

Nina Vuorikoski

SSAB Raahen ratakunnossapidon ennakoiva kunnossapito ja huoltovarmuuden ylläpito

Insinööri (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatek-
niikka

Kevät 2023



**KAMK • University
of Applied Sciences**

Tiivistelmä

Tekijä(t): Nina Vuorikoski

Työn nimi: SSAB Raahen ratakunnossapidon ennakovakunnossapito ja huoltovarmuuden ylläpito

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Asiasanat: SSAB, huoltovarmuus, ratakunnossapito, ennakoiva kunnossapito

Opinnäytetyön aiheena oli SSAB Raahen ratakunnossapidon ennakoiva kunnossapito ja huoltovarmuuden ylläpito. Työn ensimmäisenä tavoitteena oli yhtenäistää ja selkeyttää työohjeistusta ja toimintatapoja ratakunnossapidossa, jotta ratakunnossapidossa voitaisiin tehokkaammin reagoida ennakoivaan kunnossapitoon. Toisena tavoitteena oli luoda tilausmalli, jota voitaisiin käyttää apuna ratakunnossapidon varaosia tilatessa. Ratakunnossapidossa oli havaittu, että tämänhetkinen globaali maailmantilanne vaikeutti varaosien saantia ja toimitusajat venyivät todella pitkiksi ja näin ollen toimintaan haluttiin selkeyttää ja yhtenäisempää toimintamallia. Näin muodostui opinnäytetyön aihe: SSAB Raahen tehtaan ratakunnossapidon ennakoiva kunnossapito ja huoltovarmuuden ylläpito.

Työ toteutettiin SSAB Raahen tehtaan ratakunnossapidon osastolle. Opinnäytetyön kartoittaminen aloitettiin syksyllä 2022 ja joulukuussa alkoi kirjallisen työn tekeminen. Työ toteutettiin kirjallisten selvitysten ja haastattelujen perusteella. Haastattelin Raahen tehtaan ratakunnossapidon työntekijöitä, joilla on vuosikausien työkokemus Raahen tehtaalla työskentelemisestä ja ratakunnossapidosta. Työn alkuosassa käsiteltiin lyhyesti SSAB:tä yhtiönä sekä Raahen tehdasta ja ratakunnossapidon osastoa. Tämän jälkeen teoriaosuudessa käsiteltiin vaihteita ja vaihteisiin liittyviä osia. Sitten työssä määriteltiin ennakoivaan kunnossapitoon liittyviä työtapoja ja kunnossapitotoimia, joiden avulla pystyttäisiin yhtenäistämään toimintatapoja ratakunnossapidossa. Työn loppuosassa esiteltiin huoltovarmuuden ylläpitämiseksi eri keinoja sekä muutamia ratakunnossapidon ongelmakohtia, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää ja ottaa huomioon laadukkaassa ja tehokkaassa ennakoivan kunnossapidon suunnittelussa.

Työn tuloksena saatiin luotua ratakunnossapidolle tilausprosessimalli, jota voidaan käyttää apuna, kun rautaosia tilataan. Lisäksi ratakunnossapidossa työohjeistukseen saatiin tiivistettyä oleelliset ja tärkeimmät kohdat yhteistyössä ratakunnossapidossa työskentelevän henkilöstön kanssa ja liitteissä on ohjeistukset laajaan ja suppeaan tarkastuskierrokseen. Näitä ohjeita hyödyntämällä opinnäytetyöprosessin aikana huomattiin, että kirjaamalla tarkasti kaikki työvaiheet ja käytetyt varaosat, voidaan tulevaisuudessa helpommin resursoida ratakunnossapidon työhön kuluva aikaa ja työvaiheita tarkemmin.

Opinnäytetyön johtopäätöksinä huomattiin, että nykyisen tarkastuskierroksen välin ollessa kahdeksan viikkoa, tarkastusväli on liian pitkä ja ratakunnossapidon huoltotoimenpiteiden määrä kasvaa. Tulevaisuudessa olisi hyvä selvittää esimerkiksi projektityönä, kannattaisiko tarkastusväli lyhentää esimerkiksi kolmeen tai neljään viikkoon. Opinnäytetyöprosessin aikana selvisi myös, että on täysin mahdotonta selvittää ratakunnossapidossa olevien varaosien määrää, koska tehdasolosuhteissa käytössä olevien vaihteiden materiaali muuttuu ympäri tehdasta.

Abstract

Author(s): Nina Vuorikoski

Title of the Publication:

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction Engineering

Keywords: SSAB, maintenance reliability, track maintenance, preventive maintenance

This thesis considers preventive maintenance and reliability of SSAB Raahe mill's track maintenance operations. The first objective of this thesis was to standardize and clarify the instructions and operating methods in track maintenance operations to enhance preventive maintenance. The second objective was to create a spare part ordering model. The current global situation has negatively affected the availability of spare parts. Delivery times for spare parts have increased significantly, therefore the demand to clarify and standardize the operating procedures has increased. The topic of this thesis was formed with two objectives: Preventive maintenance and reliability of SSAB, Raahe mill's track maintenance operations.

The thesis commissioner is the track maintenance department of the SSAB Raahe mill. Thesis was started in autumn 2022 by planning the study and writing of the thesis was started in December. Literature review and interview research were used as research methods. Maintenance workers with long work experience in the track maintenance department were interviewed. The thesis begins with a short introduction of SSAB Raahe mill and the track maintenance functions. The theory part presents swifths and parts related to swifths. Thereafter, operating methods and maintenance procedures which could be utilized to standardize the operation models in track maintenance are presented. At the end means to maintain the maintenance reliability are suggested. Lastly, some difficulties of track maintenance are introduced that could be utilized in future planning. These difficulties should be considered to achieve high-quality and efficient planning in track maintenance.

As a result, spare part ordering process model of tracks was created. In addition to this, work instructions were updated in co-operation with the maintenance personnel of the track maintenance department. Instructions for short and long inspection rounds can be found in the attachments. By following these instructions, if every work stage and used spare parts were carefully recorded, it will be easier in the future to resource the time and working stages of track maintenance operations.

As a conclusion, it was concluded that an eight-week interval between inspection rounds is too long, and it increases the amount of maintenance operations. In the future it could be investigated, for example in a project, whether it would be reasonable to shorten the interval of inspections, for example to three or four weeks. This study shows that it is impossible to determine the number of spare parts because the switch material used around the factory varies.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	SSAB	3
2.1	Raahen tehdas	3
2.2	Raahen tehtaan ratakunnossapito ja tehtaan raideliikenne	4
3	Vaihteet	6
3.1	Vaihteiden tiedot ja merkinnät	7
3.2	Vaihdetyypit	7
3.3	Kiskoprofiilit ja kiinnitykset	10
3.4	Muu materiaali	13
4	Ennakoiva kunnossapito	15
4.1	Geometrinen kunnossapito	15
4.1.1	Vaihteiden mittaus	17
4.1.2	Tarkastuskierrokset	19
4.1.3	Ultraäänitarkastus ja vikaluokat 1–3	20
4.1.4	Käytetyn vaihteen kuntoarvio	21
4.2	Vaihteiden huolto	21
4.3	Pölkyt	22
4.4	Vaihteiden hitsaustekninen kunnossapito	23
4.5	Talvikunnossapito	26
5	Huoltovarmuuden ylläpito	28
5.1	Arkipäivän huoltovarmuus työnteossa	29
5.2	5-vuotissuunnitelma	32
6	Ongelmakohdat	33
7	Pohdinta	34
	Lähteet	37
	Liitteet	

Symboliluettelo

Vaihde	Vaihde on raiteiden liityntäkohta, jossa liikennettä ohjataan raiteelta toiselle
RATO	Ratatekniset ohjeet, Väyläviraston virallinen ohjekokoelma, joita jokaisen tulee noudattaa, jotka käyttävät Väyläviraston hallinnoimia raiteita
Tukikerros	Materiaalina käytetään soraa tai raidesepeä, pitää raiteen ja vaihteen geometrisesti oikeassa asennossa
Raide	Koostuu ratapölkkyistä, ratakiskoista, ratakiskojen kiinnitys- ja jatkosista sekä vaihteista
Arttu	Kunnossapitojärjestelmä Raahen tehtaalla

1 Johdanto

Ratakunnossapidon osat on pidettävä käyttökelpoisina koko elinkaarensa ajan. Ennakoivalla kunnossapidolla tarkoitetaan vaihteiden kunnon ylläpitämistä liikenneturvallisuuden takaamiseksi ja mahdollistamalla vaihteille ja vaihteisiin liittyville osille mahdollisimman pitkä elinkaari kustannustehokkaasti. Tärkeää on, että kaikki vaihteita koskevat tiedot pystytään hyödyntämään kunnossapitoa suunniteltaessa. Ennakoivan kunnossapidon tavoite yksittäisen vaihteen osalta on ylläpitää sellaista kuntoa vaihteessa, missä tyypilliset viat pystytään ennaltaehkäisemään. Tyypillisiä toimenpiteitä kunnossapidossa ovat päällysrakenteelle tehtävät muutokset: vaihteita korjataan, erillisiä pölkkyjä vaihdetaan tai alusrakenteita muutetaan. Kunnossapitotoimenpiteiden tarve ilmenee parin kuukauden välein tehtävillä tarkastuskierroksilla ja jatkuvalla radan kunnon seurannalla.

Tämän opinnäytetyön tilaajana ja toimeksiantajana on työnantajani SSAB Europe Oy:n Raahen tehtaan ratakunnossapidon osasto. Työ toteutettiin kirjallisten selvitysten ja haastattelujen perusteella. Opinnäytetyössä hyödynnettiin myös ratakunnossapidossa työskentelevien työkokemusta vuosikymmenien ajalta. Ratakunnossapidon osaston ongelmaksi on koettu, miten ja milloin ratakunnossapidon varaosia tilataan. Myös tämän hetken globaali ja yhteiskunnallinen ongelma on varaosien pitkät toimitusajat. Ratakunnossapidossa ei ole selkeää tilausmallia, joka on koettu puutteeksi ratakunnossapidossa. Näiden haasteiden pohjalta on ajateltu, että ratakunnossapito tarvitsisi kehitystä ja selkeytystä toimintaansa ja näiden pohjalta muotoutui opinnäytetyön yksi tavoitteista. Lisäksi työohjeistuksia on useita kymmeniä eri tilanteisiin ja ne ovat ratakunnossapidossa hyvin sekalaiset, joten tässä opinnäytetyössä on tarkoitus yhtenäistää ja tiivistää tärkeimmät olennaiset asiat yhteen, jotta ennakoivan kunnossapidon menetelmät olisivat yhtenäiset koko ratakunnossapidossa työskentelevillä henkilöstöllä ja huoltovarmuuden ylläpitämiseen pystyttäisiin reagoimaan paremmin sekä tehtaan omaan prosessiin mahdollisimman lyhyillä tuotannon katkelmilla. Näin muodostui opinnäytetyön aihe: SSAB Raahen tehtaan ratakunnossapidon ennakoiva kunnossapito ja huoltovarmuuden ylläpito.

Opinnäytetyössä käydään lyhyesti SSAB yhtiönä ja Raahen tehtaan ratakunnossapidon osasto läpi, kun taas teoriaosio keskittyy vaihteisiin ja eri kiskoprofiileihin kiinnityksineen. Opinnäytetyön kehitysosiossa käydään läpi ennakoivan kunnossapidon eri työtapoja ja miten rataosia huolletaan

säilyttäen mahdollisimman laadukas ennakoivan kunnossapidon taso. Huoltovarmuuden kehittämiseksi on esitetty karkea tilausprosessimalli, jota pystytään hyödyntämään rataosien tilausprosessissa. Lisäksi huoltovarmuuden ylläpitämiseksi on esitetty, että kaikki rataosat ja välineistö tulisi kirjata Arttu-järjestelmään, jolla huoltovarmuutta saadaan ylläpidettyä vakaammin yllä ja ratakunnossapidossa työskentelevien henkilöiden tulisi säännöllisesti käydä alaan liittyvissä koulutuksissa ylläpitääkseen ammattitaitoaan.

2 SSAB

SSAB on ruotsalainen teollisuuskonserni, joka toimii maailmanlaajuisesti ja on johtavassa asemassa erikoislujien terästen ja niihin liittyvien palveluiden toimittajana. SSAB:llä on työntekijöitä maailmanlaajuisesti yli 50 eri maassa. Ruotsin, Suomen ja Yhdysvaltojen tuotantolaitosten vuosittainen yhteenlaskettu kapasiteetti on liki 8,8 miljoonaa tonnia. [1.]

SSAB:n liiketoimintaan kuuluvat:

- *SSAB Special Steels*, joka toimittaa nuorrutusterästä sekä erikoislujaa terästä
- *SSAB Europe*, joka on nauha-, kvartto- ja putkituotteiden valmistaja
- *SSAB Americas*, joka valmistaa kvarttolevyjä sekä -keloja
- *Tibnor*, joka on teräksen ja metallien jakelija sekä esikäsittelypalvelujen tarjoaja Pohjoismaissa
- *Ruukki Construction*, joka tarjoaa kestävä kehityksen mukaisia rakentamisen palveluita ja tuotteita Euroopassa

SSAB lanseerasi 2016 vuonna LKAB:n, joka on Euroopan suurin rautamalmin tuottaja, sekä Vattenfallin, joka on yksi Euroopan suurimmista sähkön tuottajista, kanssa yhteisen HYBRIT-hankkeen. Tavoitteena on korvata perinteisesti käytetty koksi fossiilivapaalla teräksen valmistustekniikalla ja tuoda 2026 vuonna markkinoille täysin fossiilivapaata terästä sekä päästä vuoteen 2030 mennessä eroon hiilidioksidipäästöistä. [1.]

2.1 Raahen tehdas

Raahen tehdas (kuva 1) on perustettu vuonna 1960. Alun perin se tunnettiin nimellä Rautaruukki Oyj, kunnes 2014 fuusioitui ruotsalaisen SSAB:n kanssa. Raahen tehdas kuuluu SSAB Europe -konserniin.

SSAB:n Raahen tehdas on noin 500 hehtaarin kokoinen alue, joka pitää sisällään koksauksen, kaksi masuunia, sulaton, valssaamon, voimalaitoksen, oman sataman sekä yhden Suomen suurimmista laboratorioista. Tehdasalueella työskentelee lähes 2500 SSAB:n omaa työntekijää sekä suuri määrä urakoitsijoita. Raahen tehtaasta valmistetaan standardi-, premium- ja erikoisteräksiä. [2.]



Kuva 1. SSAB Raahen tehdas

2.2 Raahen tehtaan ratakunnossapito ja tehtaan raideliikenne

Raahen tehtaan ratakunnossapidossa työskentelee kaksi vakituista työntekijää. Rataverkko ja ratakunnossapitoalueet on jaettu seitsemään eri osa-alueeseen, joita ovat malmiratapiha, satama, kierrätysterästerminaali, masuunialue, valssaamo, kelaratapiha sekä nestekaasuasema. Tehtaan rata-alueilla käytetään Väyläviraston määrittelemiä ratamerkkejä.

Raahen tehdasalueen rata-alueilla työskennellessä tulee käyttää standardoituja CE-merkittyjä, luokkien 2 tai 3 varoitusvaatetusta ja päässä tulee olla sankamallin suojalasit tai visiiri kypärään integroituna. Lisäksi työskentelevällä henkilöllä tulee olla voimassa oleva ratatyön turvallisuuskortti, radan alus- ja päällysrakennepätevyys, tuli- ja työturvallisuuskortti. [2.]

SSAB:n hallinnoiman rataverkon alainen liikennöinti, joka on yhteydessä Väyläviraston raiteistoon, on vaihtotyötä. Vaihtotyöllä tarkoitetaan työtä, jossa junaliikenteestä erillään tapahtuvaa vaunuja siirrellään tai järjestellään ainoastaan veturin avulla. Puolestaan masuunin alue on mekaanisesti eristetty raiteistosta, joka on Väyläviraston raiteisiin yhteydessä, joten masuunin alueella liikennöinti on siirtotyötä.

Tehtaan alueella on jatkuvasti ympäri vuorokauden rautatieliikennettä. Masuuni-Sulatto-väliä kulkee noin puolen tunnin välein kaksi 4 vaunun (senkan) ja veturin yhdistelmää (kuva 2). Täyden veturi-senkkayhdistelmän paino on yli 700 tonnia. Yhteensä senkkoja on kierrossa 16 ja osa näistä on tarpeen vaatiessa muuraskunnostuksessa tai suuremmat vauriot kunnostetaan Avescon huoltotiloissa tehtaan alueella. Veturit vievät senkat sulatolle ja ajavat tyhjät senkat takaisin ma-

suunin alle, josta hakevat lisää sulaa rautaa. Tehtaan rautateitä pitkin kuljetetaan eri raaka-aineita, kuonaa, rautaromua, jatkojalostettujen tuotteita tai satamaan tehtaalla valmistettuja tuotteita.



Kuva 2. Veturi ja senkka, SSAB Raahе.

3 Vaihteet

Valtion rataverkkoon kuuluu monia yksityisraiteita, jotka eivät ole valtion omistamia tai Väyläviraston hallinnassa, tähän kuuluu myös SSAB:n rataverkosto (kuva 3). Yksityisen rataverkon haltijalla on samat vastuut kuin Väylävirastollakin. Väylävirasto määrittää sopimuksen ehdot, josta selviävät liikenteenohjaus, rataverkkojen liityntäkohdat sekä miten yhteistyö toimii rataverkon haltijan ja Väyläviraston välillä. Väyläviraston ohjeita ei yksityisraiteiden haltijoiden ole pakko noudattaa, vaan saavat itse valita, minkälaisella laajuudella ohjeita noudattavat. [3.] SSAB Raahan tehtaan raiteisto jakautuu kahteen osaan, joista toista hallitsee SSAB Europe Oy ja toista Väylävirasto. Väyläviraston raiteistojen kunnossapidosta vastaa NRC Group Oy ja SSAB:n raiteistojen kunnossapidosta vastaa keskitetyn kunnossapidon ratakuunnossapito.



Kuva 3. Vastuualueiden jakokyltti, SSAB Raahen

SSAB:n rataverkostolla noudatetaan Väyläviraston antamia ohjeistuksia, jotta saadaan liikennöintilupa. Tehtaan alueella rautaväylä on suljettu stoppareilla, mutta vain sen vuoksi, jotta jokaisen veturinkuljettajan ei tarvitse käydä veturinkuljettajatutkintoa, vaan riittää vanhemman pätevyyden omaavan perehdytys uusille kuljettajille. Väyläviraston sopimuksen perusteella tehdään: sisäiset auditoinnit ja poikkeamien hallinnat tarkistetaan vuosittain. Valssaamon ja sataman rautatiet auditoi ulkopuolinen työntekijä. Lisäksi Huoltovarmuuskeskus antaa ohjeita ja määräyksiä rautateiden huoltamiseen ja kunnossapitotason määrittämiseen kullekin eri vaihteelle. NRC Groupin kanssa yhteistyössä tehdään vuosittain vaihdemittaukset, kriittisten paikkojen ultraäänimittaukset, pölkkyjen kuntokartoitus ja niiden vaihtosuositukset ja geometrian virheet.

3.1 Vaihteiden tiedot ja merkinnät

Vaihteiden tyyppimerkintä merkitään kirjain-numeroyhdistelmällä, josta ilmenee kaikki oleelliset tiedot vaihteesta. Vaihteiden merkinnät ja lyhenteet tarkoittavat seuraavia: vaihdetyyppi, kiskopaino, kaarresäde ja risteyssuhde ja raiteen kätisyys O/V. Raahen tehtaalla on käytössä vain yksikärkisiä, yksinkertaisia vaihteita (YV), joten käytetään niitä tässä esimerkkinä. [4.]

- YV 43-3000-1:7
- YV 54-3000-1:7
- YV-60-3000-1:7

Vaihteen alueella tarkoitetaan etu- ja takajatkosten väliin jäävää aluetta. Vaihteet on nimetty liikennepaikan tunnuksella. Ensimmäiseksi merkitään iso V-kirjain ja sitten kolminumeroinen vaihdenumero, esimerkiksi V074.

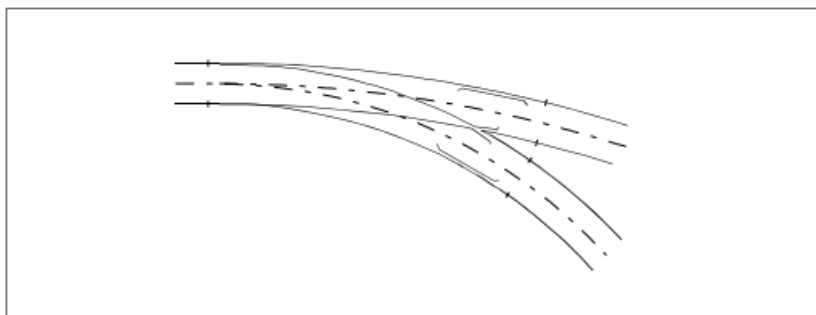
3.2 Vaihdetyypit

Suomessa on käytössä neljää eri vaihdetyyppiä, joista yleisin, yksinkertainen vaihde (YV), on myös Raahen tehtaalla käytössä (kuva 4). Yksinkertaisiin vaihteisiin kuuluvat myös kaarrevaihteet (sisäkaarrevaihde SKV ja ulkokaarrevaihde UKV) ja tasapuoliset vaihteet (TYV). Tavallisimpia vaihteita ovat suorat yksinkertaiset vaihteet. Muut vaihdetyypit ovat: kaksoisvaihteet, risteysvaihteet sekä raideristeykset. [4.] Vaihteiden suoran raiteen raideleveys on 1524 mm.

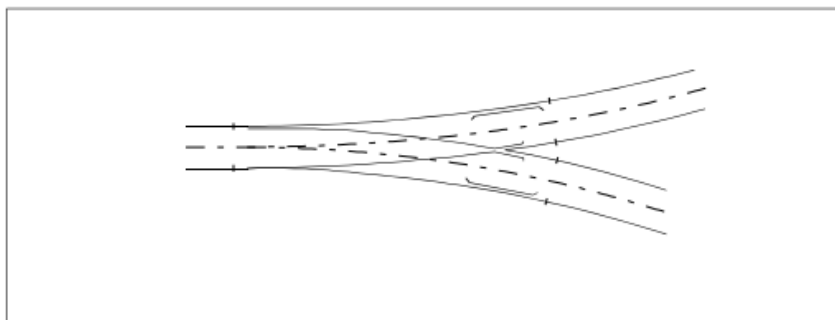


Kuva 4. Vaihde V709, SSAB Raahen

Yksinkertaisissa vaihteissa on olemassa suora- ja poikkeava raide. Yksinkertaisten vaihteiden erikoismuotoja ovat tasapuoliset- ja kaarrevaihteet. Kaarrevaihteista ovat käytössä tehtaalla yksinkertainen sisäkaarrevaihde (kuva 6) ja yksinkertainen ulkokaarrevaihde (kuva 7). Vaihteet jaotellaan risteyskulman ja vaihteen poikkeavan raiteen kaarresäteen perusteella lyhyihin ja pitkiin vaihteisiin. [4.] Sallittu nopeus pitkille vaihteille on yli 40 km/h ja lyhyille max. 40 km/h, mutta Raahen SSAB:n tehtaalla poikkeavat nopeusrajoitukset veturiliikenteelle on 20 km/h ja rauta- ja kuonaradoilla 5 km/h.



Kuva 6. Yksinkertainen sisäkaarrevaihde, SKV [4].



Kuva 7. Yksinkertainen ulkokaarrevaihde, UKV [4].

3.3 Kiskoprofiilit ja kiinnitykset

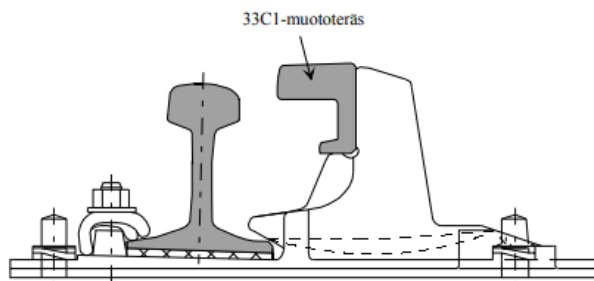
Kaikki käytettävät kiskoprofiilit ovat standardoitu CEN-standardointijärjestön mukaisesti. Kiskoprofiilin tunnus muodostuu kiskon metrimassasta (taulukko 1), E-kirjaimesta sekä kiskoprofiilin versionumerosta. Taulukosta voidaan katsoa, paljonko kyseinen kiskoprofiili kestää kilogrammoja per metri eri kiskoprofiililla. Raahan tehtaalla on käytössä luokiteltua 54 E1 - ja 60 E1 -kiskoja sekä K43. K43-kiskotyyppiä ei enää valmisteta.

Taulukko 1. Kiskoprofiilien massat [5].

Kiskoprofiili	Massa (kg/m)
54E1	54,4
60E1	60,2

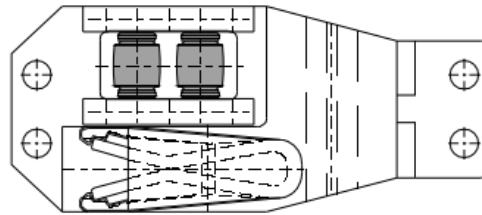
Kiskojen teräslaatu on kuormituksesta ja nopeasta kulumisesta johtuen R350HT. Vaihteiden lisäksi käytetään kieli-, vastakisko- ja täyskiskoprofiileja. 54E1 ja 60E1-vaihteiden kiinnityksessä käytetään SKL 12 -jousia. Jouset kiinnitetään vaihtealustuslevyyn erikoiskantaruuveilla. Sama kiinnitystapa on myös kielisovituksen tukikiskojen sisäpuolisena kiinnityksenä. K43-vaihteissa on käytössä K-kiinnitys, joka tarkoittaa, että vaihteet ovat ruuvikiinnityksellä kiinnitettyjä. Vastakiskojen ruuviliitoksissa käytetään itsestään lukkiutuvia muttereita. [5.]

Raahan tehtaalla kaikissa käytössä olevissa vaihteissa käytetään vastakiskoja, joiden profiili on 33C1. Vastakiskoon on hitsattu tuki (kuva 8), joko tukikiskon kiinnityksessä käytettävän aluslevyn jatkeelle tai vastakiskon tuki ja aluslevy on yhtenäiseksi kappaleeksi valettu.



Kuva 8. Vastakiskoprofiili [5].

Kaikissa Raahen tehtaalla käytössä olevissa vaihteissa käytetään rullalaakerivaihdealuslevyä (kuva 9). Rullalaakerien rullat kohottavat kieliä noin 2 millimetriä aluslevyn liukupinnalta pienentäen kitkaa ja tarvittavaa vääntövoimaa. Akselin sijainti on määritettävä rullalaakerissa niin, että aue- tessaan kieli nousee millimetrin liikkeen jälkeen rullien päälle ja kiinni oleva kieli ei saa jäädä le- päämään rullien päälle, koska rullia ei ole mitoitettu kestävämmän veturiletkan kuormitusta. [5.]



Kuva 9. Rullalaakerilevy [5.]

Vaihteen kiskon ja vaihdealuslevyn välissä tulee käyttää välilevyjä kaikkialla muualla paitsi kieli- sovituksissa kielen liikkuvalla alueella. 54E1-vaihteessa ja K43-vaihteessa levyn paksuus on 4 mil- limetriä, kun 60E1-vaihteessa välilevyn paksuus on 6 millimetriä.

Tukikiskon kielenpuoleinen osa koneistetaan kaltevaksi, jotta kielen kärki saadaan tehtyä pak- summaksi. Kielisovituksessa kiinni olevan kielen tulee liittyä tukikiskoon koko kärkiosan matkalta. Kielen ja tukikiskon välille on sallittu 2–4 millimetrin välyys ja silti pyörä pystyy ylittämään kärjen turvallisesti. Välystä käytetään lämpöliikkeen ja kääntölaitteen ominaisuuksien takia. Oikean rai- delevyyden pitää kielen alueella tukikiskoihin kiinnitetyt tukitönkät. Kummankin vaihdetyypin kie- lisovitukset (kuva 10) ovat tehty R350HT -kiskoteräslaadusta, koska vaihteet ja niiden osat ovat raskaalla kuormituksella ympäri vuorokauden. Kielisovituksien kiskoatkosten päihin tulee tehdä puikkomerkin- nät 30 senttimetrin päähän jatkoksista, jotta on helpompi löytää kiskojen oikea kat- kaisukohta sekä kielen kärkien kohdalle samat puikkomerkin- nät, jotta voidaan tarkistaa kärjen oikea sijainti ja mahdollinen vaeltaminen. [5.]

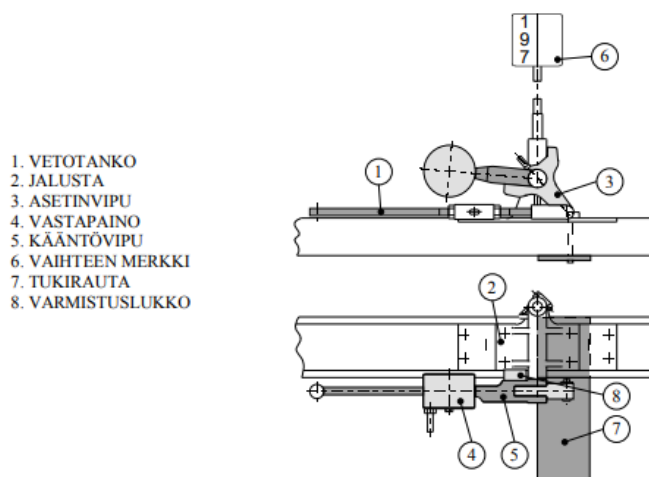


Kuva 10. YV-kielisovitus ja lukitustapit [5].

Vaihteen kielten kääntämiseen käytetään käsikäyttöisiä mekaanisia, sähkömekaanisia tai sähköhydraulisia vaihteenkääntölaitteita. Kääntölaite pitää sisällään vaihteen lukon, asettimen ja välitysmekanismin, useasti myös yhdistetään vaihteen kielten pääteaseman varmistamiseksi lukitukseen ja valvontaan tarvittavat komponentit. [5.]

Pölkkyjen päällä kääntölaitteiden kohdalla käytetään kärki- ja välivahvistuksia. Kärkisovitukseen kuuluvien kulmatukien ja kiilaruuvien avulla voidaan säätää tukikiskon asemaa liukualuseen nähden.

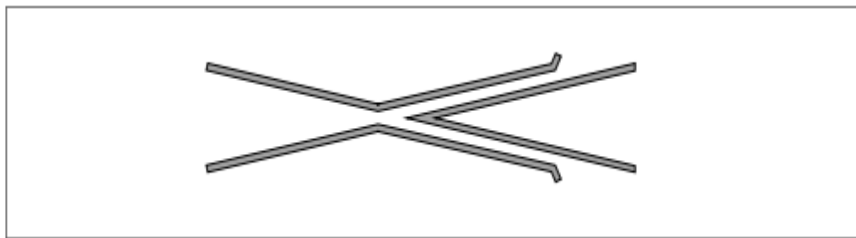
Vaihteen asettimia (kuva 11) käytetään käännettävissä vaihteissa ja raiteen suluissa. Asetin kiinnitetään pölkkyyn ja asettimen vastapainon avulla vaihde käännetään pääteasentoon, jossa se pysyy vastapainon aiheuttaman momentin vaikutuksesta. Vaihteenasettimissa on varmistuslukot. [5.]



Kuva 11. Vaihteen asetin [5].

Kaikki vaihteet, joissa tulee varmistaa, että kielet lukittuvat pääteasemaansa, tulee käyttää vaihteen lukkoja. Lukkotyyppejä ovat nivel-, kiila- ja hakalukot. Vaihteen kielisalvalla vaihteen kieli lukitaan tukikiskoon ja sitä käytetään vain silloin, kun vaihteen kääntäminen ei ole mahdollista. Vaihteen lukitsinta käytetään vaihteissa, jotta varmistetaan kielen kiinnittyminen tarkemmin tukikiskoon.

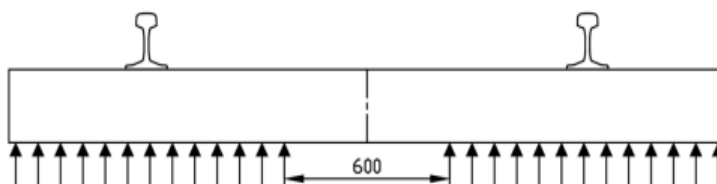
Risteykset ovat SSAB:n tehtaalla 1-kärkisiä kiinteitä sekä kääntyviä 1-kärkisiä risteyskiä (kuva 12). Kiinteät risteykset ovat valmistettu mangaaniteräksestä, kiskosta, täyskiskosta ja taotusta kärkosasta. Pääasiallisesti 54E1- ja 60E1-vaihteiden risteykset ovat valmistettu mangaaniteräksestä, jonka keskiosaan on yhdistetty leimuhitsaamalla jatkekiskot. [5.]



Kuva 12. Yksikärkinen risteys [5].

3.4 Muu materiaali

Tukikerrosmateriaalina eli raidesepelinä käytetään SFS-EN 13450 -standardoitua sepeliä. Raidesepeli on tukikerroksessa käytettävää kiviainesta, jossa kivrakeiden pinnat ovat murskattu 100 prosenttisesti ja raekoko on 31,5/63 mm tai 31,5/50 mm. Raidesepelin raaka-aineeksi käy rapautumattomat, sähköä johtamattomat ja jäädytys-sulatusrasitusta kestävät kiviainekset. Raahen tehtaalla on käytössä $LA_{RB}12$, joka on luokiteltu kestävään yli 9 miljoonaa bruttotonnia liikennettä. [6.] Raiteet tuetaan raidesepelillä tukemiskoneen avustuksella, jotta pystytään palauttamaan tai rakentamaan raide haluttuun vaaka- ja pystygeometriaan.



Kuva 13. Kuormituksen jakautuminen ratapölkylällä [6].

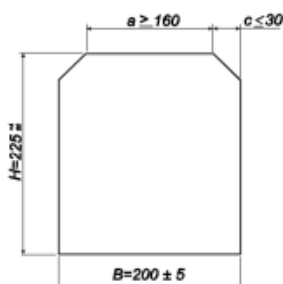
Ratapölkkyjen avulla siirretään junaliikenteestä johtuvaa kuormitusta tukikerrokselle (kuva 13). Yleisesti on käytössä betoni- tai puuratapölkkyjä. Raahen tehtaalla on käytössä betoniratapölkkyjä (kuva 14) ja puuratapölkkyjä, jotka ovat mänty- tai tammipuusta tai Azoben sademetsäpuusta valmistettuja. 25 metrin mittaiselle kiskolle tulee 41 kappaletta puu- tai betoniratapölkkyä. Betoniratapölkkyjä pystyy käyttämään vain sepelitukikerroksen kanssa, jossa pölkkyjä voi käyttää kaikkien kiskopituuksien kanssa.



Kuva 14. Betoniratapölkky, SSAB Raahen

Yhden betoniratapölkyn paino on noin 280 kilogrammaa ja pituus 2,6 metriä. Betoniratapölkkyjen etu puuratapölkkyihin on, että niiden massa on suurempi, jolloin raiteen poikittaisvastus kasvaa sekä betoniratapölkky pysyy muotonsa vuoksi paremmin paikoillaan ja tämän vuoksi 60E1- ja 54E1-raiteiden yhteydessä käytetään betoniratapölkkyjä. [7.] Betoniratapölkkyihin kiskot voidaan kiinnittää Pandrol-jousilla ja kumivälilevyn avulla. Betoniratapölkkyissä on käytettynä SKL14-jousikiinnitystä ja siinä on 6 millimetrin paksuinen muotoiltu kumilevy kiskon ja ratapölkyn välissä.

Puuratapölkkyjä (kuva 15) käytetään soratukikerroksen tai K30-kiskojen yhteydessä. Puuratapölkyn pituus on 2,7 metriä ja paino on 60 kilogrammaa. Puuratapölkyn korkeus on noin 160 millimetriä ja leveys 240 millimetriä.



Kuva 15. Puuratapölkky [6].

4 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoiva kunnossapito käsittää tietyn määrävälein tehtäviä kunnossapidon kriittisiä työtehtäviä. Nämä työtehtävät voivat olla esimerkiksi vaihteille tehtäviä tarkastuksia mittalaitteilla, silmämääräisesti tai tarvepohjaisia toimenpiteitä. Ennakoimalla kunnossapidollisia tarpeita pystytään myös priorisoimaan työt paremmin sekä madaltamaan yritykselle syntyviä kustannuksia. [8.]

Vaihteiden kunnossapito luo suurimman osan ratakunnossapidon kustannuksista. Oikein ajoittamalla vaihteiden tarkastukset ja kunnossapitotoimet voidaan vaihteen elinkaarikustannuksia saada kustannustehokkaammaksi. Ajoittamalla oikein kunnossapitotoimet voidaan pidentää vaihteen ja eri osien käyttöikä. Muuten vaihteen geometriavirheiden korjaamiseen tai vaihteen teräsosien hitsausteknisen kunnossapidon myöhästyminen tai laiminlyönti lyhentää huomattavasti vaihteen käyttöikä ja luo ylimääräisiä vaihteiden osien vaihtotarpeita. [8.]

Vaihteiden ennakoivaan kunnossapitoon kuuluvat eri kunnossapitotarkastukset: geometrian, pölkkyjen, hitsaustekninen ja talvikunnossapito. Näiden lisäksi myös vaihteiden voitelu, puhdistus ja pesu kuuluvat kunnossapidollisiin työtehtäviin.

Ennakoivan kunnossapidon tavoitteina on muun muassa, että pyritään minimoimaan hitsausteknisten kunnostusten tarve, tehdään oikea-aikaista korjaushitsausta, vaihdetaan keskeiset teräsosat ja vaihdepölkkyt oikea-aikaisesti ja pyritään löytämään syy tälle kulumiselle, minimoidaan geometriset virheet ja pidetään yllä tukikerroksen kuntoa. [9.]

4.1 Geometrinen kunnossapito

Raideleveyden nimellismitta on 1524 mm kiskojen kulkureunojen välillä. Raiteen asento kuvaa raiteen geometrisiä muotoja liikkuvan kaluston suhteen, eli raiteen muuttumista raidetta pitkin mentäessä. Raiteen asennon vaikutuksesta kalustoon ja raiteeseen kohdistuu voimia, jotka vaikuttavat rakenteiden rasitukseen. Raiteen asento määritellään raiteen suunnalla ja suunnanmuutoksilla pysty- ja vaakatasossa sekä raiteiden kallistuksilla. Raiteen oikea asento määritetään mitaamalla radantarkastusvaunulla tai muulla menetelmällä. Raiteen asennon virheet tarkoittavat veturin epätasaista kulkua ja voivat johtaa suistumisvaaraan aiheuttamalla ylisuuria rasituksia rataan ja liikkuvaan kalustoon. Radan geometrian mitoituksella voidaan parantaa kulkuominaisuuksia, pienentää kaluston ja radan kunnossapitokustannuksia. [10.]

Geometrinen kunnossapito on yksi tärkeimmistä osa-alueista, koska vuosittain tehtäviltä mitauskierroksilta saadaan raportti, jonka pohjalta suunnitellaan suurimmat kunnossapidolliset toimenpiteet ja vaihteiden uusimisinvestoinnit. Raportin pohjalta määritellään kriittisimmät vaihteen kohdat ja missä järjestyksessä korjataan viat.

Vaihteiden mittojen on oltava määriteltyjen toleranssien sisällä. Geometrian toleranssiarvoina käytetään kallistuksen, kierouden, kallistuspoikkeamien ja suoran puolen tukikiskon korkeusvirheiden samoja raja-arvoja kuin raiteiden geometriassa. Vaihteiden geometriset virheet korjataan urakoitsijan kanssa yhteistyössä vaihteen tukemiskoneella.

Vaihteita voidaan myös kiilata geometrian korjaamiseksi. Se tarkoittaa, että vaihteen aluslevyjen alle asennetaan lisälevyjä. Tyypillisiä levynnoston kohteita ovat hitsaamattomien vaihteiden kisko- ja risteykset, erityisjatkokset ja risteysalue. Kiilat on aina poistettava ennen kuin koneellisesti tuetaan vaihdetta. [11.]

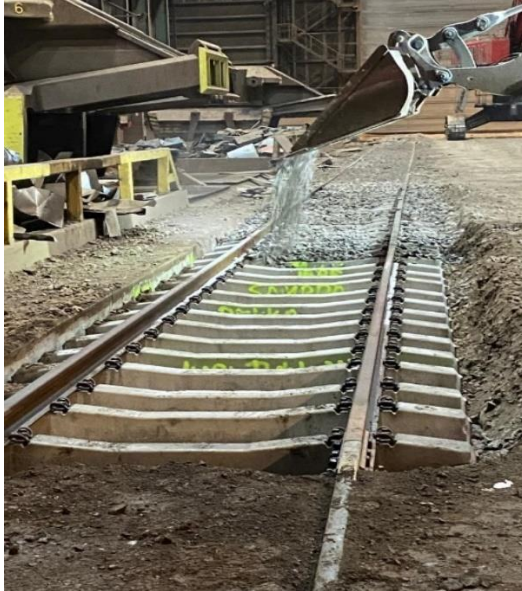
Jos vaihteen risteuksen alla olevat pitkät vaihdepölkkyt ovat taipuneet niin paljon, että niihin on tullut pysyviä muodonmuutoksia, mutta muuten ovat hyväkuntoisia, voidaan risteys nostaa oikeaan asemaan aluslevyjen alle asennettavilla lisälevyillä. Tällöin kiilauksia ei poisteta ennen tuentaa, vaan vasta silloin, kun pitkät pölkkytkin vaihdetaan. [11.]



Kuva 16. Pölkyn kiinnitystä SKL 12-jousella, SSAB Raahe

Yleensä raitteen leveysvirheet johtuvat vaihteen pölkkyjen asentovirheestä. Sen vuoksi tärkeää on korjata pölkkyjen suunnat (kuva 16) ja vaihteen pölkkyjako ennen tuentaa. On tärkeää myös var-

mistua, että tuennalle on todellinen tarve, jotta tukikerroksen pito ei heikkene. [12.] Jos geometrisen virhe on pieni, eikä vaadi koko vaihteen tukemista, voidaan tukemiskoneena käyttää maakiilavasaraa ja raiteennostotunkkia. Vaihteiden tuennan jälkeen tehdään täydennyssepelöinti (kuva 17) ja vaihteiden tukiskojen ja kielten välit, rullalaakerit, risteykset, kiilalukot ja laippaurat puhdistetaan.



Kuva 17. Täydennyssepelöinti, SSAB Raahe

Jotta tukikerros on kantava alusta ja jakaa kuormituksen oikein alemmille rakennekerroksille, tulee sen paksuus olla vähintään 550 millimetriä. Paitsi asetinpölkkyjen välillä, jossa asetinlaitteen käyttötangot kulkevat. Tämä laitetaan sepelöimättä pölkyn alapintaan asti. Kielisovituksen alueella tukikerros jätetään noin 60 millimetriä pölkkyjen yläpinnan alapuolelle. Tukikerroksen kuntoa tulee katsoa silmämääräisesti vaihteen tarkastuskierrosten yhteydessä. Kaikista tarkimmin tulee tarkastaa tukikerroksen paksuus kielisovituksien ja risteyksien alla. [12.]

4.1.1 Vaihteiden mittaus

Vaihteiden mittaukseen kuuluu mittauksen lisäksi myös teräsosien tarkastus silmämääräisesti, vaihteen rullien, kielten, kiskon kiinnitysosien tarkastaminen sekä vaihdepölkkyjen tarkastus. Mittauksen tarkoituksena on havaita poikkeamat mittojen nimellisraja-arvoista (kuva 18). Kuvasta pystytään havaitsemaan poikkeamat mitoissa: b1, c3, f2, i1 ja i2.

Pääraide

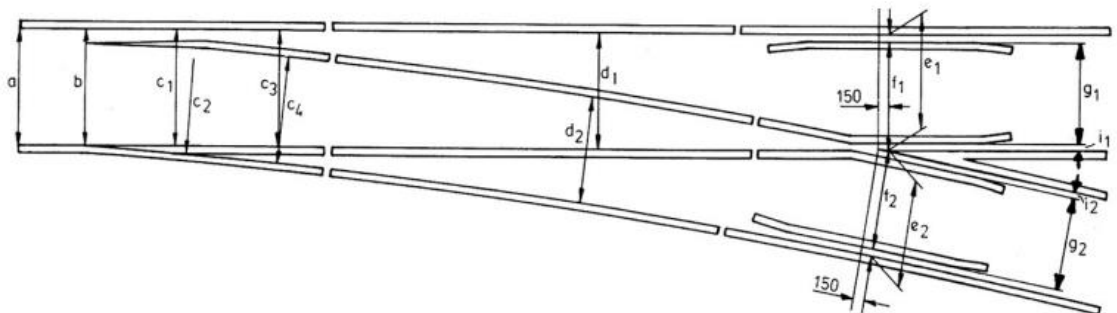
Mittausarvot	a1	b1	c1	c2	c3	c4	d1	d2	e1	e2	f1	f2	g1	g2	i1	i2
Normaaliarvot	1524	1525	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1482	1482	1438	1438	44	44
Raja-arvo	1521- 1530	1522- 1530	1521- 1530	1521- 1531	1521- 1530	1521- 1539	1521- 1530	1521- 1539	1521- 1527	1521- 1527	1480- 1484	1480- 1484	1434- 1438	1434- 1438	43- 47	43- 47
Mittausarvot	1530	1534	1535	1536	1537	1532	1531	1531	1524	1519	1480	1473	1440	1440	39	35

Kuva 18. Esimerkki vaihteen V071 nimellismittarajoista, SSAB Raahe

Yksinkertaisten vaihteiden mittauspisteet riippuvat käytössä olevasta kiskotyypistä. Raahen tehtaalla käytössä olevat K43-, 54E1- ja 60E1 -vaihdetyypeillä kullakin on 10 mittauspistettä. Mittauksessa voidaan käyttää analogista vaihdemittaa, digitaalista tallentavaa vaihdemittaa tai vaihteiden jatkuvamittauslaitetta. [12.]

Yksinkertaisissa vaihteissa (YV) mittaukset tehdään kuvan 19 mukaisesti [12]:

- Vaihteen etujatkoksen kohta (a-mitta)
- Kielen kärjen edestä (b-mitta)
- Kielen keskikohdalta (c1- ja c2-mitta)
- Jousto- ja joustokiskokielisillä vaihteilla jousto-osan jälkeisen ensimmäisen ratapölkyn kohdalta (c3- ja c4-mitat)
- Nivelkantaisissa vaihteissa kantanivelen takaa (c3- ja c4-mitat)
- Väliskokojen keskikohdalta (d-mitta), vain suurin poikkeama etsitään ja kirjataan pöytäkirjaan
- 150 millimetriä risteyksen kärjen etupuolella (e-, f-, g- ja i- mitta)



Kuva 19. Mittauskohdat kiskossa [12].

4.1.2 Tarkastuskierrokset

Tarkastuskierroksilla kiinnitetään huomiota vaihteen osien kuntoon. Vaihteiden tarkastukset tulee tehdä tihennetyllä välillä ympärivuorokautisen raskaan kuormituksen vuoksi. Päävaihteille tehdään suunnalleen kahdeksan viikon välein tarkastelu, johon kuuluu normaalien tarkastuskohdeiden lisäksi hitsaustekniset tarkistukset. Kerran vuoteen tehdään NRC Groupin kanssa yhteistyössä tarkastuskierros, jolloin myös täytetään mittauspöytäkirja. Tarkasteluista täytetään Väyläviraston laatima ”vaihteentarkastuspöytäkirja”, jonka pohjalta voidaan suunnitella vaihteiden kunnossapitoa ja uusimista tarpeen mukaisesti. [4.]

Vaihteista tulee mittauksen jälkeen tarkastaa seuraavat kohdat RATO 4 -ohjeistuksen mukaisesti [4], jotka kaikki kirjataan ylös vaihteentarkastuspöytäkirjaan:

- Raideleveys vaihdealueella (saa muuttua vain 1 millimetrin yhden rata- ja vaihdepölkkyvälin matkalla)
- Korkeusasema vaihteessa
- Kallistus vaihdealueella
- Sivuttaisasema vaihteessa ja muualla vaihdealueella
- Tukikerroksen vajoaus
- Vaihteen tuenta (huomio tulee kiinnittää erityisesti pölkkyjen tuentaan)
- Yhdyslevyn säätö
- Vaihdepölkkyjen suoruus linjakaaviossa esitettyyn kulmaan
- Vaihdepölkkyjen vaihtotarve
- Kiskojen jatkosraot
- Vaihteenosien kiinnitykset (huomio tulee kiinnittää erityisesti risteysten kielisovitusten ja vastakiskojen pulttiliitosten kuntoon)
- Kiskokiinnitysten sekä aluslevyjen raideruuvien kiristys ja kunto
- Kielen liittyminen tukikiskoon
- Vaihteenlukko
- Vaihteen koskettimet
- Vaihteen kaar
- Vaihteen rullalaakerit
- Vaihteen voitelu- ja puhdistustarve
- Kärkivahvistus ja sen eristyksen kunto
- Käyttö- ja tarkistustankojen kunto, säätötarve ja mutterien kireys

Lisäksi laajennetussa tarkastuksessa tulee tarkastaa lisäksi erityisjatkosten kunto, purseet eli kiskon leveyden kasvu kielisovituksissa, siipi- ja kärkikiskoissa, vastakiskoissa ja vaihdekaarteiden kiskoissa, sekä päällehitsauksen tarve kielisovituksissa, risteyksissä, vastakiskoissa ja jatkokissa. [4.]

Ratakunnossapidossa tehdään viikoittain liikkuvan kaluston tarkastuskierrosta, kun siirrytään kohteesta toiseen työpäivän aikana. Esimerkiksi mitä tulee ottaa huomioon tarkastuskierroksella: opastimien ja merkkien näkyvyys, kasvillisuus, penkereiden sortumat, tasoristeyksien näkymät ja sepelin vajaus. Havaitut epäkohdat korjataan tapauksen vaatimalla kiireellisyydellä. [12.]

4.1.3 Ultraäänitarkastus ja vikaluokat 1–3

Ultraäänitarkastuksella pystytään määrittämään kiskojen sisäiset viat. Viat pystytään havaitsemaan ultraäänellä kiskoissa ja vaihteissa niin, että ne tunnistetaan riittävän aikaisin ennen vakavan liikenneturvallisuuden vaarantamista. Monia hitseissä ja kiskoissa olevia murtumia ja vikoja ei tarvitse välittömästi korjata, vaan kriittiseen kasvuun vaikuttaa kiskon kuormitus ja jännitysvaihtelut. Kiskoviat jaotellaan neljään vikaluokkaan: 3, 2, 2/1 ja 1.

Vikaluokkaan 1 kuuluu murtumat ja viat, jotka aiheuttavat suurella todennäköisyydellä liikennehaitan tai suistumisen. 1-luokan viat on korjattava välittömästi. Mikäli vikaa ei pystytä korjaamaan, liikenne on lopetettava tai rajoitettava siihen sakka, kunnes vika saadaan korjattua.

Vikaluokkaan 2/1 kuuluu viat, jotka johtuvat kiskon nopeasta lämpötilan vaihtelusta tai lämpötilan laskun vuoksi aiheuttavat murtumia tai liikennehaittaa. 2/1-luokan viat täytyy poistaa ennen seuraavaa talvea.

Vikaluokkaan 2 kuuluu viat, jotka hyvin todennäköisesti kestävät tulevan talven yli, mutta ei enää seuraavaan kylmäjaksoon ja aiheuttavat liikennehaittaa. Viat tulee korjata ennen seuraavan vuoden ultraäänitarkastusta.

Vikaluokkaan 3 kuuluvat viat, jotka pystytään kokemuksella havainnoimaan, etteivät aiheuta liikennehaittaa eivätkä kasva nopeasti. Pintaviat vaihteissa ja kiskoissa poistetaan kunnossapitotyönä. [12.]

4.1.4 Käytetyn vaihteen kuntoarvio

Käytetyn vaihteen arvioidun kunnan perusteella suunnitellaan vaihteiden kierrätystä ja kunnossapitoa. Sen avulla pystytään määrittelemään ja priorisoimaan, mitkä vaihteista ovat kiireellisimpiä ja minkälaisella aikataululla vaihdetaan mitäkin. Kuntoarvio vaihteille tehdään yleensä kerran vuodessa (laaja tarkastus ja mittaustulokset) ja tämän tarkastelun pohjalta määritellään tarve. Myös aina, kun radalta poistetaan vaihteen pätkiä (kuva 20), tehdään niille sillä hetkellä kuntoarvio, voidaanko osia kierrättää. [13]. Kaikki osat, joita pystyy vielä käyttämään, varastoidaan talteen ja käytetään seuraavissa korjauksissa. Luokittelematonta K43-kiskoä ei enää valmisteta eikä näin ollen ole saatavilla, joten jos tätä kiskotyyppiä joudutaan vaihtamaan, käytetään varastossa olevia vanhoista purettuja kiskon osia. Vaihdon yhteydessä säästetään kaikki ne kiskon osat, mitä pystytään ja loput hävitetään kierrättämällä. [14.]



Kuva 20. Kulunut tukikisko vaihteessa, SSAB Raahe

4.2 Vaihteiden huolto

Vaihteet tulee huoltaa säännöllisesti. Huoltoprosessiin kuuluvat vaihteiden voitelu, puhdistus ja pesu. Vaihteiden liukualuset voidellaan niin, ettei vaihteeseen pääse syntymään käyttöhäiriöitä voitelun puutteesta. Jokaisen kielisovitusalueella oleva liukualunen voidellaan myös. Voiteluainetta ei saa päästä tukikerrokseen ja eikä rullalaakereita saa voidella. Voitelussa tulee käyttää

vain voiteluun sopivaa voiteluainetta ja talvella voitelu hoituu kuuran avulla, paitsi lämmitysvas-
tuksissa on käytettävä samaa voiteluainetta kuin kesällä. [12.]

Vaihteet on puhdistettava riittävän useasti. Tehdasalueella tämä tarkoittaa, että puhdistetaan
yleensä rautarata-alueen vaihteet kerran keväällä ja kerran syksyllä. Nykyisin tässä käytetään
apuna myös urakoitsijaa, jotta puhdistuskierrokset saadaan suoritettua nopeammin ja lyhyem-
mällä seisokkijalla. Puhdistuksessa erityisesti tulee kiinnittää huomiota kielen liikkuviin alueisiin.
Mekaanisen puhdistuksen lisäksi vaihteet tulisi pestä säännöllisesti. Pesu voidaan suorittaa kylmä
paineistetulla vedellä. Samalla tulee tarkastaa myös vaihteen opastimien ja kylttien kunto sekä
näkyvyys. Vaihdealueitten heinikkojen ja vesakkojen puhdistus ja niittäminen on ulkoistettu ura-
koitsijalle.

4.3 Pölkkyt

Huonokuntoisia ei saa missään vaihteessa olla huonokuntoisia asetinpölkkyjä tai kahta vaihde-
pölkkyä peräkkäin, jotka olisivat vaihtokuntoisia. Mikäli risteuksen alla pölkkyt ovat taipuneet, tu-
lee risteys nostaa oikeaan tasoon aluslevyjen alle asennettavilla lisälevyillä ja silloin risteys myös
lämpöoikaistaan. [4.]

Puuvaihddepölkkyt tulee vaihtaa, mikäli vaihdealuslevy on painunut pölkkyyn yli 15 millimetriä tai
vaihteen geometria kärsii kuluneisuudesta, eikä sitä pystytä vakauttamaan oikeihin mittoihin. Jos
pölkkyä lyödessä kuuluu kumeaa ääntä, pölkkyssä kasvaa sammalta, pölkky on halkeillut tai kiinni-
tykset ovat irti, tulee pölkky vaihtaa uuteen. Betoniratapölkkyt ovat vaihdettava, mikäli niissä on
havaittavissa murtumia, halkeamia tai jänneteräkset ovat tulleet näkyviin (kuva 21).



Kuva 21. Huonokuntoisia betonipölkkyjä, SSAB Raahe

4.4 Vaihteiden hitsaustekninen kunnossapito

Vaihteen geometrian tulee olla kunnossa, jotta teräsosia on kannattavaa korjata. Hitsausteknisillä kunnostuksilla korjataan vaihteen eri osia, kuten risteyksiä, kielisovituksia, vastakiskosovituksia ja välikiskoja. RATO 15:ssä on lueteltu eri hitsausteknisiä toimenpiteitä, joita käytetään ratakunnossapidossa. Ne ovat: kaaripäällehitsaus, liekki- ja myöstöoikaisu ja hionta. Kaaripäällehitsauksessa korjataan ratakiskojen ja vaihteen eri osien pintavikoja sekä täydentää kulunutta kiskoa tai vaihteen osaa saavuttaen alkuperäinen muoto (kuva 22) [8.]. Yleisimpiä hitsauskohteita ovat tukikiskot kielisovituksissa ja risteykset, kun kuluminen on 3–4 millimetriä. Yleensä kielisovitus kannattaa hioa ennen kuin kuluneisuus lisääntyy ja näin ollen kunnossapidollisesti on mahdollisuus vain vaihtaa kielisovitus uuteen. Hiominen on myös huomattavasti edullisempi vaihtoehto. Vaihteen risteyksessä purseen poistaminen hiomalla lisää käyttöikää huomattavan paljon. Purse kannattaa poistaa, kun sen leveys on noin reilu 2 millimetriä. [8.]

Korjaushitsauksia suoritetaan tehtaan alueella sulan maan aikana muutaman kerran kuukaudessa. Käytännössä korjaushitsaukset suoritetaan prosessin tahdissa, eli kun prosessissa on remonttipäivä, niin ratakunnossapito pystyy suorittamaan vaadittavat hitsaukset odotusaikoiheen. Korjaushitsaus aloitetaan hiomalla vaihteen kohta paljaaksi noin 400 ° asteen lämpöön ja monesti tässä vaiheessa saattaa paljastua lisää halkeamia, jolloin hiotaan lisää ja taas lämpötila nostetaan 400 ° asteeseen ja pohjahitsaus suoritetaan tartuntapuikolla ja loput kerrokset sen jälkeen hitsataan, minkä jälkeen hiotaan oikeaan muotoon ja jälkilämmitetään noin 600 ° asteeseen ja laitetaan villaa päälle hidastamaan jäähtytystä. Kaikkienensa hitsaustyö vie noin 5–8 työtuntia. Ristikon mennessä poikki tai käyttökelvottomaksi, vaihdetaan uusi tai kunnostettu osa kohteessa suoraan, jolloin arvioitu työaika on noin 1–3 työtuntia. Prosessin ollessa käynnissä, siirretään korjauksen ajaksi ajot ”vararadalle”, joka kulkee Masuuni-Sulatto-välillä ja mikäli vararataa ei voida käyttää, Masuuni siirtyy imulle tai valamaan harkkoja kunnostuksen ajaksi.



Kuva 22. Kiskosta irronnut pala, SSAB Raahe

Kielisovituksissa muotoiluhiontaa käytetään kielen ja tukikiskon korkeuseron ylläpitämiseksi oikeassa kohti. Hitsaustyön tarpeet saadaan määriteltyä vaihteiden tarkastuksissa, ultraäänitarkastuksista ja huoltojen yhteydessä. Tarkastuksessa syntyvien tulosten avulla määritellään tärkeimmät toimenpiteet ja tehdään arvioitu aikataulu, missä järjestyksessä korjaushitsataan vaihteet. Kiireellisyysluokkaan vaikuttavat erityisesti, missä vaihteessa virhe on ja minkälainen vaikutus sillä on tuotantoon sekä kunnossapitohistoria kyseisellä vaihteella. [8.]

Nykyisin suorilla osuuksilla kiskoatkoksissa on käytetty termiittihitsausta, jonka on todettu vähentävän rautaradan huoltotarvetta. Veturin kuormat eivät iske jatkoksiin, jolloin sidekiskoja ei tarvita ja katkeamiset vähenevät, eivätkä kiskot taivu liitosten kohdilta. Näin ollen rata pysyy suunnitellussa geometriassaan paremmin.

Kiskon kuluneisuus tulee mitata, kun tarkastuksessa tai mittauksissa on havaittavissa kiskojen kuluneisuutta (taulukko 2). Kuluneisuusmittauksessa mitataan kiskon sivu- ja korkeuskuluneisuus verrattuna kiskon normaaliin poikkileikkaukseen. Välikiskoissa on samat raja-arvot kuluneisuuden suhteen. Välikiskon vaihto voi olla tarpeellista, vaikka kisko ei olisi kulunut liikaa, mutta kuluneisuuden vuoksi ylittää mittaustoleranssit.

Taulukko 2. Kuluneisuuden raja-arvot [8].

Kiskotyyppi	Jatkuvakiskoraide (mm)
K43	9
54E1	14
60E1	14

Risteyksien kärjen kuluminen pysyy parhaiten aisoissa hiomisella, mutta joskus kärki täytyy hitsata. Jos risteyksen kuluminen on suurta ja muuten huonokuntoinen, risteys kannattaa vaihtaa. Vastakiskosovituksen ja risteyksen raidelevyettä voidaan säätää lisäämällä vastakiskon ja vastakiskon pukin väliin sovituslevyjä. Sallittu sivukuluneisuus on vastakiskolle 10 millimetriä. [8.]

Mikäli kuluneisuus menee tämän yli, tulee vastakisko vaihtaa. Silloin vastakiskosovituksen kertyneet purseet kuvan 23 mukaisesti poistetaan ja pintaviat myös. Vaihteen kiinnitykset, löystyneet mutterit ja ruuvit kiristetään ja vialliset jouset vaihdetaan uusiin. Raideruuveja kiristettäessä on hyvä löysätä ensiksi muutama kierros ja mikäli raideruuvi ei kiristy tiukalle, pölkky on vaihdettava tai asennetaan pölkkyyn holkki. Kiristetyn raideruuvin ja aluslevyn väliin jää millimetrin rako. [4.]



Kuva 23. Pursetta vaihteessa, SSAB Raahe

4.5 Talvikunnossapito

Talvella vaihteille suoritetaan talvikunnossapitoa eli lumen ja jään poistoa raiteilta ja lisäksi sitä edeltävät työt: lumensuojaharjojen ja paineilmapuhaltimien ja muiden vastaavien laitteiden käyttötarkastukset sekä korjaukset. Syksyllä ennen lumen tuloa tulee tarkastaa aurasuodattimet ja poistettava mahdolliset esteet sekä asennettava mahdolliset aurasmerkit. Raahen tehtaalla (kuva 24) lumen aurauksesta ja laippaurien ja kiskojen putsauksesta vastaa urakoitsija, joka huolehtii, että laippaurat pysyvät puhtaana ja näin ollen vetureilla on esteetön kulku raiteilla. [10.]

Ratavaihteet puhdistetaan lumesta ja jäädästä SSAB Raahen tehtaalla laatiman työohjeen ”Ratojen talvihoidon päivystykset” mukaisesti. Ohjeessa on priorisoitu työjärjestys, missä järjestyksessä vaihteet tehtaalla alueella putsataan. Työohje on tämän opinnäytetyön liitteenä (liite 4).



Kuva 24. Koneharja kaivinkoneeseen, SSAB Raahen

Vaihteiden lumensuojien ja suojakoteloiden kansien lukitukset sekä tappien sokat on tarkastettava, eikä niissä saa olla lunta eikä jäätä. Jos suojakoteloiden tiivistyksien välistä pääsee kosteutta, on se korjattava välittömästi huurtumisen estämiseksi. Kielisovitusten liikkuvat osat, eli mm. kielen ja tukikiskon väli, kiilalukot, vaihteen merkkien mekaaniset osat ja risteyksien sekä vastakiskosovitusten laippaurat ovat pidettävä puhtaana lumesta ja jäädästä. [4.] Suolaa eikä suolapitoisia aineita saa käyttää lumen sulatukseen vaihteissa.

Lumensulatuksessa käytetään lumensulatusvastuksia (kuva 25) tukikiskoissa ja vaihteen kielissä. Tukikiskoihin vastukset asennetaan vaihteen kielisovituksessa kielen liikkuvan osan alueelle, kun taas vastukset asennetaan tukikiskon jalan yläosaan kielen puolelle jousikiinnikkeillä (SKL). Tankokuoppiin laitetaan lumensulatuslementit. Näin ollen osa lämmöstä siirtyy tukikiskoon johtamalla ja osa säteilemällä kielen ja tukikiskon välistä. [10.]



Kuva 25. Lämmitysvastukset radassa, SSAB Raahe

Talvella ristikot lähetetään korjaushitsattavaksi Ouluun, koska rataunnossapidossa ei pystytä ta-
kuuvarmasti saavuttamaan haluttua lämpötilaa kiskoille yli + 400 ° astetta.

5 Huoltovarmuuden ylläpito

Huoltovarmuus tarkoittaa varautumista mahdollisiin kriiseihin, häiriötilanteisiin ja jatkuvuudenhallintaa turvaamalla elintärkeät toiminnot yhteiskunnassa, jotta voidaan taata yhteiskunnan toiminta turvallisesti. [15]. Huoltovarmuuden taso määritellään siten, ettei väestön elinolot ja toimintakyky sekä yhteiskunnan toimivuus heikkene vakavissa häiriötilanteissa tai poikkeusoloissa, eikä merkittävien satamien tai rautatieliikenteen käyttö vaarannu vakavassakaan häiriötilanteessa, vaan se pystytään turvaamaan kaikenlaisissa olosuhteissa. [16]. Teollisuuden alan yrityksillä ei ole lakiin perustuvaa varautumisvelvoitetta, joten varautuminen on omaehtoista ja perustuu näin ollen sopimukseen alan järjestöjen ja Huoltovarmuuskeskuksen, alan muiden toimijoiden tai puolustusvoimien kanssa. [16]. Kriittisten puolustusmateriaalien ja järjestelmien hallintaa ylläpidetään kotimaisin ja kansainvälisin kumppanuus- ja käyttäjäyhteisöjärjestelyin tai sitovien sopimusten kautta. Tärkeimpien kulutusmateriaalien tuotantokapasiteettia ja varmuus- sekä turvarastoja ylläpidetään jatkuvasti, koska keskeisimpiä periaatteita on turvata kotimainen ylläpito-kyky sekä kriisiajan vaurionkorjauskyky. [17.] Näihin sopimukseen nojaten on määritelty myös SSAB Raahen tehtaan osalta, mitä rataosia on oltava aina saatavilla omissa varastoissa ja Huoltovarmuuskeskuksella on omissa varastoissaan saatavilla tiettyjä ratakunnossapidon varaosia. Huoltovarmuuskeskus ja puolustusvoimat ovat määrittäneet myös tietyn kunnossapidollisen huoltotavoitteen.

On tärkeää, että huoltovarmuuteen varaudutaan jo ennakolta ja laaditaan mahdollisimman tarkat ohjeistukset mahdollisten uhkakuvien varalta. Näin tilanteen tullessa eteen pystytään ja osataan reagoida parhaimmalla mahdollisella tavalla. Tehdasolosuhteissa vakava uhkakuva muodostuu, jos tuotanto seisahtaa pitkäksi aikaa suunnittelemattomasti. Käytännössä, jos Masuuni-Sulatto-välin rautatieliikenne pysähtyy yli tunniksi suunnittelemattomasti, puhutaan useamman sadan tuhannen euron menetyksistä. Tämän vuoksi kyseinen rautatienväli tulee huomioida kunnossapidollisissa suunnitelmissa erityisen tarkasti.

Yleisesti päivittäisessä työssä, mikäli raideliikenne tulee pysäyttää hetkellisesti, tehdään ratatyövaraus. Tällöin vaihteet lukitaan kyseessä olevalta alueelta, ettei veturi vaunuineen pääse työskentelyalueelle. Mikäli ei tarvita koko raideliikenteen pysähtymistä (esimerkiksi suunniteltu remontti rautaradalla), riittää masuunin työnjohtajalle ilmoitus sekä veturikuskeille, jolloin tietävät käyttää vararaidetta. On hyvä ottaa huomioon, että työn laajuuden mukaan on käytettävä turva-

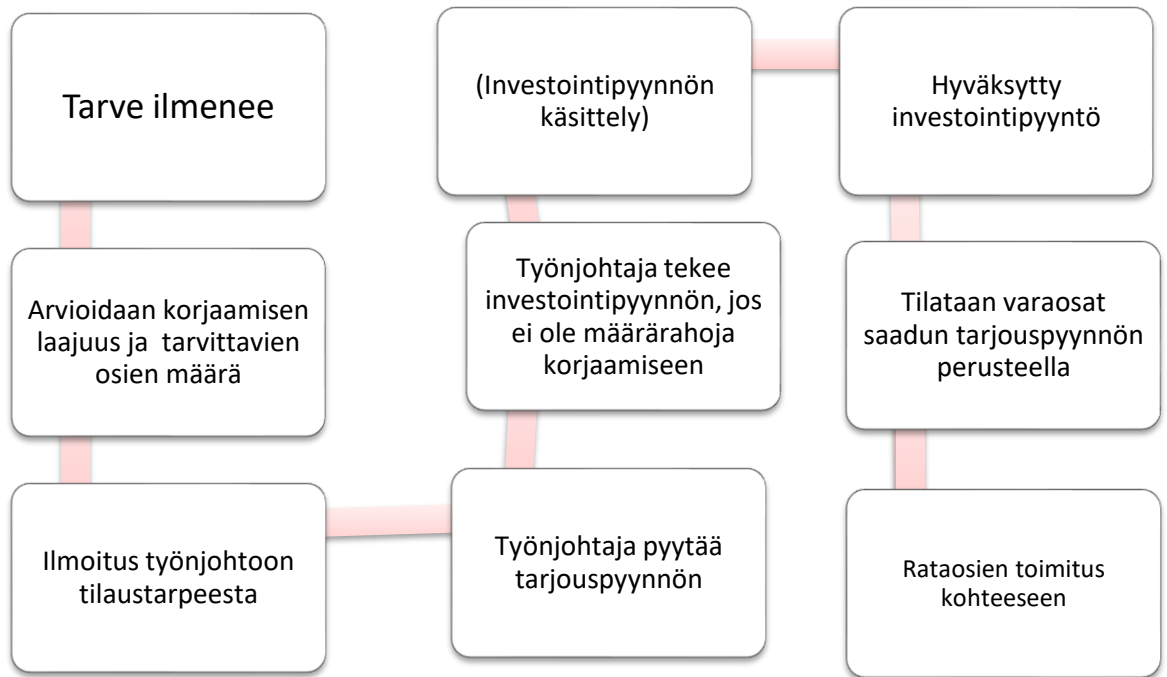
henkilöä, jolloin tehtävän työn on oltava sellaista, että työkalut ja muut tarpeelliset osat ovat nopeasti siirrettävissä pois veturiliikenteen edestä. Tämä ohjeistus koskee vain työtä, jolloin raide-liikennettä ei voida katkaista kokonaan kyseiseltä rataosuudelta. [18.]

Masuuni-Sulatto-välillä on sulan raudan ja kuonan roiskeet kiskoille estettävä käyttämällä hiekkaa, koska betonipölkkyt murenisivat kuumuudesta. Mahdollisten senkkojen puhkeamisten varalta on olemassa masuunin käyttökonttorin takana hätälasku- ja räjähdysseinämä, jolla suojataan kuuman sulan valuminen holtittomasti ympäristöön. Näissä tapauksessa tehtaalla oma palokunta tulee sammuttamaan sulan raudan ja ratakunnossapito korjaa vauriot radasta. [18.]

Tehtaalla alueella on oma korjaamo vetureille ja senkkavaunuille. Tällä tavoin pystytään välittömästi huoltamaan ja korjaamaan veturien tai senkkojen vauriot. Nopea reagointi veturiliikenteeseen ja veturien jatkuva huoltaminen parantavat myös raiteiden kestävyyttä.

5.1 Arkipäivän huoltovarmuus työnteossa

Arkipäivän huoltovarmuutta lisää, kun kaikki ratakunnossapidossa käytettävät varaosat ovat luetteloituna Arttu-järjestelmään kuvan 26 mukaisesti. On selkeää, kun käytössä olevan kiskotyypin perusteella löytyy kaikki tarvittavat varaosat hyllypaikkoineen ja määrineen. Valsaamon pohjoispuolella on suuri määrä ratakunnossapitoon liittyviä varaosia, jotka eivät ole kirjattuna käytössä olevaan Arttu-järjestelmään. Nämä luetteloimattomat osat ovat käytössä ja vakituisten henkilöstön tiedossa tarkalleen, mutta luetteloimalla kyseiset osat ja työkalut varmistetaan jokaisen käyttäjän tietoisuus kyseisistä osista ja resursointia helpompi määrittää, kun kaikki osat ovat merkittynä Arttuun. Erityisesti tuurauksien ja viikonloppujen sijaistamisten vuoksi on tärkeää olla selkeät listaukset varaosista ja työkaluista ja niiden sijainneista.



Kuva 27. Rataosien tilausprosessi ratakunnossapidossa

Tilausmallissa tilausprosessi alkaa, kun tarve rataosien tilaamiselle ilmenee. Tämän jälkeen karotetaan tarve, kuinka paljon ja mitä osia tulisi tilata. Tämän jälkeen ilmoitetaan työnjohtajalle korjauksen laajuus ja kiireellisyys, minkä pohjalta työnjohtaja pyytää tarjouspyyntöjä rataosia valmistavilta yrityksiltä. Sitten työnjohtaja ilmoittaa omalle korjaustarpeesta esihenkilölleen, joka tarkistaa, onko tarvetta tehdä investointipyyntöä vai onko rahat määritelty vuosibudjetissa. Mikäli ei ole budjetoitu, työnjohtaja tekee investointipyynnön omalle esihenkilölleen, joka siirtää pyynnön eteenpäin. Tämän jälkeen investointipyyntö käsitellään ja pyyntö joko hyväksytään tai hylätään. Mikäli investointipyyntö hyväksytään, silloin työnjohtaja välittömästi ilmoittaa parhaimman tarjouksen tehneelle yritykselle hyväksytystä tarjouspyynnöstä ja tilaa rataosat. Sitten odotellaan osia saapuvaksi ja osien saavuttua korjaaminen aloitetaan.

5.2 5-vuotissuunnitelma

Joka vuoden alkupuolella on päivitettävä jatkuvaa viiden vuoden periodia, esimerkiksi taulukon 3 mukaisesti, jossa suunnitelmaan kirjataan isoimmat ratainvestoinnit, jotka vaativat investointirahoituspyynnön laatimista. Tämän suunnitelman pohjalla käytetään mittaustuloksia, joista pystytään havaitsemaan ne vaihteet, jotka tarvitsevat akuuttia korjausta lähivuosien aikana. Suunnitelman laatimisessa on hyvä ottaa myös ratakunnossapidon työntekijä(t) mukaan, jotta saadaan mahdollisimman tarkkaa ja yksityiskohtaista tietoa ongelmakohtista ja aikataulutettua työt vaiheineen oikeisiin mittasuhteisiin kestollisesti.

Taulukko 3. Esimerkkimalli 5-vuotissuunnitelmasta

Raide/Vaihde	Työ	Työn kuvaus	2024	2025	2026	2027	2028
V43-V71	xx	xx	50 000				
V45	xx	xx		250 000			
Kävelytarkastus	xx	xx	2000	2000	2000	2000	2000
R35					250 000		
R34							250 000
Yhteensä			52 000	252 000	252 000	2000	252 000

Pitkän ajan suunnitelmassa etuna on, että muut suppeammat ja laajemmat kunnossapitotyöt voidaan suunnitella sen pohjalta. Ei ole kannattavaa laajasti korjata kyseistä vaihdetta, jos lähiaikana on tulossa koko vaihteen/raiteen uusiminen. Lisäksi jos havaitaan jonkun vaihteen tai raiteen nopeaa kulumista, joka vaatii jatkuvaa kunnossapitotyötä ja kuluttaa osia jatkuvalla syötöllä, voidaan viiden vuoden suunnitelmaan tehdä muutoksia tai vaihtaa vuosien paikkaa, milloin mikäkin uusiminen tehdään.

6 Ongelmakohdat

Opinnäytetyöprosessin aikana on noussut muutamia ongelmakohtia ratakunnossapidosta. Näiden lisäksi haastatteleamalla ratakunnossapidon työntekijöitä ja havainnoimalla ratakunnossapidon päivittäistä työskentelyä marraskuusta 2022 lähtien, on seuraavat ongelmakohdat havaittu. Ensimmäinen ratakunnossapidon osaston ongelmista on, että suuri tieto työprosessista eri vaiheeseen jää työntekijöiden tietoisuuteen, eikä niitä kirjata Arttu-järjestelmään yksityiskohtaisesti. Kirjaamalla tarkasti kaikki eri työvaiheet, käytetyt osat ja materiaalit sekä työtunnit, pystyttäisiin tulevaisuudessa resuroimaan ratakunnossapidon töitä todellisiin mittasuhteisiin aikaisempaa paremmin. Tarkempi raportointi päivittäisestä työskentelystä on aloitettu talven 2023 aikana.

Toinen ongelmakohdista on, että kiskot ovat tehdasalueella jatkuvan ylikuorman alla ja näin ollen kuluneisuus on valtavan suurta verrattuna tavallisiin olosuhteisiin ”ei-tehdasalueen olosuhteissa”, jossa vetureiden ja kuorman kokonaispaino pysyy toleransseissa. Tähän on reagoitu käyttämällä kuluneimpiin jatkoskohtiin termiittihitsausta, joiden on havaittu kestävän suorilla huomattavasti paremmin kuin esimerkiksi puikkohitsaukset. [18.] Tätä hitsausmuotoa eivät tee ratakunnossapidon oma henkilöstö, vaan se ostetaan ulkopuoliselta tekijältä ja termiittihitsaus on moninkertaisesti arvokkaampaa kuin puikkohitsaus, mutta tuo selvän säästön pitemmällä aikavälillä, kun huomioidaan pitemmästä kestävydestä saatava hyöty.

Kolmas ongelmakohdista on, että varaosien saatavuuteen liittyvät ongelmat ovat pidentyneet ajallisesti vuosi vuodelta. Tilausajat ovat pidentyneet ja saatavuus on hyvin haastavaa ratakunnossapidon materiaalien osalta. Varaosien saatavuusongelmiin ratkaisuna voisi olla, että määritellään tarkasti ne varaosamäärät, mitä täytyy olla varastossa aina saatavilla, eivätkä kestä nollasaldoa varastossa. Suurella todennäköisyydellä vuoden 2023 jälkeen toimitusajat vain pitenevät ja saatavuustilanne huonontuu maailman tilanteen takia, joten tilanteeseen tulee reagoida nopeasti, jotta vältetään se tilanne, ettei pystytä vaihtamaan tai korjaamaan vaihdetta, koska varaosia ei ole saatavilla. Tällä hetkellä määrä vaihteille on o2+v1. [18.]

7 Pohdinta

Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli yhtenäistää ja tiivistää ratakunnossapidon työohjeistukset, joita löytyy tehtaan sisäisistä kanavista kymmeniä, ja niiden tärkeimmät ja olennaisimmat kohdat yhteen. Tässä työssä suurena apuna koko opinnäytetyöprosessin ajan on ollut ratakunnossapidon työntekijät, joiden kanssa olemme yhteistyössä pohtineet, mitkä ovat niitä tärkeitä ja olennaisia ja kehittämisen arvoisia asioita päivittäisessä työssä ja mitkä vaativat tarkempaa seuranta. Näin tässä opinnäytetyössä olevassa luvussa 4 ”ennakoiva kunnossapito” on saatu kerättyä Raahen tehtaan ratakunnossapidon tärkeimmät ja oleelliset asiat, jotta toimintatapoja saadaan yhtenäisemmäksi ja kaikilla olisi sama oletamus ratakunnossapidon asioista. Esimerkiksi työohjeistusta koskien geometrinen kunnossapidon työmenetelmiä on yhtenäistetty tässä opinnäytetyössä ja mitä osia missäkin kunnossapidollisessa työssä tarvitaan. Lisäksi laajaan ja suppeaan tarkastuskierrokseen sekä talvikunnossapidon hoitoalueet on priorisoitu listalla tärkeysjärjestykseen, ja ne löytyvät liitteenä opinnäytetyön päätteeksi.

Huoltovarmuuden ylläpitämisen kehittämiseksi on luotu karkea malli, miten rataosien tilausprosessi menee käytännössä tehdasolosuhteissa. Tämän mallin toimivuutta ei ole vielä käytännössä testattu, mutta mallin luomisen pohjalla on aiempia toimintatapoja hyödynnetty ja keskusteltu ratakunnossapidon esihenkilöiden ja työntekijöiden kanssa, mitkä ovat ne suurimmat ongelmat ja sudenkuopat tilausprosessissa. Tilausmallia on mahdollista hyödyntää jo heti seuraavia isompia rataosien tilausta suunniteltaessa. Lisäksi huoltovarmuuden ylläpitämiseksi on suositeltu, että ratakunnossapidon työntekijät kävisivät säännöllisesti alaan liittyvissä koulutuksissa ylläpitääkseen spesifiä ammattitaitoansa. Nämä eri ratapätevyyskoulutukset ovat tarkoitus kartoittaa syksyyn 2023 mennessä ja kartoittaa, minkälaisella aikataululla koulutukset tulee suoritetuksi ja kuka käy minkäkin koulutuksen.

Huoltovarmuuden ylläpitämisen kehittämisessä huomiona oli, että kirjaamalla Raahen tehtaalla käytössä olevaan Arttu-järjestelmään mm. päivittäiset huoltotoimenpiteet kaikkine työvaiheineen ja käytettyine osineen, saadaan pitkällä aikavälillä tarkkaa informaatiota toistuvista kunnossapidollisista töistä tai vioista. Myös luetteloimalla yksityiskohtaisesti kaikki ratakunnossapidon osat Arttuun, pystytään reagoimaan puutteisiin nopeammin, koska järjestelmään on mahdollista kirjata minimiarvot, mitä mikäkin varaosa ei saa alittaa tai tästä lähtee tilauskehoite eteenpäin, jotta varastosaldo ylittää asetetun minimin.

Yksi työn alkuperäisistä tavoitteista oli löytää määrät, paljonko osia tilataan milloinkin ja mikä määrä olisi hyvä olla varastoituna. Tämä osoittautui mahdottomaksi tehtäväksi tehdasolosuhteissa, koska olosuhteet vaihtelevat eri puolella tehdasta ja käytössä olevat ratakunnossapidon osat vaihtelevat myös vaihdetyypin mukaan. Lisäksi opinnäytetyöprosessin aikana on mahdoton määrittellä kuluneisuudelle syitä, koska tämän kuluneisuuden määrittelyssä tulisi ottaa huomioon esimerkiksi säätilojen ja vuodenaikojen vaihtelut.

Tällä hetkellä (kevät 2023) ratakunnossapito tekee noin kahdeksan viikon välein tarkastuskierroksen vaihteille. Olisi syytä selvittää, esimerkiksi projektityönä, voidaanko jonkin verran kuluneisuutta ehkäistä ja toistuvia samoja korjauskohteita vähentää, jos tarkastuskierrosten ajanjaksollista aikaa supistetaan esimerkiksi 3 tai 4 viikkoon. Tässä tulee ottaa huomioon kesä- ja talviajan erot. Näin mahdolliset viat havaittaisiin varhaisemmassa vaiheessa ja ne pystyttäisiin pienemmällä työmäärällä ja mahdollisesti myös varaosamäärällä. Liitteissä 1–3 on ohjeistus laajaan ja suppeaan tarkastuskierrokseen, jota voidaan käyttää kuntoarvion ja kuluneisuuden arvioinnin pohjalla. Arttuun kirjattujen tarkastuskierrosten tarkka raportointi auttaa havaitsemaan toistuvia töitä sekä vikoja ja näin ollen mahdollistaa tarkemman seurannan, miksi mikäkin vaihde tai osa kuluu oletettua nopeammin. Näiden pohjalta voidaan päästä käsitykseen, miksi kuluneisuus on Masuuni-Sulatto-välillä niin suurta. [18.]

Opinnäytetyöstä tulee odotetusti olemaan hyötyä työntilaaajalle ja opinnäytetyöstä ilmenneistä asioista voidaan kehittää jatkoprojekteja, esimerkiksi mikäli kuluneisuuteen tietyillä vaihteilla halutaan tarkempia syitä ja menetelmiä kuluneisuuden estämiseksi löytää. Vaihteiden ylikulkevan veturiliikenteen määrän tuntemisella on vaikutus kunnossapidon ennakoitavuuteen, koska veturi- ja senkkaliikenteen painomäärä pysynee samoissa rajoissa jatkuvasti, vaikkakin ylittää kiskojen kestävyydelle asetetut toleranssiarvot. Tukikerroksen ennakoivat kunnossapitotoimet pidentävät vaihteen elinkaarta ja vähentävät vikoja tulevaisuudessa. Ennakoimalla ja kiinnittämällä huomiota esimerkiksi Arttuun kirjattuihin kunnossapitotöihin eri vaiheineen pystytään ennaltaehkäisemään laajempien vikojen syntymistä tehokkaammin.

Opinnäytetyössä saavutettiin asetetut tavoitteet ja työ onnistui tavoitteiden mukaisesti. Aloitin opinnäytetyöprosessin syksyllä 2022 ja sen jälkeen olen tehnyt katselmuskierroksia yhdessä ratakunnossapidon työntekijän kanssa useita kertoja opinnäytetyöprosessin aikana, jotta syntyisi ymmärrys ratakunnossapidon työn laajuudesta ja monipuolisuudesta tehdasalueella. Ratakunnossapidossa tehtävien töiden laajuus yllätti ja tämä loi suuria haasteita opinnäytetyön rajaukseen, koska työhön liittyvää asiaa ja materiaalia olisi käytettävissä yllin kyllin. Tämän takia, jos nyt aloit-

taisin opinnäytetyön uudelleen, ottaisin vielä tiukemman rajauksen aiheeseen ja selvittäisin järkevimmän ajankohdan, milloin työ kannattaisi toteuttaa. Olen kuitenkin todella tyytyväinen, että saavutin kaikki ennakkoon asetetut tavoitteet opinnäytetyölle ja muutama kehitysideakin syntyi työtä tehdessä sekä opinnäytetyön tilaaja, eli työnantajani saa hyötyä tästä tehdystä työstä. Näin ollen työn tekemisellä oli todellinen tarkoitus ja tarve, eikä vain ajankuluksi tullut kirjoiteltua näitä.

Lähteet

- [1] Tietoa konsernista SSAB [Internet]. SSAB; 2022 [Viitattu 01.12.2022]. Saatavilla: <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta>
- [2] SSAB Raahe tietoja tuotantopaikasta [Internet]. SSAB; 2022 [Viitattu 10.12.2022] Saatavilla: <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/tuotantopaikkakunnat-suomessa/raahe>
- [3] RATO 1, Yleiset perusteet [Internet]. Liikennevirasto; 2018 [Viitattu 03.12.2022]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-31_rato1_web.pdf
- [4] RATO 14, Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito [Internet]. Liikennevirasto; 2016 [Viitattu 15.12.2022]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2016-14_rato14_web.pdf
- [5] RATO 4, Vaihteet [Internet]. Liikennevirasto; 2012 [Viitattu 19.12.2022]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2012-22_rato_4_web.pdf
- [6] Raideseppelin laatuvaatimukset [Internet]. Väylävirasto; 2022 [Viitattu 02.01.2023]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-3_raidesepelin_laatuvaatimukset_web.pdf
- [7] RATO 11, Radan päällysrakenne [Internet]. Liikennevirasto; 2021 [Viitattu 10.12.2022]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-29_rato11_web.pdf
- [8] RATO 15, radan kunnossapito [Internet]. Liikennevirasto; 2000 [Viitattu 10.12.2022]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/RHK/rato_15_rad_n_kunnossapito.pdf
- [9] RATO 20, Ympäristö ja rautatiealueet [Internet]. Väylävirasto; 2021 [Viitattu 04.01.2023]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-28_kunnossapidon_tiivistelma_web.pdf
- [10] Rataverkon talvikunnossapito [Internet]. Väylävirasto; 2022 [Viitattu 28.12.2022]. Saatavilla: <https://vayla.fi/kunnossapito/rataverkon-kunnossapito/talvihoito>

- [11] RATO 13, Radan tarkastus [Internet]. Liikennevirasto; 2004 [Viitattu 20.12.2022]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/RHK/rato_13_radan_tarkastus.pdf
- [12] RATO 12, Päällysrakennehitsaus [Internet]. Liikennevirasto; 2019 [Viitattu 19.01.2023]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2019-31_rato12_liitteet_web.pdf
- [13] Kierrätettävät vaihteet [Internet]. Liikennevirasto; 2017 [Viitattu 18.01.2023]. Saatavilla: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2017-20_kierratysvaihteiden_tte_web.pdf
- [14] L 2008/539. Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista. 2008. [Viitattu 10.01.2023]. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080539>
- [15] L 1999/113. Raideliikennevastuulaki. 1999. [Viitattu 20.12.2022]. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990113>
- [16] Tietoa huoltovarmuudesta Suomessa [Internet]. Huoltovarmuuskeskus; 2023 [Viitattu 02.01.2023]. Saatavilla: <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/huoltovarmuus-suomessa>
- [17] Huoltovarmuuskeskuksen sektorit ja poolit [Internet]. Huoltovarmuuskeskus; 2023 [Viitattu 02.01.2023] Saatavilla: <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/huoltovarmuusorganisaatio/sektorit-ja-poolit>
- [18] Haapanen S, haastattelu opinnäytetyötä varten. [Haastattelu 07.12.2022, 16.12.2022, 23.01.2023, 20.02.2023] Raahelä; 2022–2023 (julkaisematon)

Ennakkohuoltotarkastuskierros, Laaja

Tarkastuskohteet:

- **Kiskontukierros**
 - Tukierros on pidettävä puhtaana ja vaihdettava, jos se ei vastaa radan poikkeileikkauksen mittoja. Likaantunut sepelikerros aiheuttaa liikkuvia jatkoksia, jotka painuvat alaspäin. Tukierroksen vajuus on korjattava ja täytettävä sekä tiivistettävä viipymättä.

- **Raide**
 - Raidelevyden tarkastusmittaus
 - Puupölkkyt, vaihtaa jos > 2 peräkkäistä huonoa puupölkkyä
 - Betonipölkkyt tarkastettava raidemitalla tai muulla tavoin. Raidelevyden kaventuminen usein tarkoittaa tehdasoloissa, että betonipölkky on murtunut. Jos raideleveys on < 1519 mm, on pölkkyt vaihdettava viipymättä tai pölkkyt ovat väärässä asennossa tai vinossa, on ne tuettava ja siirrettävä oikeisiin paikkoihin

- **Vaihte**
 - Pää tarkastus- ja välitarkastusmittaukset
 - Vaihteen asema- ja asentovirheet (linjakaavion kuviosta tarkastus)
 - Käyttö- ja tarkastustankojen tarkastus sähkövaihteissa
 - Vaihteen tukierroksen kunnon tarkastus
 - Pölkkyjen kunto
 - Vesien pois pääsy tukierroksesta
 - Mittaukset (lukuja verrattava vaihteen nimellismittoihin ja toleransseihin)
 - Vaihteen etujatkoksen kohta
 - Kielen kärjen edestä, keskeltä, väliskiskojen keskikohdalta ja 150 mm päästä risteyksen kärjestä
 - Kielisovitusten kulumisen kulumamittauslaitteella RATO:ssa määritetyn käyttöohjeistuksen mukaisesti
 - Mittauksen jälkeen tarkastetaan vaihteosien kiinnitykset, erityisesti ruuvien kiireys, kielen liittyminen tukikiskoon, kielen kannan kunto, lukitun kielen ja tukikiskon väli, vaihteen voitelu sekä vaihteen puhdistus

Ennakkohuoltotarkastuskierros, Suppea

Tarkastuskohteet

- **Kiskot**
 - Kuluneisuus, jos liikakuluneisuutta, todetaan kiskon kääntämis- tai vaihtotarve
 - Sidetankojen käyttötarve
 - Jatkokset
 - Tarkistetaan sidekiskot, katsotaan että jatkoksesta kaikki rakenteeseen kuuluvat osat, eikä ole havaittavia halkeamia tai lohkeamia ja sideruuvit sekä jousirenkaat ovat kunnossa
 - Purseet kiskon päässä poistetaan
 - Kiinnitykset
 - Välilevyt, eristimet, ruuvit, puuttuvat ja vialliset osat vaihdettava välittömästi uusiin. Kiristettävä kiinnityselimet ja ruuvit
- **Puupölkkyt**
 - Haljenneet, katkenneet, lahonneet tai ruuvitartunta riittämätön, vaihdetaan pölkky uuteen. Huonokuntoisia pölkkyjä ei saa kääntää ylösalaisin. Jos pölkyn yläpinnalla merkittävästi tukikerrosmateriaalia, harjataan pölkky puhtaaksi
 - Huonokuntoisia pölkkyjä saa olla maksimissaan 3 kappaletta. Huonokuntoisten puuratapölkkyjen suurin prosenttiosuus 200 metrin raideosuudella 6 %. Raidelevyden kasvaessa on yleensä osa pölkkyistä vaihtokuntoisia
- **Betonipölkkyt**
 - Pölkky, joka ei kanna kiskoja on vaihdettava tai pölkkyyn valettu kiinnitysosa on irronnut tai pölkky on murtunut tai täysin rapautunut
 - Raidelevyden kaventuessa on yleensä betoniratapölkky murtunut – huonokuntoiset betonipölkkyt merkataan valkoisella maalimerkinnällä
- **Rataosuudella ja kiskoilla olevat haitalliset vesakot ja rikkakasvit poistettava**
- **Vaihteet**
 - Vaihteosien kiinnitykset
 - Ruuvien oikea kireys, kielen liittyminen tukikiskoon, kielen kannan kunto, lukitun kielen ja tukikiskon väli
 - Valvonta-, käyttö- ja tarkastustangot tarkistettava

- Vaihteen voitelu- ja kääntölaitteen öljytilavuuden tarkastus sekä vaihteen puhdistus tarvittaessa
 - Voiteluväli 1–4 viikkoa, riippuen rataosuudesta
 - Vaihteiden puhdistus, lumen ja jään poistaminen
 - Salaojat, vesien pois pääsy

Liite 4. Ratavaihteiden lumenpuhdistusjärjestys, on salassa pidettävä ja se on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammatillisuus.