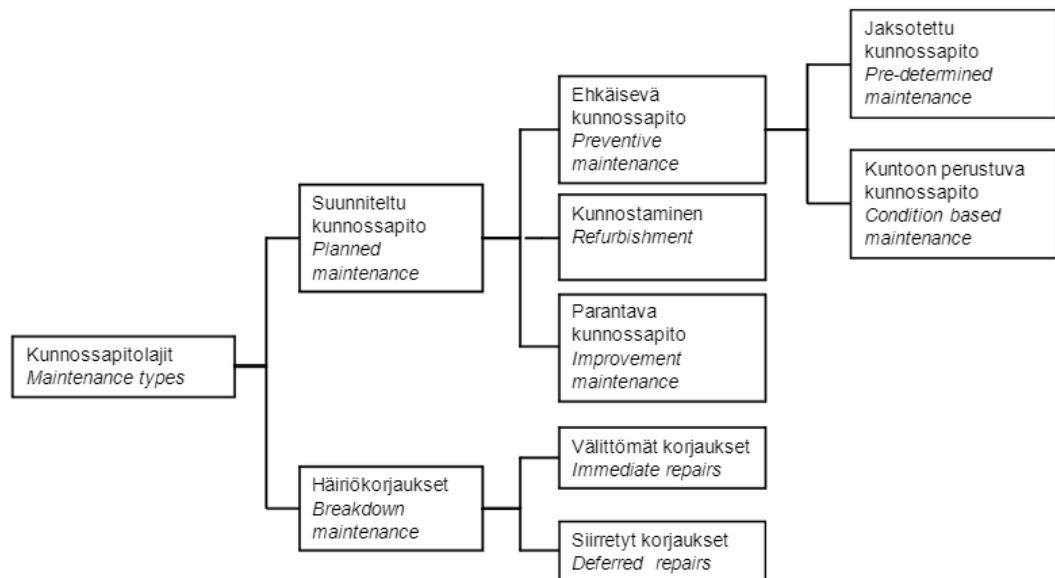
Joskus kielen ja tukikiskon väliin jäävä lumi, jää, raidesepleri tai muu vastaava voi estää vaihteen kääntymisen oikeaan asentoon ja vaihteen kielen lukittumisen. Näissä tilanteissa vaihteen valvonta antaa aukiajaja vastaavan ilmaisun. (Liikennevirasto 2016.)

Jos vaihteessa ajetaan ylinopeutta, tulee siinä liikennöinti keskeyttää. Vaihdetta ei saa vapauttaa liikennöintiin ennen kuin vaihteeseen on tehty vaihteentarkastus. Liikennöinti vaihteessa tulee keskeyttää myös, mikäli vaihteessa havaitaan vika, joka voi aiheuttaa suistumis- tai muun vaaratilanteen. Näin toimitaan myös, kun vaihteen mitta poikkeaa akuuttirajasta. Mikäli vaihteessa havaitaan geometriavirhe, asetetaan siihen nopeusrajoitus. Geometriavirhe tulee poistaa mahdollisimman nopeasti, jotta se ei aiheuttaisi vaihteeseen pysyvää muutosta. Nopeusrajoitus pidetään voimassa, kunnes virhe on poistettu. (Liikennevirasto 2016.) Häiriötilanteissa sähkökääntölaitteella varustetut vaihteet pystytään kääntämään käsikammella. Kääntäminen tapahtuu osassa laitteissa niin, että ensin katkaistaan valvontapiiri virta-avaimella. Uusissa laitteissa valvontapiiri katkaistaan työntämällä käsikampi kammien reikään. Vaihteenkääntö tapahtuu kiertämällä kampea niin kauan, että kielet ovat pääteasemassa. Tällöin kieli on kiinni tukikiskossa ja tankojen liike on pysähtynyt. Vaihde saadaan valvontaan irrottamalla kampi ja palauttamalla avain takaisin alkuperäiseen asentoon. (Nummelin 1994, 139.) Vaihdeasiantuntija arvioi muissa vikatilanteissa nopeusrajoituksen tarpeen ja kyseistä vaihdetta tulee seurata tehostetusti, kunnes vika on poistettu. Erilaisia virhetilanteita varten tulee olla käytettävissä materiaaleja ja koneita niin, että vaihde saadaan korjattua liikennöitävään kuntoon mahdollisimman pikaisesti. (Liikennevirasto 2016.)

4 ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO

4.1 Kunnossapito ja sen tavoitteet

Kunnossapito käsitteenä määritellään erilaisten standardien mukaisesti ja yksi yleisesti teollisuudessa käytössä olevista standardeista on PSK. PSK 6201:2011 standardin mukaan kunnossapito on ”teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on pitää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan tietyn toiminnon sen koko elinjakson aikana” (Järviö & Lehtiö 2012, 18). Toisin sanoen kunnossapidolla tarkoitetaan koneista ja laitteista huolehtimista niin, että niiden kunto pysyy asianmukaisena. Kunnossapitoon kuuluvat laitteen toimintakunnon ylläpito, käytön turvallisuus, laitteen laaduntuottokyky, elinjakson hallinta, tiettyjen käyttöolosuhteiden noudattaminen, laitteen palauttaminen alkuperäiseen kuntoon, modernisointi, suunnitteluheikkouksien korjaaminen, käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittäminen sekä laitteen toiminnasta kerätyn tiedon analysointi. (Järviö & Lehtiö 2012, 18-19.) Kuvassa 10 on esitelty PSK 6201 mukaiset kunnossapitolajit.



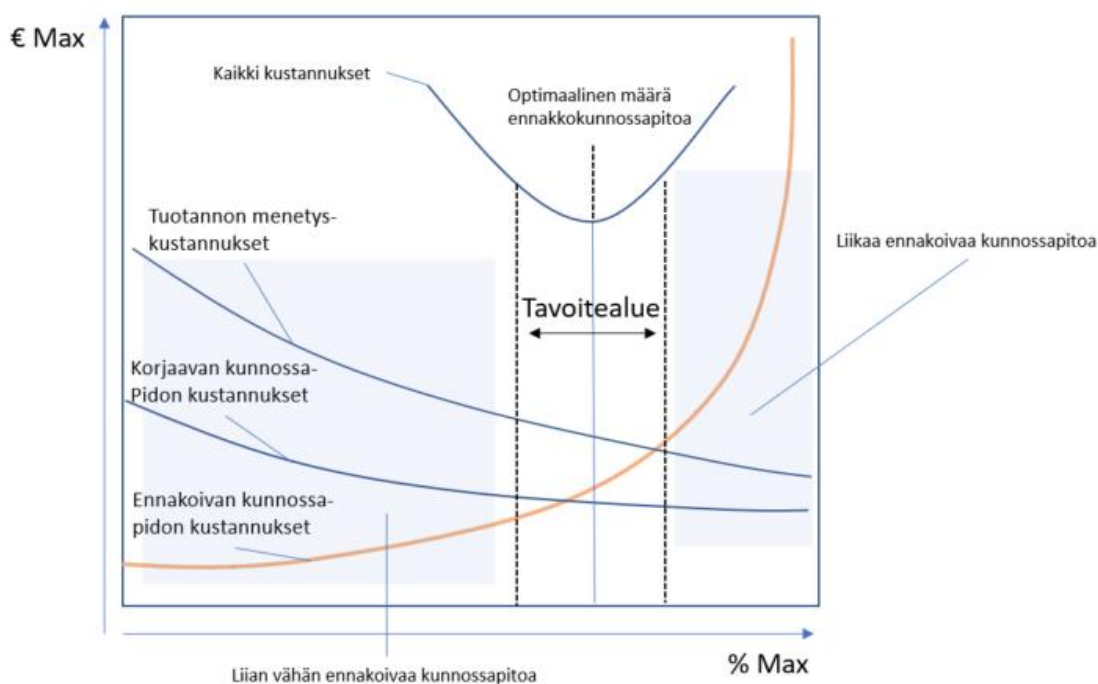
Kuva 10. PSK 6201 mukaiset kunnossapitolajit (PSK Standardisointiyhdistys Ry, 2011)

Kunnossapito muodostuu siis suunnitellusta kunnossapidosta sekä häiriökorjauksista. Suunniteltu kunnossapito jaetaan ehkäisevään kunnossapitoon, koneiden ja laitteiden

kunnostamiseen sekä parantavaan kunnossapitoon. Häiriökorjaukset jakautuvat häiriöihin, joiden korjaus on suoritettava välittömästi ja korjauksiin, joiden suorittamista voidaan siirtää. Ehkäisevä kunnossapito jaetaan vielä kahteen eri alaluokkaan, jotka ovat jaksoitettu kunnossapito sekä kuntoon perustuva kunnossapito. Suunnitellun kunnossapidon tarkoituksena on ehkäistä ennalta häiriöiden syntyminen ehkäisevällä kunnossapidolla sekä laitteita kunnostamalla. (PSK Standardisointiyhdistys Ry, 2011.) Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, joilla saadaan pidettyä yllä kohteen käytettävyys ja pyritään estämään vian syntyminen. Toimintakykyä ylläpidetään säännöllisillä toimenpiteillä, joita ovat mm. kohteen rakenteen ylläpito, voiteluhuollon suorittaminen sekä kohteen ympäristön puhtaana pitäminen. Ehkäisevään kunnossapitoon liittyy myös vikaantumisia aiheuttavien syiden etsiminen sekä jo alkaneen vikaantumisen korjaaminen ennen kuin kohteen toimintakyky keskeytyy. Ehkäisevä kunnossapito koostuu neljästä eri osasta, jotka ovat toimintaolosuhteiden ylläpito, tarkastukset ja suunnitellut korjaukset sekä modernisointi. (Järviö & Lehtiö 2012, 95-96.) Jaksotetut huollot ovat esimerkki ehkäisevästä kunnossapidosta, koska huollot tehdään siitä riippumatta, onko koneessa vikaa vai ei (Aalto 1994, 24-25). Se kuinka usein huoltoja suoritetaan, määräytyy sen mukaan, kuinka kovalla käytöllä kyseinen laite on. Näin eri laitteita huolletaan yksilöllisesti niiden omien huoltovaatimusten mukaisesti. (Järviö 2006, 44.) Käytönseuranta sekä kunnonvalvonta muodostavat perustan kunnossapitotoiminnalle, koska niiden tavoitteena on alkavan vian havaitseminen ennen kuin se estää kohteen toiminnan (Aalto 1994, 24-25).

Kunnossapidon tavoitteena on tuotannon kokonaistehokkuus sekä hyvä käyttövarmuus, joka merkitsee samalla myös toiminnan luotettavuutta. Käytettävyydellä tarkoitetaan koneen tai laitteen tilaa, jolloin se on toimintavalmiina. Käytettävyys vaikuttaa suoraan kokonaistehokkuuteen. Kunnossapidettävyys vaikuttaa myös suoraan kokonaistehokkuuteen. Kunnossapidettävyys muodostuu kuudesta eri kokonaisuudesta, joita ovat luoksepäästävyys, vaihdettavuus, testattavuus, itsediagnostiikka, huollettavuus sekä vian paikannettavuus. Luoksepäästävyys kuvaa kohteeseen pääsyn helppoutta kunnossapitotoimenpiteiden suorittamiseksi. Tähän vaikuttavat mm. sijainti sekä kuljetusväylät. Vaihdettavuudella tarkoitetaan vaihdettavien osien ominaisuuksia ja rajoja, jotka määritetään jo suunnitteluvaiheessa. Testattavuus kuvaa mahdollisuutta tarkastaa laitteen tai koneen tila tai kunto. Tällainen tilanne voisi olla esimerkiksi kohteeseen tehtävä kunnonvalvonnan mittaus. Itsediagnostiikalla tarkoitetaan koneeseen sisäänrakennettua ohjelmistoa, joka automaattisesti testaa ja analysoi mahdollisia vikoja. Huollettavuus taas kuvaa kun-

nossapitotoimenpiteiden suorittamisen helppoutta. Tähän vaikuttavat esimerkiksi osavaliokoiman laajuus, osien ja materiaalien saatavuus sekä huoltokohteiden sijainti. Vian paikannettavuus mahdollistaa vian etsimisen ja paikantamisen laitteessa, jotta se pystytään korjaamaan niin kuin on suunniteltu. (Järviö & Lehtiö 2012, 59-60.) Laatu vaikuttaa myös suoraan tuotannon kokonaistehokkuuteen, koska esimerkiksi uudelleen tekeminen vie ylimääräistä aikaa. Tuotannon kokonaistehokkuus muodostuu siis kolmesta eri asiasta, jotka ovat käytettävyys, suorituskyky sekä laatu. (Tuominen 2010, 54.) Kuvassa 11 on esitelty kunnossapidon kustannusten tavoitealue.



Kuva 11. Kunnossapidon kustannusten tavoitealue (Seclion Oy, 2019)

Kuvassa on esitelty malli, jonka mukaan voidaan optimoida kunnossapitotoiminnan kustannustehokkuus. Ennakoivaa kunnossapitoa ei saa olla liikaa eikä toisaalta liian vähän, jotta optimi voidaan saavuttaa.

Kohteen kunnossapidettävyyttä ja kunnossapito-ominaisuuksia mitataan erilaisilla mittareilla, joita ovat mm. joutoaika, toimintakelpoisuusaika sekä toimintakelvottomuusaika. Joutoajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin konetta tai laitetta ei käytetä, mutta se toimii ja sille voidaan tehdä kunnossapitotoimenpiteitä. Toimintakelpoisuusajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin kohde on toimintakelpoinen eli siinä ei ole vikaa. Toimintakelvottomuusajalla taas tarkoitetaan aikaa, jolloin kohde ei ole toiminnassa eli siinä on jokin vika tai häiriö. Kun

halutaan tutkia kunnossapidon kustannustehokkuutta, käytetään siihen usein benchmarking-menetelmää. Menetelmän tarkoituksena on oppia muilta ja samalla kyseenalaistaa oma toiminta. Benchmarking tapahtuu vertaamalla omaa toimintaa toisten toimintaan ja se auttaa tunnistamaan oman toiminnan heikkouksia sekä luomaan uusia toimintatapoja ja kehitysideoita. Kunnossapidon tehokkuutta voidaan arvioida myös erilaisilla mittareilla, joita ovat kustannustehokkuus, epäkäytettävyyskustannukset, tuotannon kokonaistehokkuus, käytettävyys, oman ja alihankintatyön tehokkuus sekä materiaalien kulutus. Lisäksi tehtyjen toimenpiteiden analysointi auttaa mittaamaan kunnossapitoprosessin sekä sen suorituskyvyn tehokkuutta. Tällaisia mittareita ovat esimerkiksi aikataulujen pitävyys, suunniteltujen tuntien osuus toteutuneista tunneista, tehokas kunnossapitoaika, uudelleentekeminen sekä ylitöiden prosentuaalinen osuus. (Järviö & Lehtiö 2012, 60-65.)

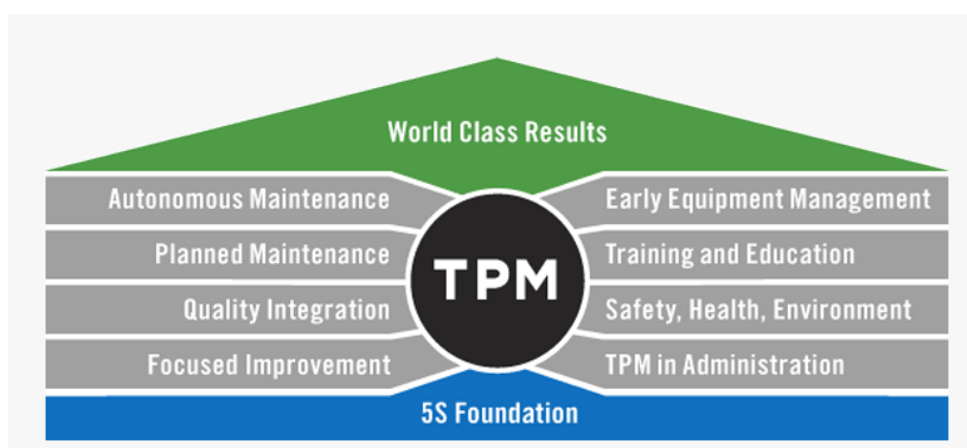
4.2 TPM - Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

TPM (Total Productive Maintenance) tarkoittaa kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa. TPM ajattelun perustana on ollut ajatus luoda tuotannon koneille ja laitteille ihanteelliset olosuhteet toimimiseen ja vaalia niitä. TPM filosofian kehittäjänä tunnetaan japanilainen Seiici Nakajima ja hänen oppiansa mukaisesti TPM on saanut viisi peruspilaria:

- nostetaan koneiden ja laitteiden tehokkuutta panostamalla suunnitteluun ja pyritään välttämään vika- ja häiriötilanteita
- panostetaan ennakoivaan kunnossapitoon ja parannetaan sitä
- määritetään huolto ja kunnossapitotöille tietyt ehdot
- nostetaan kunnossapidon ja koko henkilökunnan taitoja sekä motivaatiota lisäämällä koulutusta
- aloitetaan ehkäisevät kunnossapitotoimet, jotka sisältävät myös suunnittelun ja ostojen kehittämisen. (Järviö 2006, 106-107.)

Tuottavan kunnossapidon pääasiallisia päämääriä ovat kokonaistehokkuuden maksimointi, kunnossapitosysteemin kehittäminen, ihmisten ja osastojen sitouttaminen, koko yrityksen henkilökunnan sitouttaminen sekä kunnossapidon suunnittelun ja toteutuksen kehittäminen. TPM sisältää erilaisia menetelmiä, joilla pyritään parantamaan tehokkuutta. Nämä menetelmät liittyvät tiedonkeruuseen, analysointiin, ongelmien ratkaisuun sekä prosessin ohjaukseen. TPM vie eteenpäin jatkuvaa laitteiden kehittämistä ja sitä

voidaan hyödyntää monipuolisesti mm. standardisoinnissa, työpaikkojen organisoinnissa, visuaalisessa johtamisessa sekä ongelman ratkaisussa. Lisäksi se sisältää toimintoja kuten suunnittelun, laadun, tuotannonohjauksen, ostotoiminnan sekä johdon ja valvonnan. (Järviö 2006, 106-107.) TPM:n tavoitteena on saada parannuksia laadussa, toimituksissa, taloudessa, tuottavuudessa, ihmisläheisyydessä sekä ympäristössä. Pyritään siihen, että virheitä ei tule, toimitetaan nopeasti ja luotettavasti pitämällä varasto pienenä. Lisäksi pyritään siihen, että toiminta on kannattavaa ja samalla toimitaan kilpailijoita tehokkaammin ja laadukkaammin. Turvallisuus ja ihmisläheisyys on myös tärkeässä roolissa ja työtehtävät halutaan pitää turvallisina ja niin, että jokaisella on mahdollisuus kehittyä ja kasvaa. Tuotteiden ja toiminnan vaikutuksia ympäristöön mitataan ja samalla niihin tehdään tarvittavia muutoksia. (Tuominen 2010, 9.) Kuvassa 12 on esitelty TPM-malli.



Kuva 12. TPM-malli (LeanProduction, 2019)

TPM-malli koostuu siis 5S-menetelmästä sekä kahdeksasta sitä tukevasta aktiviteetistä.

4.2.1 TPM-prosessi

TPM-ohjelmiin sisältyy prosessi, jolla saadaan kunnossapitosysteemiä muutettua tehokkaammaksi. Prosessi alkaa sillä, että pohditaan mitkä ovat suurimmat kunnossapidolliset ongelmat. Kun ongelmat on tunnistettu, lähdetään niistä liikkeelle. Näin toimimalla päästään nopeasti hyviin taloudellisiin tuloksiin. Lähestymistapa koostuu neljästä vaiheesta, joita ovat suunnittelu, mittaus, kunnostus ja huippukuntovaihe. Suunnitteluvaihe sisältää projektin käynnistämisen ja kunnossapitosuunnitelman laatimisen. Kunnossapitosuunni-

telmassa määritellään yhteistyö asiakkaan kanssa, henkilöstöjohtaminen, kunnossapitokonsepti sekä toiminnanohjausjärjestelmä, dokumentaation hallinta, informaatiojärjestelmä, varaosien ja tarvikkeiden hallinta, laatu, ympäristö, terveys ja turvallisuusasiat, suorituskyvyn mittaaminen ja seuranta, toiminnan vakiinnuttaminen, kustannuslaskenta, budjetointi, raportointi, seuranta sekä alihankintapolitiikka. Mittausvaiheessa tarkastellaan vika- ja korjaushistorioita ja määritetään yleensä 3-5 laitetta, jossa on ollut eniten vikoja. Historioita tutkittaessa kannattaa suhtautua kriittisesti käytössä olevaan aineistoon. Kunnostamisvaiheessa laite putsataan ja huolletaan käyttäen TPM:n 5S-menetelmää. 5S-menetelmällä tarkoitetaan viittä eri vaihetta, jotka ovat lajittelu, järjestys, siivous, ohjeistus ja sitoutuminen. Lajitteluvaiheessa työpisteestä poistetaan kaikki ylimääräiset tavarat ja materiaalit, jotta työtehtävien tekeminen helpottuu ja saadaan tila otettua tehokkaasti käyttöön. Järjestysvaiheessa työpisteen tavarat järjestetään niin, että jokaisella on oma merkitty paikkansa. Tällä tavoin myös tavaroiden häviäminen saadaan minimoitua. Siivousvaiheessa jokainen huolehtii työpisteensä siisteydestä. Ohjeistusvaiheessa täsmennetään mitä siisteys tarkoittaa, jotta jokainen osaa noudattaa sitä. Sitoutumisvaiheessa jokainen yksinkertaisesti sitoutuu noudattamaan yhteisesti sovittuja sääntöjä, jotta järjestys saadaan ylläpidettyä. Puhdistamisen jälkeen kunnostusvaihe jatkuu koneelle tehtävällä huolellisella tarkastuksella. Lisäksi kulkutie ja pääsy koneelle avataan sekä kone kunnostetaan. Tämän jälkeen tutkitaan tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta koneen käytettävyyteen sekä käyttövarmuuteen. Mikäli vaikutus todetaan tarpeeksi positiiviseksi, siirrytään seuraavaan koneeseen. Mikäli vaikutus taas jää melko pieneksi, uusia koneita ei kannata ottaa käsittelyyn. Seuraavaksi laaditaan uudet kunnossapito-ohjeet ja syötetään uusi strategia toiminnanohjausjärjestelmään. Lopuksi valitaan seuraavat 3-5 epäluotettavinta laitetta ja tehdään niille vastaavat toimenpiteet. Tärkeää on muistaa Pareton 20/80 sääntö eli 20% laitteista aiheuttaa 80% kustannuksista. Eli heti kun kunnostusvaiheen tulokset vaikuttavat riittämättömiltä, siirrytään viimeiseen TPM-ohjelman vaiheeseen eli huippukuntovaiheeseen. Huippukuntovaiheessa määritetään kunnossapidon tukijärjestelmät eli alihankkijoiden käyttö, verkostoituminen, varastointi, töiden suunnittelu ja aikatauluttaminen, ostotoiminnan tehostaminen sekä logistiikkatoimintojen tehostaminen. Lisäksi pyritään nostamaan koneen elinaikatuotto niin korkealle kuin mahdollista sekä laaditaan suorituskykymittaristo ja mittareille tavoitearvot. Viimeisessä vaiheessa pyritään siihen, että kunnossapitotarpeita voidaan pienentää. Tähän voidaan päästä oikeanlaisella toimenpiteiden suunnittelulla ja epäluotettavien koneiden kunnostamisella. (Järviö & Lehtiö 2012, 114-119.)

4.2.2 TPS-tuotantojärjestelmä

TPM ja LEAN juontavat juurensa Toyotan TPS-tuotantojärjestelmästä, jota monet yritykset niin tuotanto- kuin palvelualoilla ovat hyödyntäneet kehittäessään prosessejaan. TPS perustuu hukan löytämiseen eri prosesseista eli esimerkiksi valmistuksesta, tiedotuksesta tai palveluista. Toyotan mukaan on olemassa kahdeksan erilaista hukkatyyppiä, jotka eivät tuota lisäarvoa ja näin ollen ne tulisi poistaa tai ainakin minimoida eri prosesseista. Nämä kahdeksan eri hukkaa ovat ylituotanto, odottelu, tarpeeton kuljettelu, ylikäsittely tai virheellinen käsittely, tarpeettomat varastot, tarpeeton liikkuminen, viat sekä työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen. Ylituotannolla tarkoitetaan sitä, että valmistetaan osia, joita ei ole tilattu. Ylituotanto aiheuttaa turhaa henkilökunnan palkkaamista sekä lisääntyneitä varasto- ja kuljetuskustannuksia. Odottelulla taas tarkoitetaan sitä, kun työntekijät joutuvat esimerkiksi odottelemaan seuraava käsittelyvaihetta tai tarvittavia materiaaleja. Materiaalien tai osien kuljettaminen tai siirtely varastosta toiseen on myös yksi TPS-järjestelmän hukka. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely esimerkiksi huonon työkalun vuoksi eivät tuota prosessiin lisäarvoa. Tarpeettomia varastoja ei kannata pitää, koska niistä aiheutuu varastointikustannuksia, pidentyneitä läpimenoaikoja, ja lisäksi tuotteet vanhentuvat. Lisäksi kaikki ylimääräinen liike, mitä työntekijöiden tulee työn aikana suorittaa, kuten työkalujen etsiminen on lisäarvoa tuottamatonta eli näin ollen hukkaa. Viat aiheuttavat prosesseihin myös hukkaa, koska korjaaminen ja uudelleen tekeminen merkitsevät hukattua aikaa ja turhaa työtä. Viimeinen TPS-järjestelmän hukka eli työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen on merkittävä, koska tällöin työntekijöitä ei kuunnella eikä sitouteta yritykseen ja esimerkiksi hyvät ideat saattavat jäädä hyödyntämättä. (Liker 2004, 27-29.) Toyotan tapa muodostuu 14 eri johtamisen periaatteesta, jotka ovat seuraavat:

1. Tulevaisuusnäkökulma päätöksenteossa
2. Tulokset saavutetaan oikeanlaisella prosessilla
3. JIT-periaatteen mukainen ajattelutapa
4. Työmäärän tasapainottaminen
5. Virheiden ja laatupoikkeamien korjaaminen kerralla kuntoon
6. Tarkkaan määritetyt toimintatavat auttavat parantamaan toimintaa ja sitouttamaan työntekijät
7. Visuaalisten kaavioiden ja mittareiden käyttäminen auttavat ihmisiä ymmärtämään toiminnan tilaa

8. Luotettavien ja tarkkaan testattujen järjestelmien ja koneiden/laitteiden käyttäminen
9. Yrityksen johdossa tulee olla henkilöitä, jotka ymmärtävät työn sisällön ja toimivat roolimalleina
10. Tiimityön avulla kohti yhteisiä tavoitteita
11. Kunnioita yhteistyökumppaneita ja alihankkijoita ja auta heitä kehittymään
12. Selvitä ongelmatilanteet menemällä paikan päälle
13. Harkitse kaikki vaihtoehdot kunnolla, ennen kuin teet päätöksiä. Päätetyt asiat kannattaa toteuttaa nopeasti.
14. Jatkuva parantaminen (Liker 2008, 37-41).

Tulevaisuusnäkökulmalla tarkoitetaan sitä, että päätöksiä ei tulisi tehdä ainoastaan niin, että se hyödyttää tässä ja nyt vaan myös tulevaisuudessa. Tavoitteena on, että organisaatio kasvaa ja kehittyä kohti yhteisiä tavoitteita. Tulokset saavutetaan oikeanlaisella prosessilla, jossa arvoa tulisi pystyä tuottamaan niin asiakkaalle, yhteiskunnalle kuin taloudellekin. Oikea prosessi saadaan luotua suunnittelemalla työprosessit niin, että lopputuloksena on korkeatasoinen, lisäarvoa tuottava jatkuva "virtaus". Tavoitteena on päästä eroon ajasta, jolloin projektit seisovat paikallaan tai odottavat esimerkiksi työpanosta. Kolmas periaate viittaa JIT-ajattelutapaan eli "juuri oikeaan aikaan". Sillä tarkoitetaan asiakkaiden tarpeiden täyttämistä niin, että vältetään ylimääräisen varaston muodostumista. Työmäärän tasapainottamisella viitataan ihmisten ja koneiden ylikuormittamisen poistamiseen. Viides periaate kohdistuu laatuun ja siihen, että asiakkaan vaatima laatu määrää kaikkea toimintaa. Periaate ohjaa käyttämään kaikkia mahdollisia nykyaikaisia menetelmiä, joilla laatu voidaan taata. Kuudes periaate liittyy työmenetelmiin, jotka ovat virtauksen perusta. Menetelmien tulisi olla vakaita ja helposti toistettavissa olevia. Parhaat työmenetelmät tulisi pyrkiä standardisoimaan, jotta opit voitaisiin siirtää työntekijältä toiselle. Erilaisten helposti tulkittavissa olevien kaavioiden ja mittarien käyttäminen auttaa ihmisiä näkemään ollaanko kulkemassa kohti tavoitetta vai poispäin siitä. Kahdeksannen periaatteen mukaan uusi teknologia tulee ottaa nopeasti käyttöön, kunhan sen käyttöönottoa on ensin harkittu tarkasti ja testattu. Yhdeksannen periaatteen mukaan yrityksen johdossa tulee olla henkilöitä, jotka ymmärtävät työn sisällön ja toimivat roolimalleina.

Tällä tarkoitetaan sitä, että johtajat eivät vain suorita työtehtäviään vaan motivoivat ja kannustavat työntekijöitä ja samalla ovat roolimalleja. Lisäksi työntekijöitä tulee kouluttaa

tekemään työtä yhdessä tiimeinä. Tiimityön avulla voidaan päästä kohti yhteisiä tavoitteita. Viimeiset kolme periaatetta liittyvät taustaongelmien ratkomiseen. Näissä viitataan ongelmien ratkaisuun ja prosessien parantamiseen hakeutumalla itse sinne missä on ongelma. Asiat on helpompi ymmärtää silloin, kun itse kokee ne henkilökohtaisesti. Lisäksi erilaiset päätökset tulee tehdä kaikkia vaihtoehtoja punniten ja sitten toteuttaa ne nopeasti. Lopuksi pyritään siihen, että tehdään jatkuvaa parantamista ja eliminoidaan ylimääräiset hukat prosesseista. (Liker 2008, 37-41.)

Erityisesti palvelualojen yrityksillä on usein vaikeuksia ymmärtää, miten LEAN-toimintaan pohjautuvat toimintatavat voisivat sopia heidän yritykseensä, koska he eivät valmista tuotteita. TPS tai TPM-toiminnassa ei kuitenkaan ole kyse Toyotan kehittämien työkalujen kopioimisesta vaan niiden muovaamisesta niin, että ne sopivat kyseiseen yritykseen. Tähän Toyotan periaatteet ovat erittäin hyvä lähtökohta. (Liker 2008, 41.) TPM-toimintaan siirtyminen on iso prosessi, joka vaatii kaikkien aktiivisen osallistumisen ja sitoutumisen. Tavallisesti toimintaan siirtyminen tehdään ns. piloteilla, ja normaalitilanteessa näin saadaan jo muutamassa kuukaudessa mitattua kehittymistä esim. tehokkuudessa ja kustannussäästöissä. Koko yrityksen siirtyminen toimintaan kestää kuitenkin merkittävästi kauemmin. (Järviö & Lehtiö 2012, 146.) Lisäksi TPM-toiminnan aloittaminen vaatii huolellista suunnittelua, jotta tavoitteet ja muutokset olisi mahdollista saavuttaa. Ilman kokonaissuunnitelmaa toiminta voidaan käynnistää, mutta se ei pääse kunnon liikkeelle. Tästä syystä huolellinen valmisteluvaihe on avainasemassa, kun suunnitellaan TPM-toiminnan aloittamista. (Tuominen 2010, 19-20.)

4.3 Kunnossapitotoiminnan kehittäminen

Kunnossapidossa aiheutuvia toiminnan häiriöitä on tutkittu useissa eri diplomitoissa ja esiin ovat nousseet organisaation viestintäongelmat, tietojärjestelmien käytön hallinta, henkilöresurssin hallinta ja toimenkuvat, sosiaaliset taidot ja yhteistyön hallinta, ammatillinen osaaminen, vanhan laitekannan aiheuttamat haasteet sekä laiteinvestointien ja romutusten vaikutus resurssitarpeeseen. Organisaation viestinnän tulee olla avointa ja toimivaa ja siihen ei auta pelkästään se, että sähköiset tiedonhallintajärjestelmät ovat olemassa. Toiminnanohjausjärjestelmästä ei saada täyttä hyötyä irti, mikäli yrityksen henkilökunnalla on puutteita atk-taidoissa ja mikäli tietoja ei kirjata aktiivisesti. Järjestelmässä olevan tiedon hyödyntäminen ja tietojen sinne kirjaaminen tulee tehdä käyttäjille niin helpoksi kuin mahdollista. Sosiaaliset taidot ja yhteistyön hallinta sekä ammatillinen

osaaminen ovat myös merkittävässä asemassa, kun halutaan että kunnossapitotoiminta toteutuu sujuvasti. Laitekohtainen kunnossapidon osaaminen ja asennustaito syntyvät käytännön työtä tekemällä ja siksi vasta aloittaneiden kunnossapitäjien työ on hitaampaa ja riski virheisiin suurempi. Tästä syystä myös laitteiden korjaus- ja asennustyön laatu-taso saattaa lasketa pitkäksiin aikaan ennen kuin uusi työntekijä on ehtinyt kartutta-maan kokemusta. Eläköitymisen myötä kunnossapidosta voi kadota paljon sellaista tie-totaitoa, jota ei ole dokumentoitu ja tämä vaikuttaa myös omalta osaltaan toimintahäiri-öitä kunnossapidossa. (Järviö & Lehtiö 2012, 265-269.)

Muutos organisaatiossa saa usein alkunsa yrityksen omasta halusta parantaa toiminnan tasoa tai kehittää uusia toimintamalleja. Esimerkiksi yrityksen toimialalla lisääntynyt kil-pailu voi saada aikaan organisaation muutostarpeen. Kehittämisessä kannattaa aina en-sin perehtyä yrityksen ja sen toiminnan nykyiseen tilanteeseen esimerkiksi ns. nykytila-analyysien kautta. Palvelujen kehittämisessä on tärkeää kohdistaa huomio siihen, millä tavalla kehittämistyötä tehdään ja miten sitä viedään eteenpäin. Tärkeintä on siis löytää oikea menettelytapa sille, miten voidaan tunnistaa nykytila ja sen kehityskohteet, miten kehitystyö voidaan toteuttaa, mikä on sen mahdollinen etenemistapa ja -nopeus, miten uusi toimintamalli luodaan ja miten se viedään käytäntöön. Ulkoistetussa kunnossapi-dossa on kehitettävä kahden organisaation välistä toimintaa sekä toimintamalleja. Näissä tilanteissa kehityskohteina painottuvat yleensä mm. investoinnit yhteistoiminta-rakenteessa, yhteisen kehittämisen toimintamalli, roolit ja toimenkuvat, vastuut ja valtuu-det, toimintaprosessit sekä laadun mittaaminen ja arviointi. Toimintaa kehitettäessä on tärkeää ottaa mukaan myös organisaation työntekijät, toimihenkilöt ja asiantuntijat, koska he tuntevat parhaiten oman työnsä sekä sen miten uudet vaihtoehdot olisivat käy-tännössä mahdollista ottaa käyttöön. (Järviö & Lehtiö 2012, 262-272.)

Kunnossapitotoiminnan kehittäminen tapahtuu seitsemässä eri vaiheessa. Ensimmäi-nen vaihe on koneen nykyisen kunnon ja alkuperäisen kunnon seuranta ja analysointi. Koneet tulisi asettaa tärkeysjärjestykseen ja luokitella esiintyvät tai mahdolliset viat nii-den vakavuuden mukaisesti. Tässä vaiheessa seurataan ja analysoidaan myös virhe- ja korjaustiheyttä, korjaavaa sekä ennakoivaa kunnossapitoa sekä kunnossapitokustan-nuksia. Näille pitää asettaa myös tavoitteet ja kehittää mittarit niiden edistymisen seu-rantaan. Toisessa vaiheessa parannetaan koneiden, laitteiden ja varustuksen kuntoa. Koneet ja varustus tulee palauttaa alkuperäiseen kuntoonsa ja estää kulumisen jat-kossa. Lisäksi estetään ja rajoitetaan varusteiden likaantuminen, poistetaan heikkoudet

ja seurataan mitkä viat toistuvat. Kolmannessa vaiheessa laaditaan kunnossapitojärjestelmä, jotta voidaan analysoida ja tallentaa toteutettuja kunnossapitotoimenpiteitä tulevaisuutta varten. Neljännessä vaiheessa kunnossapitohenkilöitä valmennetaan kunnossapitotehtäviin ja opitaan uusia analysointitekniikoita. Lisäksi asetetaan uusia tavoitteita vika- ja korjaustiheydelle. Viidennessä vaiheessa parannetaan kunnossapitotoimenpiteiden tehokkuutta mittaamalla vika- ja korjaustiheyttä ja aikaa, joka kuluu siihen, että korjaaja saadaan paikalle. Kunnossapitohenkilöstöä valmennetaan myös etsimään laitteiden vikoja. Kuudennessa vaiheessa pyritään pienentämään kaikkia kunnossapidosta johtuvia konepysähdyksiä esimerkiksi parantamalla ennakoivan kunnossapidon standardeja. Viimeisessä eli seitsemännessä vaiheessa pidennetään koneiden ja laitteiden taloudellista elinikää mm. tutkimalla mikä on varustuksen suurin mahdollinen ikä. (Tuominen 2010, 93-94.)

Kunnossapitotoiminnan kehittäminen on siis prosessi, jossa ensin olisi tärkeintä pyrkiä tunnistamaan organisaation nykytila. Nykytilanteen tunnistamiseksi tehdään ns. nykytila-analyyseja, johon osallistuvat henkilöstö sekä johto yhdessä. Tämä on tärkeää, jotta kehittämistarpeista voidaan saada selkeä ja yhtenevä käsitys. Vasta tämän jälkeen voidaan lähteä yhdessä kehittämään toimintaa ja osaamista kohti uusia tuloksia. (Järviö & Lehtiö 2012, 271.)

5 NYKYTILANNE

NRC Group Finland Oy on Suomessa toimiva infrahankkeiden suunnittelutoimisto, rakennusliike sekä kunnossapitoyritys. Yritys toimittaa ratamateriaaleja ja tarjoaa monipuolisesti kalustopalveluja sekä esimerkiksi raiteiden ja vaihteiden hitsauspalveluja työmaille. Ratojen kunnossapito on jaettu Etelä-, Itä-, Länsi- ja Pohjois-Suomen alueille. (NRC Group 2019.) Tässä opinnäytetyössä tutkitaan rautatievaihteiden ennakoivaa kunnossapitoa Etelä-Suomen yksikön kunnossapitoalueella kaksi. Kyseisellä kunnossapitoalueella rataverkon kunnossapito toteutetaan allianssimallilla yhdessä Väylän kanssa ja vaihteita on tällä alueella yhteensä 320 kappaletta. Nykytilanteen kartoittamiseksi haastateltiin kuutta vaihdeasentajaa sekä vaihteista vastaavaa työmaamestaria Etelä-Suomen yksiköstä. Haastateltavia pyydettiin pohtimaan vaihteiden kunnossapidon nykytilannetta ja vastaamaan erilaisiin kunnossapitoa koskeviin kysymyksiin. Kaikki haastateltavat ovat toimineet jo usean vuoden ajan vaihteiden kunnossapidossa, joten heidän vastauksiaan voidaan pitää luotettavina. Kysymykset haluttiin esittää avoimina kysymyksinä, jotta haastatteluista saataisiin mahdollisimman laajat vastaukset. Kaikki haastateltavat saivat vastata samoihin kysymyksiin, joita oli yhteensä kolme kappaletta. Kysymykset käsittelivät kunnossapidon nykytilannetta – onko se ennakoivaa ja miksi, mikä nykyisessä kunnossapitoprosessissa on hyvää ja mikä huonoa sekä miten he itse kehittäisivät vaihteiden kunnossapitotoimintaa.

Haastateltavien mielestä vaihteiden kunnossapito on pääsääntöisesti ennakoivaa. Heidän mukaansa havaitut viat pyritään korjaamaan ennen kuin ne aiheuttavat junamyöhästyksiä tai vaaratilanteita. Vaihdehuollot on ohjelmoitu säännöllisiksi ja huoltojen ohessa pystytään seuraamaan mahdollisia ongelmakohteita ja suorittamaan ennaltaehkäisevät toimenpiteet nopealla aikataululla. Huollot ja mittaukset suoritetaan sijainnista ja vaihde-tyypistä riippuen ennalta määrätyn huolto- ja mittausvälin mukaan ja lisäksi vaihteiden liukualuslevyt voidellaan vaihteiden toimivuuden varmistamiseksi. Voitelutarpeeseen vaikuttavat sääolosuhteet, liikennemäärät sekä vaihteen kääntymisen tiheys. Vaihteen voitelun yhteydessä tarkastetaan myös vaihteen kääntymisen ja poistetaan mahdolliset kääntöä haittaavat tai estävät esim. tuulen tai junan mukanaan kuljettamat haittatekijät. Vaihteet huolletaan ja tarkastetaan teoriaosuudessa esitellyn huolto-ohjelman mukaisesti eli mikäli kyseessä on pääraidevaihde, jonka suoran raiteen nopeus ylittää 120km/h, tarkastetaan ja huolletaan se ainakin neljä kertaa vuodessa. Muut pääraidevaihteet, joiden suoran raiteen nopeus jää alle 120km/h, tarkastetaan ja huolletaan kaksi

kertaa vuodessa. Sivuraidevaihteet tarkastetaan ja huolletaan ainakin joka toinen vuosi. Pääraidevaihteelle tehdään lisäksi kerran vuodessa laajennettu tarkastus, joka tarkoittaa tavanomaisten tarkastuskohteiden lisäksi hitsausteknisten tarkastuksien suorittamista. Käytännössä vaihdehuoltoja ovat siis kolmen tai kuuden kuukauden välein suoritettavat huollot ja mittaukset sekä kerran vuodessa tehtävät ultraäänitarkastukset.

Haastattelujen pohjalta haasteita kunnossapitotöiden suorittamiseen tuovat esimerkiksi vaihdemateriaalien huono saatavuus. Varaosien toimitusaika on pitkä, mikä hidastaa huoltojen ja korjauksien suorittamista. Tällä hetkellä varaosat ja materiaalit tilataan tarpeen mukaan erillisestä materiaalipalveluyksiköstä ja oma varasto pidetään pienenä. Toisena haasteena esiin nousi työsuunnittelu, johon tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Tällä hetkellä asentajille ei ole aina niin selkeää mitä töitä tehdään milläkin viikolla ja minäkin päivänä. Yrityksessä on käytössä K15 kunnossapidon ohjausjärjestelmä, josta periaatteessa näkee tulevat huollot ja työt, mutta käytännössä asia ei kuitenkaan ole näin, koska kaikkia huoltoja ei välttämättä ole sinne kirjattu. Lisäksi siellä olevat päivämäärät eivät välttämättä pidä paikkansa, koska huollot on kirjattu järjestelmään ohjelman käyttöönoton yhteydessä ja ne uusiutuvat automaattisesti joka vuodelle, jolloin päivämäärät pysyvät joka vuodelle samoina. Tähän asti huollot onkin sovittu tehtäväksi suullisesti työmaamestarin kanssa ja järjestelmässä olevat huollot ovat vain oletuksia sen mukaan tehdäänkö vaihteelle huolto kolmen vai kuuden kuukauden välein. Työmaamestari on siis viestinyt tähän asti tulevat työt suullisesti asentajille ja varannut sen mukaan myös tarvittavat resurssit. Tällä hetkellä järjestelmästä ei myöskään pysty tarkistamaan mikä vaihde on huollettu ja mikä ei, vaan jo tehdyt huollot kirjataan ainoastaan Väylän järjestelmään, jotta heillä on tieto mikä vaihde on huollettu ja milloin. Edellisten asioiden lisäksi asentajilta puuttuu myös tietoteknisiä taitoja ja näiden kaikkien syiden johdosta tulevien töiden ja huoltojen tarkastaminen K15-järjestelmästä on haastavaa. Asentajat toivoivatkin tähän selkeämpää käytäntöä esimerkiksi seinältä luettavissa olevaa listaa, josta pystyisi tarkistamaan tulevat huollot ja työt.

Haastattelujen perusteella huoltojen sisällön suunnitteluun tulisi kiinnittää myös huomiota, koska olosuhteet Suomessa ovat hyvin erilaiset kesällä kuin talvella. Tällä hetkellä kesä- ja talviajan huollot on suunniteltu identtisiksi, vaikka talviaikana huolloissa tulisi ottaa huomioon erilaiset sääolosuhteet. Näihin liittyen asentajilta tuli muutamia teknisiä ideoita tai vinkkejä, joilla huoltojen sisältöjä voisi muokata. Heidän mukaan esimerkiksi talviajan huolto voisi poiketa vastaavasta kesäajan huollosta niin, että talvella moottorien ja koskettimien kansia ei aukaistaisi, ellei se ole välttämätöntä. Näin toimimalla voitaisiin

välttää lumen ja kosteuden pääsy sähkölaitteisiin. Moottorien ja koskettimien laatikoihin voisi lisätä myös pienen lämmitysvastuksen, joka voisi auttaa välttämään lumesta ja kosteudesta aiheutuvia häiriötilanteita. Edellisten asioiden lisäksi vaihteiden kunnossapidon nykytilanteeseen tuo haasteita resurssipula niin työntekijöistä kuin koneistakin. Haastateltavat kertoivat, että tukemiskoneita on heikosti saatavilla ja lisäksi on pulaa sekä hitsaus- että mittamiehistä. Tukemiskoneet ovat yhteisiä kaikilla kunnossapitoalueilla ja koska koneita on rajallisesti, haasteena on usein sovittaa koneiden käyttöajat eri alueiden välillä ja lisäksi ottaa vielä huomioon kulkeva junaliikenne. Hitsausmiehiä ei ole erikseen Etelä-Suomen yksikössä, vaan heitä lainataan muilta alueilta. Nämä asiat vaikeuttavat töiden tekemistä sekä sujuvuutta. Positiivisena asiana mainittiin se, että yrityksen sisäisiä käytäntöjä on kuitenkin onnistuttu kehittämään oikeaan suuntaan ja työntekijöiden kesken ollaan avoimia ja ongelmia yritetään ratkoa yhdessä.

6 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Tekemäni tutkimuksen perusteella NRC Group Finland Oy voisi hyödyntää vaihteiden kunnossapidon kehittämisessä teoriaosuudessa esiteltyjä LEAN ja TPM-malleja. Näiden mallien avulla yritys voisi saada parannettua kunnossapidon ennakoivuutta ja sitä kautta tehokkuutta ja tuottavuutta. Teoriaosuudessa todettiin, että on erittäin tärkeää korjata virheet ja laatupoikkeamat kerralla kuntoon. Tämä pätee myös vaihteiden kunnossapidossa ja onkin tärkeää, että viat ja häiriöt korjataan nopeasti, mutta kuitenkin niin, että samoja vikoja ei tarvitse korjata hetken kuluttua uudestaan. Tästä syystä usein toistuvien vikojen analysointia voisi tehostaa entisestään. Tällä hetkellä toistuvat viat kirjataan ylös, mutta asioita vikojen taustalla eli niiden juurisyytä voisi pohtia vielä syvällisemmin. Viat vaikuttavat suoraan junaliikenteen sujuvuuteen, joten ennakoivaan kunnossapitoon ja vikojen analysointiin panostaminen on erittäin tärkeää. Vikoja tarkemmin analysoimalla voidaan tehdä toimenpiteitä, jolla saadaan vikalukumäärät laskemaan ja voidaan minimoida vikojen esiintyminen. Lisäksi teoriaosuudessa todettiin, että olisi hyödyllistä tunnistaa parhaiten toimivat toimintatavat ja kouluttaa kaikki työntekijät noudattamaan niitä. Tällä hetkellä toimintatavat saattavat olla hyvinkin erilaisia eri työntekijöiden välillä, joten olisi tärkeää tunnistaa parhaat työtavat ja sitten varmistaa, että kaikki työntekijät tekevät työt kyseisellä tavalla. Toimintavoilla on suora yhteys toiminnan laatuun ja kun kaikki työntekijät tekevät työt samalla hyväksi todetulla tavalla, voidaan varmistua siitä, että työt sujuvat laadukkaasti. Lisäksi kunnossapidon tilanteesta voisi viestiä paremmin myös asentajille. Niin kuin teoriaosuudessa todettiin, erilaiset visuaaliset kaaviot ja mittarit auttavat ihmisiä parhaiten ymmärtämään toiminnan tilaa. Mittarien ja kaavioiden tulisi olla sellaisia, että niitä on kaikkien helppo tulkita. Näin kaikki työntekijät saavat paremman kuvan siitä millainen tilanne kunnossapidossa on. Lisäksi tämä nostaa työntekijöiden motivaatiota, kun he pystyvät suoraan näkemään työnsä tuloksen esimerkiksi junien vähentyneinä myöhästymisinä.

Toiminnan nykytilan tunnistaminen on tärkeää ennen kuin kehittämistyötä aletaan tekemään. Kunnossapidon tehokkuutta kannattaisi arvioida analysoimalla aikataulujen pitävyyttä ja suunniteltujen työtuntien osuutta toteutuneista tunneista. Lisäksi kannattaa selvittää paljonko asioita joudutaan tekemään uudelleen ja mikä on ylitöiden prosentuaalinen osuus kaikista työtunneista. Näitä asioita tutkimalla voitaisiin löytää kehityskohteita ja parantaa kunnossapidon tehokkuutta. Kunnossapidon kehittämiseen olisi tärkeää saada osallistumaan koko henkilökunta mukaan lukien myös työntekijät, koska heillä on

arvokasta tietoa ja usein myös halua osallistua oman työnsä kehittämiseen. Etelä-Suomen yksikössä kunnossapitoa tehdään allianssina, joten kehitystyötä kannattaa tehdä lisäksi yhteistyössä Väylän kanssa. Lisäksi tässä tutkimuksessa haastattelujen pohjalta selvinneitä asioita tulee ottaa huomioon kehittämistyötä suunniteltaessa ja tehtäessä.

Vaihteiden kunnossapitoa suoritetaan aikaisemmin esitellyn ennalta määrätyn huolto-ohjeen mukaan. Tämä tarkoittaa siis sitä, että eri käyttöasteiset vaihteet huolletaan samalla tavalla, riippumatta siitä millaisella käytöllä vaihde on. Tästä syystä, joitakin vaihteita huolletaan ehkä liikaa, kun vastaava työaika voitaisiin hyödyntää kriittisemmän vaihteen huoltoon ja näin mahdollisesti pidentää vaihteen elinkaarta. Lisäksi vähällä käytöllä olevan vaihteen ylihuoltaminen aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Arvioimalla vaihteen kääntömääriä, voidaan tunnistaa mihin vaihteisiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Tästä syystä ehdottaisin, että jatkossa eri kohteille määritettäisiin kyseiselle kohteelle sopiva huoltoaikataulu. Näin vaihteiden kunnossapidosta saataisiin kustannustehokkaampaa. Lisäksi kunnossapitoalueella olevista vaihteista kannattaisi luoda esimerkiksi Excel-taulukko, josta näkyisi kaikki kunnossapitoalueella olevat vaihteet. Taulukossa voisi olla eriteltyinä vaihteen tiedot, milloin se on asennettu, mikä on vaihdetyyppi, vaihteen käyttömäärä, koska vaihde on viimeksi huollettu ja koska on seuraava huolto. Lisäksi taulukosta voisi tarkistaa, mitkä vaihteet tulee uusia seuraavan viiden vuoden aikana. Liitteessä 1 olen esitellyt taulukon, jonka voisi ottaa käyttöön.

Materiaalien saatavuusongelmiin ratkaisuna olisi se, että varmistetaan tarvittavien osien saatavuus ajoissa. Tähän liittyen tarkkaan tehty työsuunnittelu edesauttaa myös materiaalien hankinnassa. Hyvin tehdyn työsuunnitelman avulla tiedetään mitä materiaaleja ja osia tarvitaan tulevissa huolloissa, joten ne pystytään tilaamaan ajoissa. Kun kaikki tehtävät työt on suunniteltu mahdollisimman hyvin, voidaan varmistua myös siitä, että ne sujuvat käytännössä sujuvasti ja tehokkaasti. Työsuunnittelun parantamisen myötä pystytään jatkossa varautumaan paremmin myös kustannuksiin. Valmiin työsuunnitelman voisi laittaa jatkossa näkyviin esimerkiksi infonäyttöön, josta asentajat pystyisivät tarkastamaan nopeasti mitä huoltoja kyseisellä viikolla tulee tehdä. Tämä lisäisi työn tehokkuutta, koska näin asentajien ei tarvitsisi varmistaa tulevia töitä joka kerta työmaames- tarilta.

Yrityksen kannattaisi hyödyntää kehittämistoiminnassaan myös benchmarking-menettelmää ja tutkia, miten jollakin toisella kunnossapitoalueella toimitaan vaihteiden kunnossapidossa. Vertaamalla omaa toimintaa toisten toimintaan voidaan tunnistaa oman toiminnan heikkouksia ja luoda uusia toimintatapoja ja kehitysideoita. Vuodenvaihteessa

tapahtuneen yrityskaupan myötä yrityksestä on tullut osa norjalaista NRC Groupia, joten yhteistoimintaa maiden välillä kannattaisi myös jatkossa hyödyntää. Hyödyllistä voisi olla esimerkiksi tutkia miten muissa Pohjoismaissa hoidetaan vaihteiden kunnossapitoa. Maiden välisellä yhteistoiminnalla voitaisiin saada uusia kehitysideoita ja samalla voisi ottaa mallia hyväksi todetuista toimintatavoista.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rautatievaihteet ovat radan liikennöinnin kannalta keskeisiä ratalaitteita, koska niiden avulla juna ohjataan raiteelta toiselle. Vaihteiden kunnossapito on olennainen osa rautateiden kunnossapitoa ja samalla se muodostaa merkittävän osan kunnossapidosta aiheutuvista kustannuksista. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää vaihteiden kunnossapitoprosessia niin, että tuleviin töihin pystyttäisiin varautumaan mahdollisimman hyvin. Vaihteiden kunnossapito koostuu tarkastuksista, peruskunnossapidosta sekä erilliskunnossapidosta. Lisäksi erilaiset häiriöt ja vauriot aiheuttavat kunnossapidolle töitä. Ennakoiva kunnossapito on erittäin tärkeässä roolissa, koska ainoastaan sen avulla voidaan vaikuttaa vikojen syntymiseen ja sitä kautta minimoida junaliikenteen myöhästymiset. Tästä syystä tässä tutkimuksessa lähdettiin selvittämään miten vaihteiden kunnossapitotoimintaa voisi kehittää niin, että siitä saataisiin mahdollisimman ennakoivaa ja tehokasta.

Tutkimuksessa tutustuttiin rautatievaihteisiin, niiden kunnossapitoon sekä ennakoivan kunnossapidon tavoitteisiin ja menetelmiin. Lisäksi haastateltiin NRC Group Finland Oy:n Etelä-Suomen kunnossapitoalueen kaksi vaihteista vastaavaa työmaamestaria sekä vaihdeasentajia. Haastattelujen pohjalta selvitettiin vaihteiden kunnossapidon nykytilannetta – onko se ennakoivaa ja miksi, mikä nykyisessä kunnossapitoprosessissa on hyvää ja mikä huonoa sekä miten he itse kehittäisivät vaihteiden kunnossapitotoimintaa. Haastatteluissa selvisi, että vaihteiden kunnossapito on pääasiassa ennakoivaa, koska havaittuihin vikoihin pyritään puuttumaan ennen kuin ne aiheuttavat junamyöhästymisiä tai vaaratilanteita. Huollot ja mittaukset suoritetaan sijainnista ja vaihdetyypistä riippuen ennalta määrätyn huolto- ja mittausvälin mukaan. Haasteita vaihteiden kunnossapitoon tuovat vaihdemateriaalien huono saatavuus ja varaosien pitkä toimitusaika. Toisena haasteena esiin nousi työsuunnittelu, johon tulisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota niin töiden sisällön kuin suunnittelun kautta. Edellisten asioiden lisäksi vaihteiden kunnossapidon nykytilannetta huonontaa resurssipula niin työntekijöistä kuin koneistakin.

Tutkimuksen perusteella yritys voisi hyödyntää TPM ja LEAN-malleja kehittäessään vaihteiden kunnossapitotoimintaa. Kehitystyö on pitkä prosessi, johon tulisi ottaa mukaan yrityksen koko henkilökunta mukaan lukien työntekijät. Haastatteluissa esiin tulleet

ongelmakohdat tulisi ottaa työn alle ja keskittyä jatkossa enemmän mm. työsuunnitteluun. Hyvin tehty työsuunnittelu edesauttaa sitä, että tiedetään mitä materiaaleja ja osia tarvitaan tulevissa huolloissa, joten pystytään ne tilaamaan ajoissa. Lisäksi toistuvien vikojen syvällisempää analysointia kannattaisi tehdä, koska viat vaikuttavat suoraan junaliikenteen sujuvuuteen ja aiheuttavat kustannuksia kunnossapidolle. Vaihteiden kunnossapitoa voisi kehittää lisäksi luomalla eri kohteille sopiva huoltoaikataulu. Tällä hetkellä eri käyttöasteiset vaihteet huolletaan samalla tavalla, riippumatta siitä millaisella käytöllä vaihde on. Vaihteiden ylihuoltaminen aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja toisaalta vie aikaa kriittisemmän vaihteen huoltamiselta. Arvioimalla vaihteen kääntömääriä, voidaan tunnistaa mihin vaihteisiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Näin voidaan vaikuttaa myös vaihteiden elinkaareen. Lisäksi olisi hyödyllistä luoda esimerkiksi Excel-taulukko, josta näkisi kaikki kunnossapitoalueella olevat vaihteet. Taulukossa voisi olla eriteltyinä vaihteen tiedot - milloin se on asennettu, mikä on vaihdetyyppi, vaihteen käyttömäärä, koska vaihde on viimeksi huollettu ja koska on seuraava huolto. Lisäksi taulukosta voisi tarkistaa, mitkä vaihteet tulee uusia seuraavan viiden vuoden aikana. Ehdotus taulukosta on esitelty liitteessä 1. Näiden asioiden lisäksi kehittämistoiminnassa voisi hyödyntää benchmarking-menetelmää tutkimalla, miten jollakin toisella kunnossapitoalueella tai vaikka Ruotsissa toimitaan vaihteiden kunnossapidossa. Vertaamalla omaa toimintaa toisten toimintaan voidaan tunnistaa oman toiminnan heikkouksia ja luoda uusia toimintatapoja ja kehitysideoita.

Yritys voisi siis kehittää rautatievaihteiden kunnossapidosta ennakoivampaa ja kustannustehokkaampaa ottamalla käyttöön vaihteen käyttöasteeseen perustuvan huoltoaikataulun, parantamalla työsuunnittelua sekä hyödyntämällä TPM- ja LEAN-menetelmiä. Lisäksi kunnossapitoalueen vaihteista kannattaisi luoda taulukko, josta voisi helposti tarkistaa kyseisen alueen vaihteiden tiedot. Vakiintuneet työtavat ja -menetelmät sekä vikojen ja häiriöiden syvällisempi analysointi on tärkeässä osassa, kun halutaan kunnossapitotoiminnasta tehokkaampaa ja tuottavampaa sekä laadukkaampaa. Mielestäni tutkimus saavutti hyvin sille asetetut tavoitteet ja siinä löydettiin kehityskohteita ja -ideoita, joita NRC Group Finland Oy:n Etelä-Suomen yksikön kunnossapitoalue kaksi voi hyödyntää kehittäessään vaihteiden kunnossapitotoimintaa ennakoivammaksi. Mahdollinen jatkotutkimuksen aihe voisi olla käyttöönotettujen kehitysideoiden vaikutus kunnossapidon tehokkuuteen tai rautatievaihteiden ennakoiva kunnossapito Pohjoismaissa.

LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Loviisa: Painoyhtymä Oy.

Järviö, J.; Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Järviö, J. 2006. Kunnossapito. 3., uudistettu painos, Helsinki: KP-Media Oy.

LeanProduction 2019. TPM (Total Productive Maintenance). Viitattu 2.4.2019 <https://www.lean-production.com/tpm.html>

Liikenneviraston ohjeita 22/2012 RATO osa 4 Vaihteet. Viitattu 15.1.2019 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2012-22_rato_4_web.pdf

Liikenneviraston ohjeita 14/2016 RATO osa 14 Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito. Viitattu 20.1.2019 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2016-14_rato14_web.pdf

Liikenneviraston ohjeita 23/2016 Vaihdekäsikirja. Viitattu 12.2.2019 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2016-23_vaihdekasikirja_web.pdf

Liikennevirasto 2002. Rataverkko 2020. Radanpidon linjaukset. Viitattu 28.2.2019 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rhk_2002_rataverkko_2020.pdf

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018. Rataverkon kokonaiskuva. Lähtökohtia ja näkökulmia. Viitattu 28.2.2019 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2018-37_rataverkon_kokonaiskuva_web.pdf

Liker, J. 2004. The Toyota way: 14 management principles form the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill cop.

Liker, J. 2008. Toyotan tapaan. 14 johtamisen periaatetta. Suom. M. Niemi. 2., painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Logistiikan Maailma 2019. Kuljetus. Rautatiekuljetus. Rataverkko. Viitattu 13.2.2019 <http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/rautatiekuljetus/rataverkko/>

NRC Group 2019. NRC Group Finland. Yritys. Viitattu 14.2.2019 <https://nrcgroup.fi/nrc-group-finland/>

Nummelin, M. 1994. Rautatievaihteet. Kehitys, rakenne ja kunnossapito. Mikkeli: VR-Pääkonttori, ratayksikkö

PSK Standardisointiyhdistys Ry 2011. Standardi PSK 6201. Viitattu 29.3.2019 <https://docplayer.fi/69902120-Psk-standardisointi-standardi-psk-6201-psk-standards-association-1-30-3-painos.html>

Rautatietilasto 2017. Liikenneviraston tilastoja 8/2018. Viitattu 8.2.2019 https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/rautatietilasto_2017.pdf

Resiina 3/1996. Jokioinen: Museorautatieyhdistys ry.

Tuominen, K. 2010. LEAN. Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen. Total Productive Maintenance. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Väylä 2017. Rataverkko. Rataverkon kunnossapito. Viitattu 13.2.2019 <https://vayla.fi/rataverkko/kunnossapito#.XGP12jMzaUk>

