



Tuotannon kehittäminen Pendolino- ja Allegro-junien kunnossapidossa

Jonas Kuorinki

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan
ko.
Älykkäät koneet

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan ko.
Älykkäät koneet

Jonas Kuorinki
Tuotannon kehittäminen Pendolino- ja Allegrojunien kunnossapidossa

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Huhtikuu 2014

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Pendolino- ja Allegro-junien kunnossapitoa. Kehitys oli tavoitteena suorittaa lean-filosofiaa apuna käyttäen.

Opinnäytetyö on tehty VR Groupin Helsingin varikolle. VR Group on matkustuksen, logistiikan ja infrarakentamisen palveluyritys. Konsernissa työskentelee noin 12 400 työntekijää. Helsingin varikolla työskentelee noin 400 työntekijää. Opinnäytetyön aihetta kehitettiin yhdessä työnantajan kanssa.

Teoriaosassa on käyty läpi erilaisia kunnossapitolajeja ja lean-filosofian pääpiirteitä. Lean on filosofia johtamiseen, jonka tavoitteena on yksinkertaistaa tuotantoprosessia ja poistaa arvoa tuottamatonta toimintaa.

Käytännön osa käsitteli kitkapalojen suunnitelmallista vaihtamista. Osiossa keskityttiin työprosessin läpimenoajan lyhentämiseen, eli hukan poistamiseen. Alkutilanne tunnistettiin arvovirtakartoituksella, jonka jälkeen ryhdyttiin kehittämään prosessia ja samalla luotiin prosessikaavio asentajille.

Työn aikana prosessin läpimenoajassa syntynyt hukka saatiin pienennettyä 90 minuuttiin. Tällä ajalla työ sujui mahdollisimman hyvin ja prosessia ei ollut tarpeen parantaa. Suunnitelmallisella kitkanvaihdolla helpotettiin talven kunnossapitotilannetta huomattavasti, koska kitkanvaihdot eivät työllistäneet kunnossapitoa.

Asiasanat: kunnossapito, lean, läpimenoaika, tuotanto

ABSTRACT

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical engineering and production technology
Intelligent machines

Jonas Kuorinki
Process development in Pendolino and Allegro train maintenance operations

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 7 pages
May 2014

The aim of this thesis was to develop working processes in Pendolino and Allegro train maintenance. The aim was to develop process by using lean processing principles.

This thesis was commissioned VR Group Helsinki depot. VR Group provides freight service customers and public transport customers with rail and road transport services. The VR Group employs 12,400 people. Helsinki depot employs approximately 400 people. The idea for the thesis arose from existing cooperation between the writer and the VR Group Helsinki Depot.

The theory section examines different types of maintenance operations and the main features of lean philosophy. Lean is a management philosophy that aims to simplify production processes and eliminate any process that does not bring value for the customer.

The practical section deals with the systematic changing of the brake pads of the Pendolino train. The main focus of this section was on reducing waste in the working process. The initial situation of the working process was identified by using the Value Stream Mapping. After conducting the VSM the process development started and at the same time process flowcharts were created for assemblers.

In the course of the project, the time wasted was reduced to 90 minutes. At this time the working process was simplified to the maximum. The systematic changing of brake pads helped wintertime maintenance a lot because there was no need to exchange brake pads for months.

Key words: maintenance, lean, production, process development

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | LYHENTEET JA TERMIT | 7 |
| 2 | JOHDANTO..... | 7 |
| 3 | VR GROUP..... | 8 |
| 3.1 | Historia..... | 8 |
| 3.2 | VR kunnossapito..... | 10 |
| 3.2.1 | Helsingin varikko | 11 |
| 4 | KUNNOSSAPITO | 12 |
| 4.1 | Kunnossapidon yleinen määrittely..... Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty. | |
| 4.1.1 | Huolto..... | 12 |
| 4.1.2 | Ehkäisevä kunnossapito | 12 |
| 4.1.3 | Korjaava kunnossapito | 13 |
| 4.1.4 | Parantava kunnossapito..... | 13 |
| 4.1.5 | Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen..... | 14 |
| 5 | LEAN FILOSOFIA..... | 15 |
| 5.1 | Tausta..... | 15 |
| 5.2 | Leanin viisi keskeisintä periaatetta..... | 16 |
| 5.3 | Lean menetelmät..... | 17 |
| 5.3.1 | Arvovirta..... | 17 |
| 5.3.2 | Standardisointi..... | 17 |
| 5.3.3 | 5S menetelmä..... | 18 |
| 5.3.4 | 5S menetelmän keskeiset tavoitteet..... | 19 |
| 5.4 | Lean junien kunnossapidossa..... | 20 |
| 5.4.1 | Varaosahuollon ohjaus..... | 20 |
| 5.4.2 | Kunnossapidon tehokkuuden parantaminen..... | 20 |
| 6 | KITKAPALOJEN SUUNNITELMALLINEN VAIHTO..... | 21 |
| 6.1 | Nykyisten ongelmien kuvaus..... | 22 |
| 6.2 | Ongelmien ratkaisu..... | 22 |
| 7 | TYÖYMPÄRISTÖ JA TYÖN KUVAUS..... | 23 |
| 7.1 | Pendolinon jarrujärjestelmän kuvaus..... | 23 |
| 7.2 | Työvaiheiden selvittäminen..... | 24 |
| 8 | TYÖPROSESSIN STANDARDISOINTI..... | 25 |
| 8.1 | Työnseurantalomake asentajien käyttöön..... | 25 |

| | | |
|----------------|---|----|
| 8.2 | Läpimenoaika ennen suunnitelmallista kitkanvaihtoa..... | 26 |
| 8.3 | Läpimenoaika työohjeen tekemisen jälkeen..... | 27 |
| 8.4 | Läpimenoaika asentajien roolituksen jälkeen..... | 28 |
| 9 | LOPPUTULOKSET JA POHDINTA..... | 29 |
| 9.1 | Työn onnistuminen ja jatkuvuus..... | 30 |
| LÄHTEET..... | | 31 |
| LIITTEET | | 33 |
| | Liite 1. Työn seurantalomake asentajien käyttöön | 33 |
| | Liite 2. Ensimmäinen prosessikaavio asentajien käyttöön | 34 |
| | Liite 3. Prosessikaavio asentajien roolituksen jälkeen | 37 |

1 LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-------------------|--|
| 5S | Lean-menetelmä, jonka avulla työympäristöä standardisoidaan. |
| Lean-tuotantotapa | Toyotan kehittämä toimintaperiaate, joka perustuu hukan poistamiseen ja jatkuvaan parantamiseen. |
| VSM | Value Stream Mapping. Suomeksi arvovirtakartoitus, jonka avulla pilkotaan työprosessi osiin. Tämän avulla saadaan työprosessi läpinäkyväksi ja tällä tavoin siitä saadaan mahdolliset ongelma- ja kehityskohdat esiin. |
| Pendolino | Italiassa valmistettu suurnopeusjuna. Otettu Suomessa käyttöön vuonna 1995. Liikennöi Suomen sisäisessä liikenteessä. |
| Allegro | Italiassa valmistettu suurnopeusjuna. Otettu Suomessa käyttöön vuonna 2010. Liikennöi Helsinki-Pietari -väliä. |

2 JOHDANTO

VR Group on uusien haasteiden edessä henkilöliikenteen auetessa kilpailutukselle tulevaisuudessa. Tästä syystä myös kunnossapitoa on ryhdytty kehittämään kilpailukykyisemmäksi. Tuottavuuden kannalta on oleellista, että kunnossapidossa siirrytään ehkäisevään kunnossapitoon korjaavan kunnossapidon sijasta. Kilpailukyvyyn parantaminen kunnossapidossa tarkoittaa työprosessin häiriöiden ja hukan poistamista. Tarkoituksena on kehittää kunnossapidon työprosesseja entistä sujuvammaksi, jolloin työn virtaus paranee ja hukan muodostuminen pienenee.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda viankorjauksen piiriin kuuluneesta kitkan vaihdosta suunniteltua huoltotoimintaa. Työlle perustettiin erillinen huolto ja kyseistä työprosessia pyrittiin kehittämään sujuvammaksi. Kehitys aloitettiin luomalla selkeät työ-ohjeet, joiden avulla saatiin työprosessi standardoitua. Työohjeiden luomisen jälkeen ensimmäisen kitkanvaihdon aikana suoritettiin työn VSM-kartoitus. Kartoituksen jälkeen prosessia kehitettiin enemmän asentajien yksilöllisen työskentelyn suuntaan, jolloin päällekkäisiä työsuorituksia ei enää syntynyt. Tällä tavalla työprosessin aikana syntynyttä hukkaa saatiin pienennettyä oleellisesti.

3 VR Group

VR Group on matkustuksen, logistiikan ja infrarakentamisen palveluyritys. Konsernissa työskentelee noin 10 000 työntekijää. VR Groupin liikevaihto vuonna 2012 oli 1437,8 miljoonaa euroa. Konserni toimii pääasiassa Suomessa, mutta sillä on toimintaa myös ulkomailla, erityisesti Venäjällä ja Ruotsissa.

VR Group on kokonaan Suomen valtion omistama yritys, ja konsernin emoyhtiö on VR-Yhtymä Oy. Yhtymä on kokonaan Suomen valtion omistama osakeyhtiö, joka perustettiin vuonna 1995 jatkamaan Valtionrautateiden toimintaa. Muutoksessa rataverkon omistus jäi valtiolle, ja tehtävää hoitaa liikenne- ja viestintäministeriön alainen Liikennevirasto. Konserniin kuuluu kaikkiaan 23 yhtiötä. Osakkuusyrityksiä on 8.

VR Group koostuu kolmesta liiketoiminnosta, jotka ovat matkustajaliikenteestä huolehtiva VR, logistiikkaa harjoittava VR Transpoint ja infrarakentamiseen erikoistunut VR Track. Liiketoimintoja tukevat junaliikennöinti- ja kunnossapitoyksiköt, Venäjä ja kansainväliset toiminnot –divisioona sekä konsernipalvelut. (vrgroup.fi, vuosiraportti 2012)

3.1. Historia

1800-luku

”Rautatieliikenne alkoi Helsingin ja Hämeenlinnan välisellä rataosuudella 17.3.1862. Turvallisuus oli tärkeä seikka radan suunnittelussa: radalla ei ollut yhtään tasoristeystä, ja aluksi junat kulkivat vuoropäivinä eri suuntiin.”

1900-1960

”Suomen rataverkko oli pääosin valmis itsenäistymiseen mennessä. 1800-luvun lopulla oli rakennettu radat etelästä pohjoiseen ja 1900-luvun alussa poikkiradat lännestä itään. Junaliikenne oli voimakkaassa kasvussa.

1930-luku oli rautatiematkustamisen kulta-aikaa niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa. Väestö alkoi siirtyä maataloilta tehtaisiin ja työmatkat pitenivät. 1940-luvulla rautateillä tehtiin matkustajaennätys, joka rikottiin vasta vuonna 2005.

Sodan jälkeen alkoi kaluston uusimisen ja dieselveureiden aika. Elinolot Suomessa paranivat, ja matkailuinnostus alkoi viritä. Rautatiet markkinoivat lomalaisille rengasmatkoja.”

1960-2000

”Ratojen suuri perusparannus käynnistyi 1960-luvulla. Ensimmäiset sähköjunat tulivat lähiliikenteeseen vuonna 1969. Viimeiset höyryveturit poistuivat säännöllisestä liikenteestä vuonna 1975.

1980-90 alkoi VR:n organisaation muutos. Vuonna 1990 VR muuttui valtion virastosta liikelaitokseksi ja viisi vuotta myöhemmin valtionyhtiöksi. Valtion kokonaan omistama osakeyhtiö, VR-Yhtymä Oy tytäryhtiöineen perustettiin 1.7.1995.

Uudet InterCity-junat tulivat liikenteeseen 1980-luvun puolivälissä. Kymmenen vuotta myöhemmin VR siirtyi Pendolino-aikaan Helsingin ja Turun välisellä rantaradalla. Ensimmäinen kaupunkirata valmistui Helsingistä Tikkurilaan vuonna 1996.”

2000-luku

”2000-luvulla Pendolino-liikenne on laajentunut, ja tavaraliikenteessä on otettu käyttöön ensimmäiset junat, joiden akselipaino on 25 tonnia. Junaliikenteen turvallisuutta parantavan automaattisen kulunvalvonnan piirissä on valtaosa henkilöliikenteestä.

Tikkurilan ja Keravan välinen kaupunkirata valmistui elokuussa 2004. Syksyllä 2006 Keravan ja Lahden välinen oikorata vei koko VR-konsernin uuteen juna-aikaan.”

(vr-konserni.fi, historia, viitattu 23.10.2013)

3.2. Helsingin varikko

Helsingin varikko on tunnettu aikaisemmin Ilmalan varikkona. Varikko muutti Töölöstä Ilmalaan vuonna 1967 ja ensimmäiset korjaushallit valmistuivat vuonna 1970. Varikkoa peruskorjattiin vuosina 2006-2012 ja hanke tuli maksamaan noin 185 miljoonaa euroa. Peruskorjauksen aikana varikon asetinlaite- ja turvalaitetekniikka uudistettiin, raiteisto ja ratapihavalistus uusittiin sekä varikkotiet kunnostettiin. Lisäksi alueella laajennettiin kaukojunahallia sekä rakennettiin uudet huoltotasot kauko- ja lähijunille.

Varikolla on neljä huoltohallia. Uusimmassa hallissa huolletaan Pendolino- ja Allegro-kalustoa. Pendolino-hallin vieressä on kaukojunien vaunuhalli, jossa huolletaan mm. IC2-vaunuja. Länsipuolella varikkoa sijaitsee veturihalli sekä halli lähiliikennejunille. Varikon koko on noin 60 hehtaaria ja raiteita on 65 kilometriä. Kaikki lähiliikenteen junat, 85% kaukojunista ja 65% sähköveturikalustosta huolletaan Ilmalan varikolla. Ilmalan varikkoalueella työskentelee noin 800 henkilöä. Heistä noin 250 toimii asentajana, 100 siivoojana, 200 veturinkuljettajana, 130 liikenteenhoitotehtävissä, 100 työjoh- ja suunnittelutehtävissä ja 40 AVECRA Oy:n catering- ja toimistotehtävissä.

(Ilmalan varikko pistetään uuteen uskoon, viitattu 23.10.13.)

(Ilmalan ratapihan perusparannus valmistuu, junaliikenteen hermokeskuksen uusiminen loppusuoralla, viitattu 23.10.13)

(Helsingin varikon uusi Pendolino-halli valmis, VR Group:n tiedote Sm3 hallin valmistumisesta, viitattu 23.10.13)

3.2.1 Pendolino- ja Allegro-junien kunnossapitoyksikkö

Uusi Pendolino-halli valmistui vuonna 2008 ja sen rakentamiseen kului 43 miljoonaa euroa. Hallin pituus on noin 370 metriä, leveys noin 40 metriä ja kokonaiskorkeus noin 13 metriä. Maanpinnan alapuolella hallissa on työskentelytilaa noin kolme metriä ja yläpuolella noin kymmenen metriä. Ylähuoltotasolta pääsee avattavan oven kautta suoraan junan katolle, joten erillisiä nostureita ei tarvita. Pendolino-hallin eteläpäädyssä sijaitseva pesuhalli jatkaa rakennusta 70 metrillä. Junat pestään pesukoneessa jo halliin ajettaessa. Halliin mahtuu yhteensä kahdeksan Pendolinoa, tai vaihtoehtoisesti neljä Pendolinoa ja neljä Allegroa.

Pendolino toiminnossa työskentelee 55 asentajaa ja 16 toimihenkilöä. Asentajat ja työjohto työskentelevät keskeytymättömässä kolmivuorossa. Kunnossapidettäviä Pendolino-runkoja on 18 kappaletta ja Allegro-runkoja neljä kappaletta.

(VR Group:n tiedote Sm3 hallin valmistumisesta, vrgroup.fi)

4 Kunnossapito

4.1. Kunnossapidon yleinen määrittely

”Kunnossapito määritellään suoraan SFS-EN 13306 standardissa seuraavasti:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”

(Kunnossapito, Jorma Järviö, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry, 3. painos 2006)

4.1.1 Huolto

”Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määrävällein (välit määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan ottaen huomioon myös käytön rasittavuuden).”

(Kunnossapito, Jorma Järviö, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry, 3. painos 2006)

4.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

”Ehkäisevä kunnossapito (preventive maintenance, PM), johon sisältyy jaksotettu kunnostaminen (predetermined maintenance), kunnonvalvonta (condition monitoring), kuntoon perustuva kunnossapito (condition based maintenance, CBM), sekä ennustava kunnossapito (predictive maintenance, usein kirjallisuudessa lyhennetty PdM).

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Päämäärä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen/osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä (aikataulutettua tai jatkuvaa) tai sitä tehdään vaadittaessa. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä.”

(Kunnossapito, Jorma Järviö, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry, 3. painos 2006)

4.1.3 Korjaava kunnossapito

”Korjaava kunnossapito (corrective maintenance, johon sisältyvät kunnostaminen ja korjaaminen). Kunnostaminen on suunniteltua korjaamista, korjaaminen suunnittelematonta.

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon (korjataan). Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko häiriökorjaus (suunnittelematon) tai kunnostus (suunniteltu).”

(Kunnossapito, Jorma Järviö, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry, 3. painos 2006)

4.1.4 Parantava kunnossapito

”Kolmannen tason Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohteen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset, mutta kohteen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta. Tällainen toimenpide on esimerkiksi vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen taa-juusohjatuilla oikosulkumoottoreilla.

Toisen pääryhmän muodostavat erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla parannetaan koneen epäluotettavuutta (engl. improve inherent design weakness). Tarkoituksena on siis muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, eikä niinkään muuttaa suorituskykyä.

Kolmanteen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Esimerkiksi jos vanhentuneella paperikoneella ei pystytä valmistamaan kilpailukykyisesti uutta paperilajia, mutta koneella on vielä elinaikaa jäljellä, on usein järkevämpää uudistaa vanha kone kuin romuttaa se ja ostaa uusi tilalle. Tämä tilanne esiintyy yhä useammin, kun koneen elinjakso on pidempi kuin sen valmistamien tuotteiden elinkaaret. Vanhalla koneella ei enää pystytä kilpailukykyisesti valmistamaan sellaisia tuotteita kuin mitä markkinat haluaisivat.”

(Kunnossapito, Jorma Järviö, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry, 3. painos 2006)

4.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

”Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei toistaiseksi ole mielletty kunnossapitoon kuuluviksi toiminnoiksi. Niinpä näitä asioita ei ole käsitelty kunnossapidon standardeissa. Kansainvälisissä kunnossapitokonferensseissa on viime vuosina esitetty useita esimerkkejä näiden menetelmien menestyksellisestä käyttämisestä. Asiantuntijoiden mielestä vikahistorioiden ja riskianalyysien käyttö muodostuvat erääksi tärkeimmistä kunnossapitoa ohjaavista voimista. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä pyritään selvittämään vikaantumisen perussyyn sekä vikaantumisprosessi. Tulosten perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutuminen. Koska analyysien tekeminen vaatii erikoisosaamista, ei aivan jokaista rikkoontumista kannata analysoida.”

(Kunnossapito, Jorma Järviö, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry, 3. painos 2006)

5 Lean-filosofia

5.1. Tausta

Henry Ford kehitti autotehtailleen massatuotannon 1920-luvulla. Massatuotanto oli taloudellisesti ja ajallisesti kannattavampaa verrattuna aikaisemmin käytettyyn käsityötuotantoon. Tämä tuotannon muoto mahdollisti autojen edullisemman valmistamisen. Massatuotannon avulla Fordista tuli maailman johtava autovalmistaja.

(Womack, Jones, 1991)

Vuosien kuluessa japanilaiset autonvalmistajat Toyotan johdolla ohittivat kuitenkin Fordin tuottavuudessa. Koko lean-toimintatapa perustuu Toyotan tuotantojärjestelmään (Toyota Production Systems, TPS). Kyseinen tuotantojärjestelmä on kehitetty jo toisen maailmansodan jälkeen. Keskeisimmiksi asioiksi nousivat tuotannon joustavuus ja lyhyemmät läpimenoajat. Näiden avulla saavutettiin paremmat tulokset laadussa, tuottavuudessa, asiakastyytyvyydessä ja työvoiman hyödyntämisessä.

(Liker, 2003)

5.2. Leanin viisi keskeisintä periaatetta

Womack ja Jones (Lean thinking, 2003) kuvaa Leanin viisi keskeisintä periaatetta seuraavalla tavalla: (Kuva 1.)

1. Määritä asiakkaalle tuotettava lisäarvo
2. Tunnista ja analysoi arvovirta
3. Optimoimateriaali-, informaatio- ja kassavirtaus eliminoimalla hukka
4. Luo kysyntälähtöinen virtaus
5. Pyri jatkuvasti täydellisyyteen



(Kuva 1.) Leanin viisi keskeisintä periaatetta

Arvovirran analysoinnilla ja tunnistamisella tarkoitetaan sitä, että jokaisen tuotteen ja palvelun valmistusvirta tunnistetaan. Valmistusvirran ympärillä kehitetään asiakkaalle *lisäarvoa* tuottava toiminta ja minimoidaan arvoa tuottamatonta toimintaa.

Virtausten optimoinnissa pyritään eliminoimaan kaikki valmistusvirtauksen hidasteet ja esteet. Näitä ovat mm. ylituotanto, kuljetus, varastointi ja yliprosessointi.

Kysyntälähtöisen virtauksen luomisella tarkoitetaan sitä, että tuotetaan sitä mitä asiakas haluaa ja vain silloin kun asiakas sitä haluaa.

Täydellisyyteen pyrkimisen tärkeä asia on, että Leaniin suhtaudutaan pitkän aikavälin liiketoimintastrategiana, eikä väliaikaisena valmistuskustannuksien pienentämisenä.

Toteuttamalla näitä viittä periaatetta luodaan yritykseen Lean-filosofiaa, ja siitä tulee tapa toimia. Tällä tavoin varmistetaan, että ollaan kulkemassa kohti yleistä organisaation strategiaa, jossa prosessien jatkuvalla seuraamisella luodaan lisäarvoa asiakkaalle. Organisaatio säilyttää tällöin korkean palvelutason samalla, kun se pystyy kasvamaan ja joustamaan muuttuvassa toimintaympäristössä. (Womack, Jones, 2003)

5.3. Lean-menetelmät

Lean-menetelmiä on useita, mutta tässä työssä käsitellään teoriassa ainoastaan niitä menetelmiä, joita käytettiin käytännönsiossa.

5.3.1 Arvovirta

Arvovirta on tapahtumaketju, jonka avulla tunnistetaan prosessin vaiheet, jotka tarvitaan tuotteen toimittamiseksi asiakkaalle. Arvovirta saadaan läpinäkyväksi tekemällä VSM-kartoitus. Tällä tavoin voidaan kyseenalaistaa tuotantoprosessi ja näin voidaan poistaa arvoa tuottamatonta toimintaa. Tavoitteena on luoda pysähtymätön virtaus, jolla kuvataan tuotteen tai palvelun etenemistä arvoketjun läpi. (Merikallio & Haapasalo 2009, s.11)

5.3.2 Standardisointi

Standardi on selkeä kuva halutusta tilasta. Standardien avulla tunnistetaan prosessin poikkeavuudet välittömästi ja mahdollistetaan nopea reagointi niitä havaittaessa. (Dennis 2007, s. 30) Imai selitti jatkuvaa parantamista käsittelevässä Kaizen-kirjassaan, että on mahdotonta parantaa mitään prosessia ennen kuin se on standardoitu. Jos jokainen työntekijä tekee työn parhaalla katsomallaan tavalla, prosessia ei ikinä saada kehittymään. Prosessi täytyy standardoida ja siten vakauttaa ennen kuin jatkuvia parannuksia voi tehdä. Standardoitu työ on myös olennainen apu rakennettaessa laatua. Kaikkien laatumenetelmien täytyy olla niin yksinkertaisia ja käytännöllisiä, että työntekijät pystyvät käyttämään niitä päivittäin. (Liker, 2003)

5.3.3 5S-menetelmä

5S-menetelmän voi kiteyttää periaatteeseen: ”puhdista ja tee näkyväksi”. Tuotannossa ilman viittä S:ää monet hukat kasautuvat vuosien ajan, kätkevät ongelmia ja loppujen lopuksi niistä tulee hyväksyty tapa toimia.. (Liker, 2003)

1. Seiri – Lajittele

Työskentelypaikat tyhjennettiin ylimääräisistä tavaroista.

2. Seiton – Järjestä

Työskentelypaikoille tuotiin kolme lavaa uusia kitkapaloja ja yksi jätelava käytetyille kitkapaloille. Lavojen paikat merkattiin valkoisella teipillä ja teippiin kirjoitettiin, mitä asioita paikkaan kuului.

3. Seiso – Puhdista

Työskentelytasot puhdistettiin. Tasoihin kiinnitettiin teipit, joihin kirjoitettiin jokaisen telin kohdalle vaunun ja telin numerot, sekä montako kitkapalaa teipin kohdalle jätetään.

4. Seiketsu – Standardisoi

Vakiokäytännöt luotiin tekemällä työohjeet asentajille. Ohje annetaan aina työparille samanaikaisesti työmääräimen kanssa. Tällä tavoin varmistetaan, että työ suoritetaan valmiiksi kehitetyllä menetelmästandardilla. Kyseisellä standardilla voidaan ennakoida työhön kuluva aika.

5. Shitsuke – Ylläpidä

Ylläpito hoidettiin kiinnittämällä uusien kitkalavojen viereen toimintaohjeet lavan tyhjentyessä, ja vanhojen kitkapalojen lavan viereen toimintaohjeet lavan täytyessä.

(Tuominen, 2010, LEAN - Kohti täydellisyyttä)

5.3.4 5S-menetelmän keskeiset tavoitteet

Keskeisiin tavoitteisiin voidaan lukea työpiste, joka on:

- Siisti, hyvässä järjestyksessä, turvallinen, tehokas, on työntekijälleen viihtyisä ja helpottaa tekemistä.
- Aiheuttaa vähemmän tapaturmia, hylkyä, hukkakäyntiä, tuotantoseisokkeja, virheitä ja ohjausongelmia.
- Saa aikaan viihtyvyyttä, tuottavuutta ja hyvän vaikutelman asiakkaalle.

5.4. Lean junien kunnossapidossa

Junien kunnossapidossa huoltoprosessi alkaa, kun runko tulee varikolle, ja loppuu kun runko lähtee varikolta. Lean-menetelmien avulla on tarkoitus maksimoida rungolle tehdyn kunnossapitotyön arvo.

Pendolino- ja Allegro-junien kunnossapidossa on huomattu, että töitä on tehty vuosia ilman suunniteltua prosessia. Huoltojen teettäminen ilman kunnollista työnvirtauksen suunnittelua on ollut tehotonta ja aikaa vievää, vaikka työt onkin saatu tehtyä. Ennakoidussa huoltotoiminnassa hukan poistaminen ja tuotannon kehittäminen on yksinkertaisempaa verrattuna vian korjaukseen.

Nykypäivänä tuotannon kehityksen jälkeen huollot on valmiiksi määritelty ja ne voidaan suunnitella vuorokohtaisesti. Pendolino-tuotantoon tuleva huoltorunko tiedetään viimeistään viikkoa ennen, jolloin päästään suunnittelemaan tulevan huollon läpivientiä. Huollot lohkotaan kolmeen osaan, joista yhden suorittaa vuokratyöntekijät, toisen VR:n asentajat ja kolmannen ilmastointialan alihankkija. Tämän jälkeen huollot jaetaan suoritettavaksi vuorokohtaisesti tasaisesti koko viikolle.

Huoltojen läpiviennin suunnittelulla saadaan vähennettyä läpimenoaikoja, lisättyä tuotantomääriä ja parannettua tuottavuutta. Vianhakua ja viankorjausta ei saada muutettua suoraksi työnvirtaukseksi. Yllättävät viat ja niiden korjaamisen ympärille syntyvä hukka voidaan kuitenkin minimoida mm. varaosien helpolla saatavuudella, oikeanlaisilla työkaluilla ja henkilökunnan koulutuksella.

5.4.1 Varaosahuollon ohjaus

”Varaosavaraston mitoituksen pitää perustua taloudellisiin laskelmiin ja arvioihin. Oston ja varastojen kustannuksia pitää verrata mahdollisiin puutekustannuksiin. Luotettavat arviot edellyttävät:

- *Luotettavaa kulutuksen kirjausta*
- *Tarkoituksenmukaista luokittelua, kuten varmuusvaraosat, kulutusvaraosat ja kulutusmateriaalit.”*

(Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen, Total Productive Maintenance, Kari Tuominen, 2010)

Pendolino-toiminnon suurin ongelma varaosahuollossa on varaosakulutuksen kirjaamattomuus. Henkilökunnan ottaessa varaosan varastosta ottoa ei kirjata ylös, joten varastohenkilökunta ei tiedä varaosan loppumisesta.

5.4.2 Kunnossapidon tehokkuuden parantaminen

Edellä mainitut kohdat voidaan koota yhteen seuraavanlaisina kehityskohtina:

- Mittaa vikojen korjaustiheyttä sekä niihin kulunutta aikaa.
- Kouluta kunnossapitohenkilöstöä vianetsintään ja huoltotoimintaan. Tämä on tehokkain tapa poistaa vianetsintään kulunutta hukkaa.
- Analysoi ja kehitä varaosien kirjaamista ja yleistä varaosahuollon ohjausta.
- Huolehdi riittävien työkalujen ja tekniikan hankkimisesta kunnossapitotoimintaan.
- Kehitä vianetsinnän ohjeita.

6 Kitkapalojen suunnitelmallinen vaihto

Opinnäytetyössäni käsitellään yhtä tuotannon kehittämisen kohtaa Pendolino-toiminnossa. Työssä on tarkoitus käsitellä kitkapalojen suunnitelmallisen vaihdon projektin läpivientiä, ja saada kehitettyä vaihtamisen läpimenoaikaa.

6.1. Nykyisten ongelmien kuvaus

Pendolino-toiminnossa kitkojen vaihto on ollut aikaisemmin suunnittelematonta eli korjaavaa kunnossapitoa. Paloja on vaihdettu kuluneisuuden mukaan pieniä eriä kerrallaan ilman suunnitelmallisuutta. Tarkistus ja vaihto pysyvät edelleen kuntoon perustuvan kunnossapidon piirissä, mutta pienien erien sijaan tulevaisuudessa vaihdetaan koko rungon kitkapalat.

Runkoihin tehdään 5000 kilometrin välein VA-huolto, jolloin kitkojen kulutuspinna tarkistetaan. Jos kulutuspinna havaitaan liian ohueksi, tarkistuksen suorittaja kirjaa tiedot ylös ja vie tarkistuslomakkeen työnjohtajalle. Työnjohtaja tekee havaituista vioista työmääräimet ja antaa ne eteenpäin työn suorittaville asentajille. Talviaikaan rungon telit pitää sulattaa ennen kuin kitkapaloja voidaan alkaa vaihtamaan. Asentajien vaihdettua kitkapalat, voidaan runko ilmoittaa valmiiksi liikenteeseen.

Tämä sykli on huomattu liikaa aikaa vieväksi. Tästä syystä runkojen kytkemiset toisiinsa ja siirrot varikon alueella ovat jääneet aikataulullisesti liian lähelle junan lähtöaikaa varikolta. Pahimmissa tapauksissa juna on näistä syistä johtuen myöhästynyt lähtiessään varikolta matkustajaliikenteeseen.

6.2. Ongelmien ratkaisu

Opinnäytetyössä kitkanvaihdosta tehtiin suunnitelmallista. Vaihdosta tuli siten jaksotettua huoltoa. Työlle perustettiin huolto ja sen oletuskilometreiksi, eli jaksoksi, asetettiin 137 000 kilometriä. Tämä kilometrimäärä laskettiin aikaisempien vaihtovälien perusteella.

6.3. Suunnitelmallinen kitkapalojen vaihto

Aikaisemmin Pendolinojen kitkapalat on vaihdettu 5000 kilometrin välein tehtävien VA-huoltojen yhteydessä. Paloja on vaihdettu kuluneisuuden mukaan pieniä erinä kerrallaan ilman suunnitelmallisuutta. Tarkistus ja vaihto pysyvät edelleen kuntoon perustuvan kunnossapidon piirissä, mutta pienien erien sijaan tulevaisuudessa vaihdetaan koko rungon kitkapalat. Työ tehdään viikoilla 43-48. Vaihtotaajuus on tällä tavoin 3 runkoa per viikko. Tämä aika takaa sen, että seuraavatkin kitkanvaihdot tulevat toteutumaan riittävän pitkällä aikavälillä.

7 Työympäristö ja työn kuvaus

Työympäristöä lähdettiin kehittämään mahdollisimman hyvän työn virtauksen saavuttamiseksi. Aluksi päätettiin raidepaikat, joissa vaihtotyö olisi tehokkainta ja huoltorunko häiritsisi vähiten hallin muuta toimintaa.

Tämän jälkeen hahmoteltiin uusien kitkalavojen paikkoja ja jätelavan sijoittelua käytöille kitkapaloille. Sijoittelulla pyrittiin saavuttamaan asentajien mahdollisimman vähäinen edestakaisin liikkuminen huoltotasolla. Uusia kitkapalojen lavoja päätettiin sijoittaa kolme kappaletta siten, että yhdeltä lavalta otetaan kahden vaunun kitkat kerrallaan. Jätelava sijoitettiin keskeiselle paikalle huoltotason puoleen väliin.

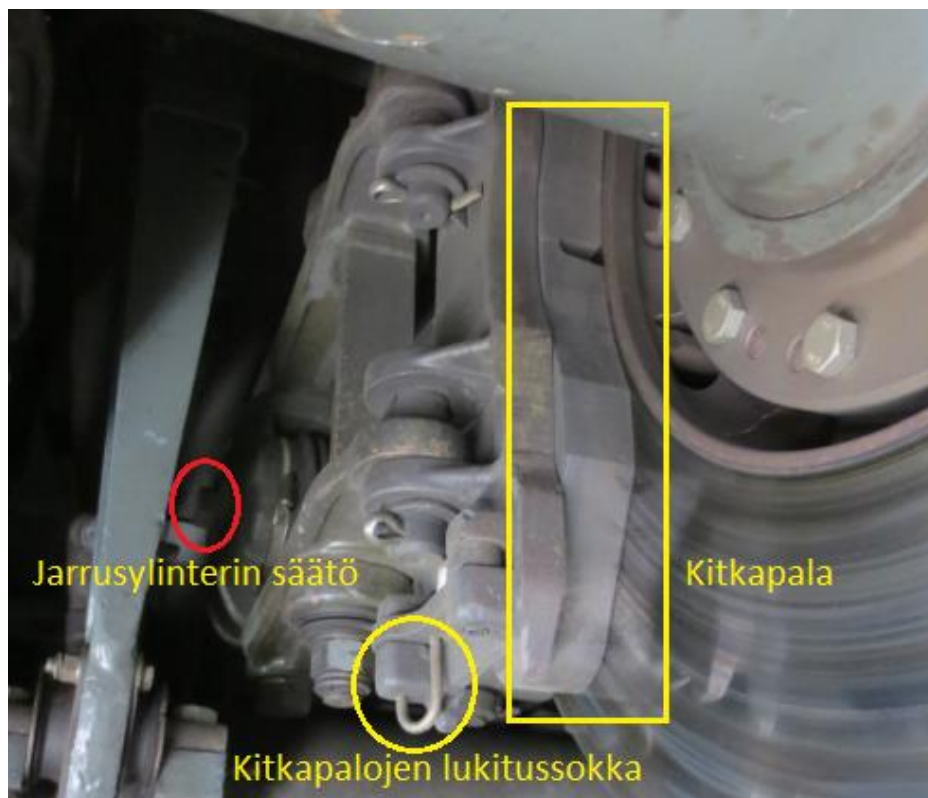
Prosessin helpottamiseksi jokaisen uuden kitkalavan kohdalle kirjoitettiin ohjeet. Ohjeen avulla asentaja näkee, montako kitkapalaa lavalta otetaan, ja mihin vaunuihin ne viedään. Lisäksi työskentelytasoihin lisättiin teipit mistä selvisi vaunun numero, telin numero ja kuinka monta kitkapalaa kyseiselle työskentelytasolle jätetään. Tällä tavalla saatiin helpotettua kitkapalojen laskemista ja nopeutettua prosessia.

7.1. Pendolinon jarrujärjestelmän kuvaus

Pendolinojen jarrujärjestelmä perustuu perinteiseen jarrupalan ja jarrulevyn kitkakosketukseen. Opinnäytetyössäni käytän jarrupalasta sanaa kitkapala. Pendolinossa on 64 jarrulevyä ja jokaista levyä hidastaa kaksi kitkaparia. Kitkapari koostuu kahdesta erillisestä kitkapalasta. Uuden kitkapalan kulutuspinnan paksuus on 35 millimetriä. Paloja pitävät paikoillaan selkälevyissä olevat kiinnitysurat ja niiden alareunassa sijaitsevat jousilukitukset. Pendolinossa on yhteensä 256 kappaletta kitkapaloja.

7.2. Työvaiheiden selvittäminen

Itse työtapahtumassa asentaja kääntää lenkkiavaimella jarrusylinterin säätömutteria (Kuva 2.). Mutteria aukaistaessa jarrusylinteri levittää kitkapaloja ulospäin jarrulevystä. Säädon ollessa ääriasennossa, asentaja aukaisee lukituksen, joka pitää kitkapalat paikoillaan. Tämän jälkeen uudet kitkapalat asennetaan takaisin selkälevyjen kiinnitysuriin ja pala lukitaan paikoilleen. Lopuksi jarrusylinteriä säädetään niin, että palojen ja jarrulevyjen väliin jää noin 2-3 millimetriä.



(Kuva 2.) Jarrusylinterin säätö, kitkapala ja sen jousilukitus.

8 Työprosessin standardisointi ja läpimenoaika

Prosessin läpimenoaika lasketaan ensimmäisen vaiheen aloittamisesta viimeisen vaiheen lopettamiseen. Opinnäytetyössä pyrittiin minimoimaan asentajien turhaa edestakaista liikkumista junarungon päästä päähän.

Ensimmäisen kitkanvaihdon jälkeen huomattiin, että työprosessille on luotava standardi. Asentajilla ei ollut tietoa uusien kitkapalojen ja jätelavan uudelleen sijoittelusta, ja muiltakin osin työtavan muutoksesta ei ollut tarpeeksi tietoa tuotannossa.

Opinnäytetyössä standardi luotiin tekemällä asentajille prosessikaavio, ja sen sujuvuutta seurattiin asentajien mukaan annettavalla työnseurantalomake. Prosessikaaviolla oli tarkoitus standardisoida prosessi, jotta jokainen asentaja suorittaisi työn samalla tavalla. (Tuominen, Lean: Tehoa ja laatua tulosten suunnitteluun ja seurantaan, 2010 s. 106)

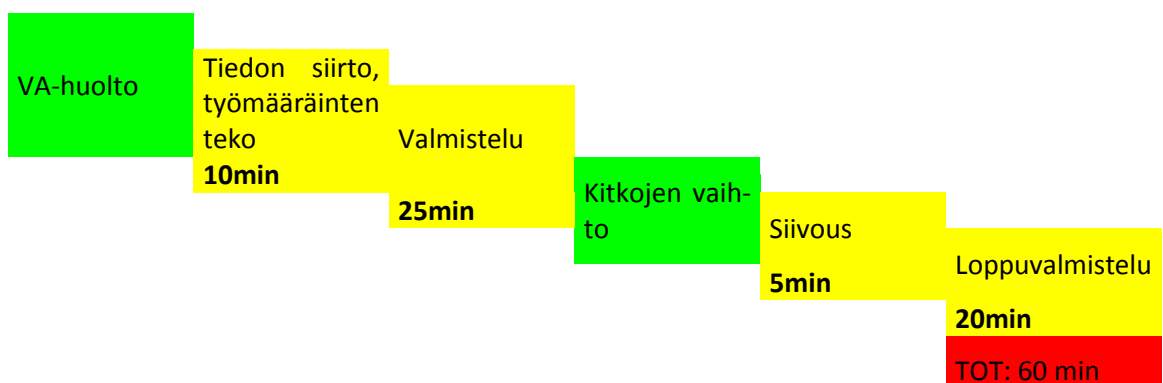
8.1. Työnseurantalomake asentajien käyttöön

Prosessin kehittymistä seurattiin VSM-kartoituksella ja asentajien täyttämällä työnseurantalomakkeella (**Liite 1.**). Seurantalomakkeesta tehtiin yksinkertainen, jotta sen täyttämiseen ei menisi paljoa aikaa työn ohessa. Kaaviossa viitattiin työohjeen numeroituihin kohtiin. Kaaviosta selviää työn valmistelun eri osioihin, työprosessiin, siivoukseen ja jarrujen toiminnan tarkastamiseen kulunut aika. Kaaviossa on erillinen kommenttikenttä, johon voi kirjoittaa ongelmat ja mahdolliset prosessin parantamisehdotukset.

8.2. Lämpimeno aika ennen suunnitelmallista kitkanvaihtoa

Aikaisemmin kitkapaloja on vaihdettu kuluneisuuden mukaan, esimerkiksi 12 paria kahteen eri vaunuun. Kyseiseen työhön, eli arvoa tuottavaan toimintaan, kuluu 5-10 minuuttia. Aikaisempaa läpimenoaikaa tarkasteltaessa huomattiin, että suurin osa työhön kuluvasta ajasta menee alku- ja loppuvalmisteluun. Asentajien vaihtaessa kitkapaloja kahteen vaunuun tulee valmisteluista hukkaa yhteensä noin 60 minuuttia. (Kuva 3.)

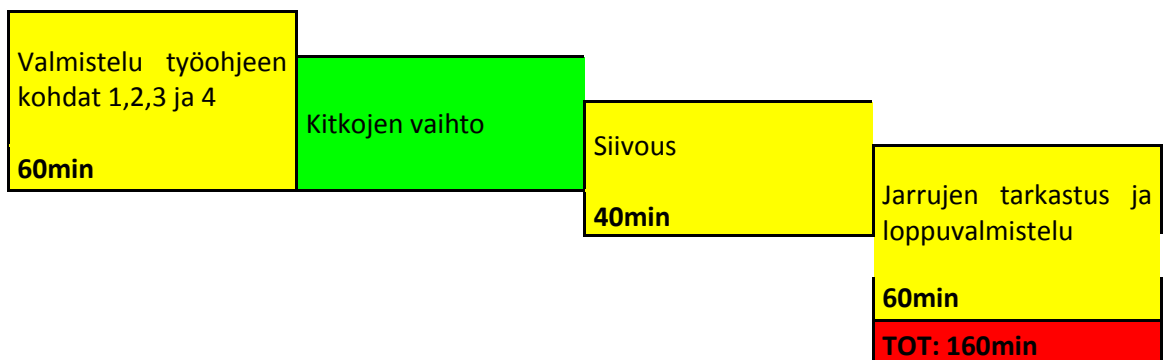
(Kuva 3.) Lämpimeno aika kahdelle vaunulle ennen suunnitelmallista kitkanvaihtoa



8.3. Lämpimenoaika ensimmäisen prosessikaavion tekemisen jälkeen

Ensimmäisen prosessikaavion (Liite 2.) laatimisen jälkeen työprosessi alkoi vakiintumaan. Asentajilla ei ollut enää epäselvyyttä työtapaan ja varaosien sijoitteluun tulleista muutoksista. Lämpimenoaika ja työskentelyä tarkasteltaessa huomattiin, että kaksi asentajaa kulki parina koko työprosessin ajan. Tämä aiheutti hukkaa, koska osan valmistelujasta toinen asentaja oli toimettona. Tässä vaiheessa arvoa tuottamaton aika oli 160 minuuttia. (Kuva 4.)

(Kuva 4.) Koko rungon läpimenoaika ensimmäisen prosessikaavion jälkeen

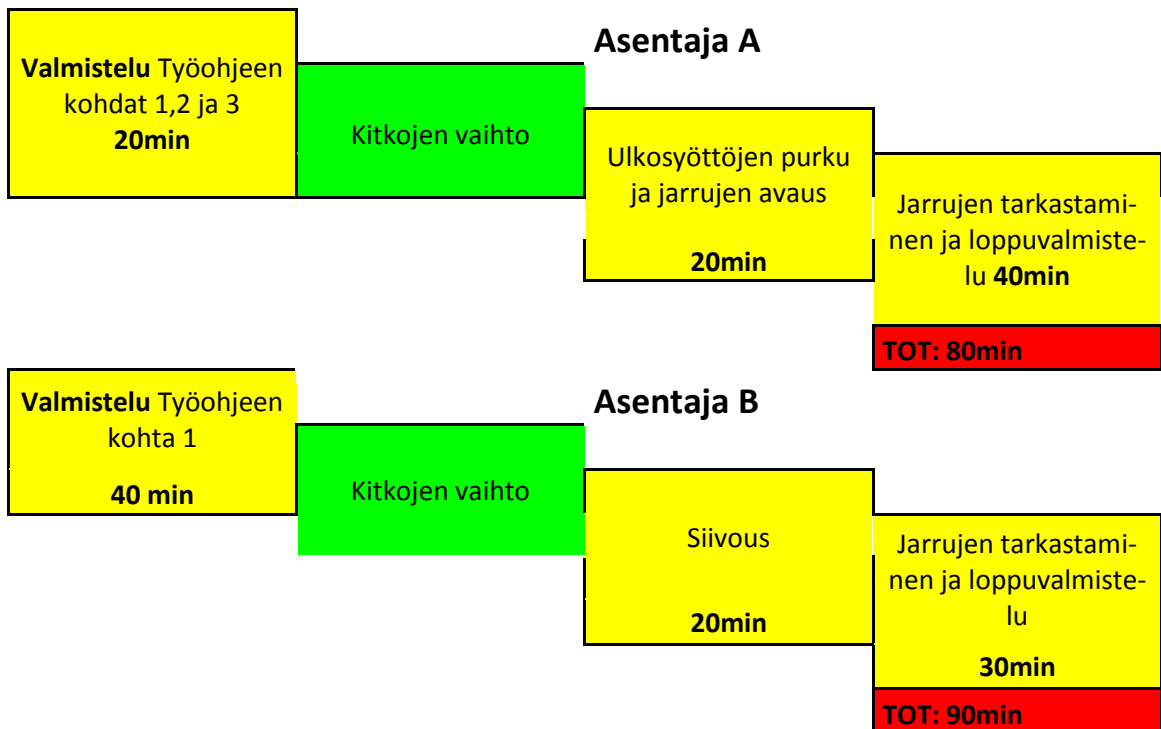


8.4. Lämpimenoaika asentajien roolituksen jälkeen

Asentajien roolitus luotiin parityöskentelystä johtuvan arvoa tuottamattoman ajan poistamiseksi. Asentajien roolitus aloitettiin siten, että asentaja A teki uudistetun prosessi-kaavion (**Liite 3.**) kohdat 1, 2 ja 3. Samaan aikaan asentaja B aloitti tekemään kohtaa 4, eli uusien kitkapalojen paikoilleen vientiä. Kun asentaja A sai valmiiksi kohdat 1, 2 ja 3, siirtyi hän kohtaan 5, eli käytettyjen kitkapalojen uusiin vaihtamiseen. Asentaja B siirtyi myös kohdan 4 valmistuttua vaihtamaan uusia kitkapaloja. Kohdan 5 valmistuttua siirtyi asentaja B tekemään kohtaa 6, eli siirtämään vanhat kitkapalat jätelavalle. Samalla asentaja A ryhtyi tekemään kohtaa 7, eli ulkosyöttöjen purkua ja jarrujen toiminnan tarkastamista.

Roolittamisen avulla saatiin hukka poistettua erittäin tehokkaasti, ja läpimenoaika saatiin pienennettyä mahdollisimman lyhyeksi. Kehityksen loppuvaiheessa koko rungon kitkojen vaihtamisessa syntyi asentajalla hukka-aikaa 90 minuuttia. (Kuva 5.) Ennen suunnitelmallisuutta hukka oli kahden vaunun kitkanvaihdossa noin 60 minuuttia.

(Kuva 5.) Lämpimenoaika työhöjeen ja asentajien roolituksen jälkeen



9 Lopputulokset ja pohdinta

Opinnäytetyössä onnistuttiin hyvin työn standardisoinnissa ja läpimenoajan lyhentämisessä. Asentajat täyttivät heille annettuja seurantalomakkeita erittäin hyvin, ja työhön kuluneesta ajasta saatiin hyvä käsitys.

Prosessikaaviot antoivat tarkan käsityksen tehtävästä työstä ja varaosien uudelleen sijoittelusta. Ensimmäisten työsuoritusten aikana työohjetta kehitettiin ongelmien ja kehitystarpeiden mukaan. Loppuvaiheessa prosessi sujui ilman ongelmia ja työskentelytavat oli vakiintuneet. Näitä tuloksia katsomalla standardisoinnin voidaan sanoa onnistuneen.

Opinnäytetyössä käsiteltiin käytännön tasolla 5S-menetelmää. 5S-menetelmän kaikki kohdat täytettiin niin hyvin kuin yhdessä työprosessissa sen voi tehdä. Lean-filosofian 5S-menetelmässä on viimeisenä mainittu kohta ”säilytä ja sitouta”. Työn aikana huomattiin työntekijöiden sitoutumisen olevan erittäin hyvällä tasolla, mutta säilyttäminen vaatii vielä kehittämistä. Tulevaisuudessa tyhjentyneet kitkalavat ja täyttyneet jätelavat täytyisi saada hakeutumaan omille paikoilleen.

Aikaisemmin hukkaa syntyi kahden vaunun kitkanvaihdossa noin 60 minuuttia. Pahimmassa tapauksessa rungon tullessa seuraavaan VA-huoltoon, kitkoja vaihdettiin taas uudestaan, ja samalla muodostui 60 minuutin hukka valmisteluihin. Suunnitelmallisen kitkanvaihdon jälkeen yhden rungon hukka saatiin minimoitua 90 minuuttiin. Tulosta voisi sanoa vähintäänkin hyväksi verrattuna ennen suunnitelmallisuutta muodostuneeseen hukkaan.

9.1. Työn onnistuminen ja jatkuvuus

Sen jälkeen kun kaikkiin Pendolino-runkoihin oli vaihdettu kitkapalat, huomattiin että palat kuluvat epätasaisesti. Tästä syystä yhdelle rungolle laskettuun 137 000 kilometrin kitkapalojen vaihtoväliin ei päästy.

Yhden rungon sisällä tuli suuria kuluneisuuseroja riippuen siitä, oliko kyseessä käsijarrusylinteri vai ainoastaan käyttöjarrusylinteri. Ensimmäisessä mittauksessa 35 000 kilometrin ajatun matkan jälkeen oli käyttöjarrusylinterin palat kuluneet 3-5 millimetriä. Käsijarrusylinterin palat olivat taas kuluneet samassa ajassa 5-12 millimetriä. Tässä vaiheessa kitkapalojen kesto olisi ollut käyttöjarrusylinterillä 192 000 - 350 000 kilometriä, mikä on huomattavasti enemmän kuin alkuperäinen 137 000 kilometrin laskettu elinikä. Käsijarrusylinterillä kitkapalat olisivat taas kestäneet 80 000 - 192 000 kilometriä.

Pendolino-runkojen välillä oli myös huomattavia eroja kitkapalojen kuluneisuudessa. Pahimmillaan erääseen runkoon jouduttiin vaihtamaan uusia kitkapaloja jo noin 50 000 kilometrin matkan jälkeen. Kyseessä ei ollut kyseisen rungon vaativat matkareitit ja voimakkaat jarrutukset, koska samaan runkoon on sen jälkeenkin jouduttu vaihtamaan kitkoja useasti. Seurannassa on huomattu, että kyseessä on onneksi yksittäistapaus.

Vaihtoprojekti on auttanut huomattavasti talven kunnossapitotilannetta vähentämällä päivittäisiä kitkanvaihtoja. Silti kuluneisuuden suuren vaihtelun takia suunnitelmallista kitkanvaihtoa ei ollut keväällä enää syytä jatkaa. Tällä hetkellä onkin ajankohtaista koota projektin hyvät ja huonot asiat, ja alkaa punnitsemaan toteutetaanko suunnitelmallinen kitkavaihto myös tulevan syksynä.

10 Lähteet

Dennis, P. (2007). Lean Production Simplified. 2. painos. Productivity Press

Helsingin varikon uusi Pendolino-halli valmis, VR Group:n tiedote Sm3 hallin valmistumisesta. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:

http://www.vrgroup.fi/fi/vakiolinkit/VR-konsernitiedottaa/news_406.html, viitattu 23.10.13

Ilmalan ratapihan perusparannus valmistuu, junaliikenteen hermokeskuksen uusiminen loppusuoralla, Liikenneviraston tiedote. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:

<http://news.cision.com/fi/liikennevirasto/r/ilmalan-ratapihan-perusparannus-valmistuu--junaliikenteen-hermokeskuksen-uusiminen-loppusuoralla,c9312287>, viitattu 23.10.13

Ilmalan varikko pistetään uuteen uskoon, Hämeen sanomien uutinen. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:

<http://www.hameensanomat.fi/uutiset/kotimaa/164939-ilmalan-varikko-pistetaan-uuteen-uskoon>, viitattu 23.10.13.

Järviö, Jorma. (2006), Kunnossapito, 3. painos, KP-Media, Kunnossapitoyhdistys ry.

Liker, J.K. (2003). Toyotan tapaan, 1.painos, Readme.fi

Merikallio,L., Haapasalo H. (2009) Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämisskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. [verkkodokumentti].

Saatavissa:

<http://www.lci.fi/sites/default/files/Merikallio%20%26%20Haapasalo%20%282009%29%20Projektituotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20strategiset%20kehitt%C3%A4miskohteet%20kiinteist%C3%B6-%20ja%20rakennusalalla.pdf>

Tuominen, Kari (2010). LEAN- kohti täydellisyyttä: Mitä Toyota ja Lean- yritykset tekevät eri tavalla kuin muut.

Tuominen, Kari, (2010), Lean: Tehoa ja laatua tulosten suunnitteluun ja seurantaan.

Tuominen, Kari, (2010), Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen, Total Productive Maintenance.

VR Group:n tiedote Sm3 hallin valmistumisesta. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:
http://www.vrgroup.fi/fi/vakiolinkit/VR-konsernitiedottaa/news_406.html

VR Group:n vuosiraportti 2012. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:
<http://www.vrgroupraportti.fi/etusivu>

VR historia. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:
http://www.vr-konserni.fi/fi/index/vr_konserni_2/historia.html

Womack, J.P., Jones, D.T . (2003). Lean thinking.

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (1991). The Machine That Changed TheWorld.
HarperPerennial

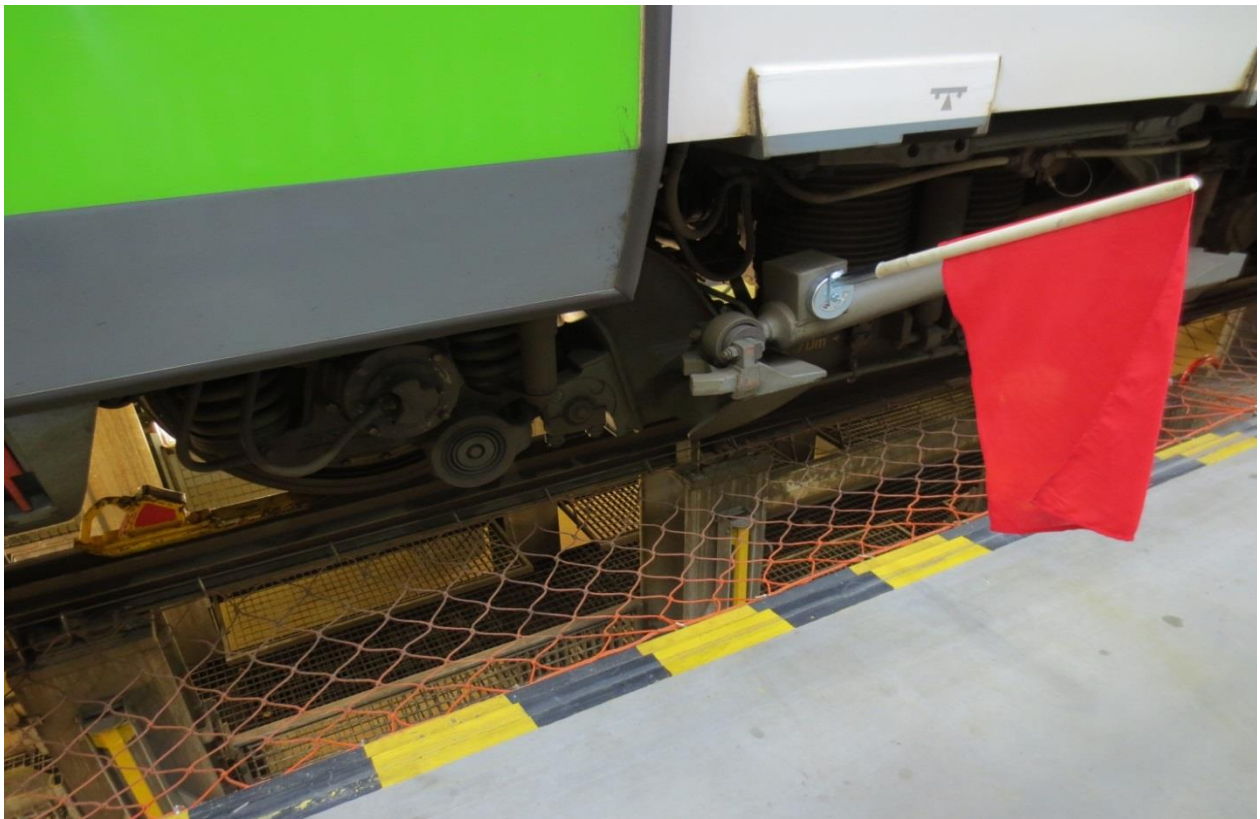
LIITTEET

Liite 1. Työn seurantalomake asentajien käyttöön

| Koko rungon kitkanvaihto | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--|
| Runko: | | | | |
| Työnumero: | | | | |
| Tekijät: | | | | |
| Valmistelu Kohdat 1,2,3 ja 4 | 6 vaunu, kitkanvaihto | 5vaunu kitkanvaihto | 4 vaunu kitkanvaihto | |
| Aika/kohdat 1,2,3 Yht: | 1-teli,aika/min: | 1-teli,aika/min: | 1-teli,aika/min: | |
| Aika/ kohta 4: | 2-teli,aika/min: | 2-teli, aika/min: | 2-teli, aika/min: | |
| Kommentit: | Kommentit: | Kommentit: | Kommentit: | |
| 3 vaunu kitkanvaihto | 2 vaunu kitkanvaihto | 1 vaunu kitkanvaihto | Siivous Kohta 6 | Jarrujen tarkastaminen Kohta 7 ja 8 |
| 2-teli, aika/min: | 2-teli, aika/min: | 2-teli, aika/min: | Aika/kohta 6: | Aika/kohta 7: |
| 1-teli,aika/min: | 1-teli,aika/min: | 1-teli,aika/min: | | Aika/kohta 8: |
| Kommentit: | Kommentit: | Kommentit: | Kommentit: | Kommentit: |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

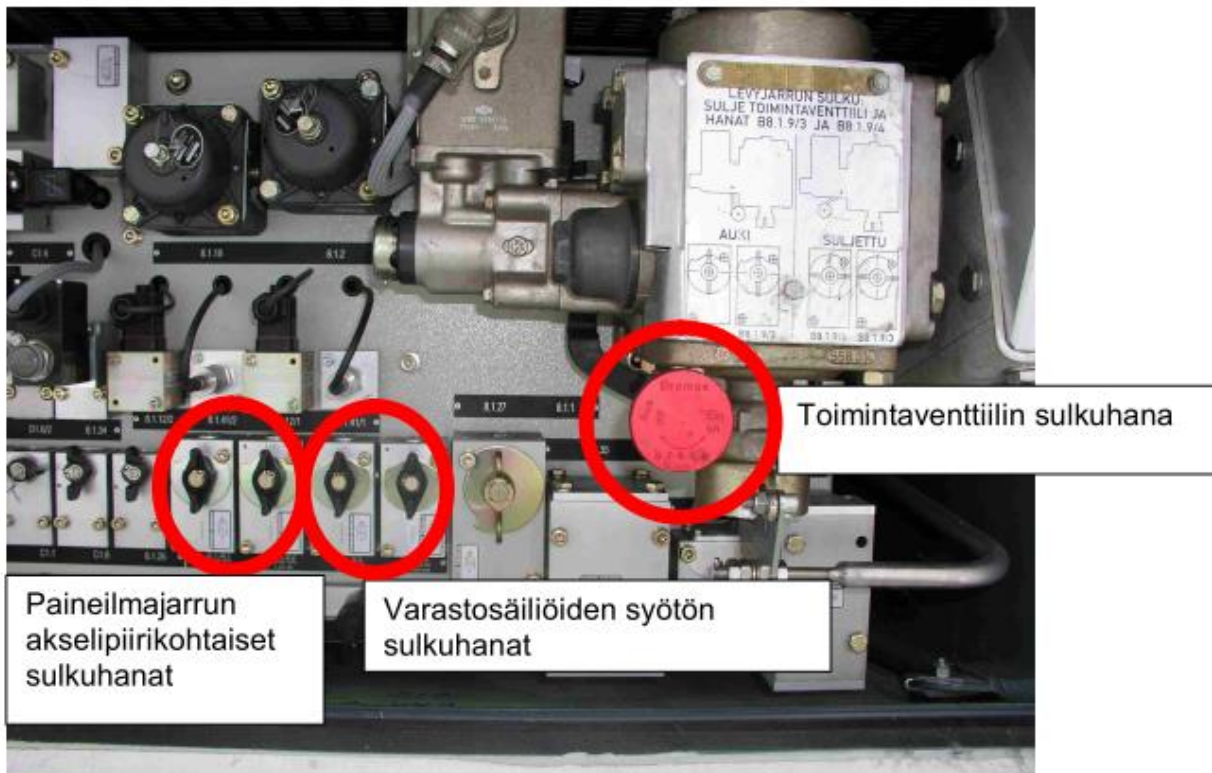
Liite 2. Ensimmäinen prosessikaavio asentajien käyttöön

1. Aukaise pääkatkaisija. Kytke runkoon paineilmasyöttö, 400V ja 110V ulkosyötöt.
2. Laita IM2 vaunun 2-telin alle kaksi jarrukenkää estämään rungon liikkumisen. Laita punalippu 2-telin jarrukenkien puolelle ja yksi lippu molempien ohjaamoiden rappusiin. Laita ohjaamoiden liput ristiin toisistaan katsottuna.

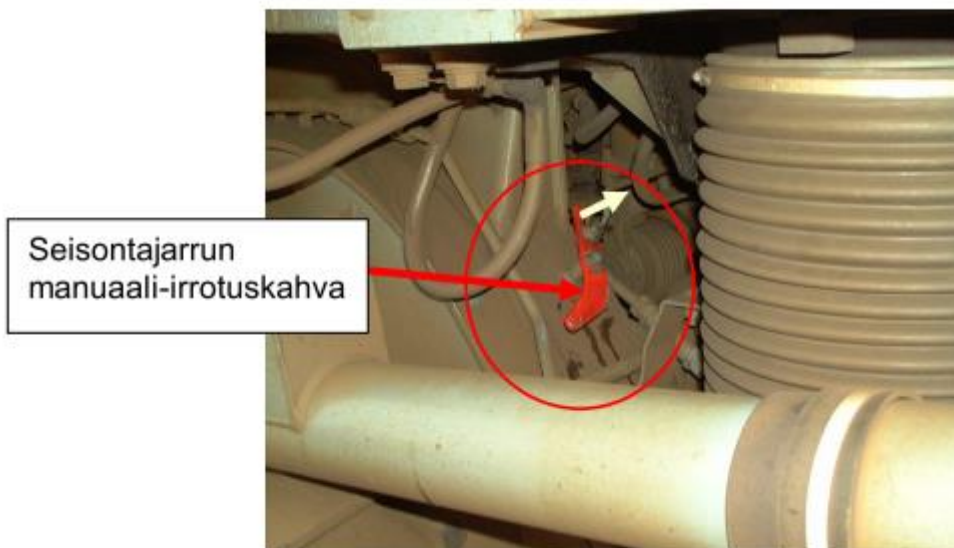


3. Sulje paineilmajarrut jarrukeskukselta jokaisesta vaunusta. Lypsä jarrut auki jokaisesta vaunusta. Vapauta käsijarrujen jousilukitus telissä sijaitsevasta punaisesta kahvasta.

Kuva: Paineilmajarrujen sulkuhanat (jarrukeskuksessa)



Kuva: Seisontajarrun manuaali-irrotuskahva



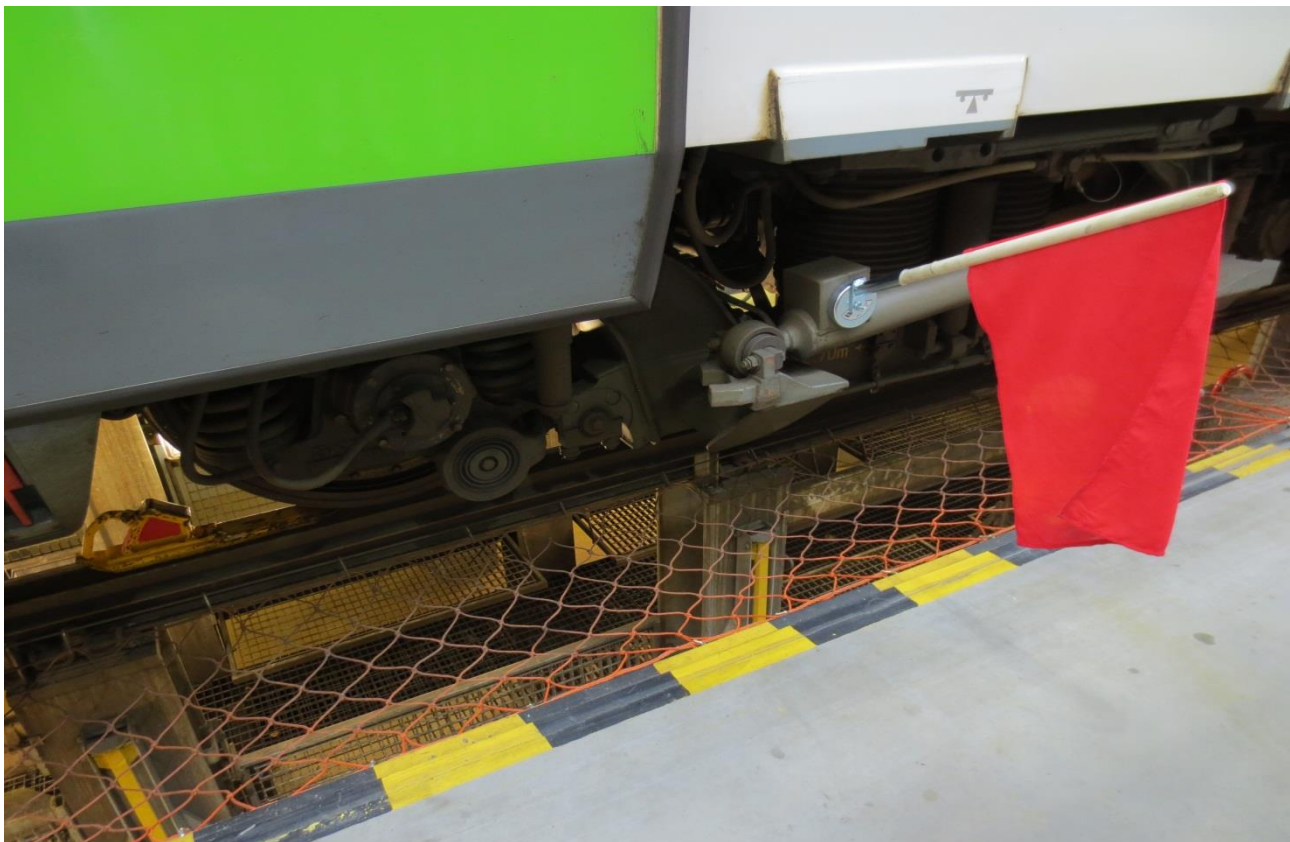
4. Alatasolla on kolme lavaa uusia kitkoja. Ota jokaiselta lavalta kahden vaunun kitkat kerrallaan ja vie ne työtasoille. Kitkojen lukumäärät ja paikat on merkitty työtasoille. Asentaja A vie kitkat paikoilleen ja asentaja B alkaa vaihtamaan 6-vaunun kitkoja.
5. Vaihda kuluneet kitkapalat uusiin. Kaikki kitkapalat on vaihdettava uusiin kuluneisuudesta riippumatta. Säädä lopuksi kitkapalojen etäisyys 5-10mm päähän jarrulevystä.
6. Kerää vanhat kitkapalat työtasoilta ja vie ne jätelavalle. Sininen jätelava sijaitsee 720E-721E välissä keskivaiheilla.
7. Irrota kaikki ulkosyötöt rungosta.
8. Laita juna käyttötilaan. Tarkasta käsijarrusylinterien toiminta. Asentaja A ohjaa ohjaamon napeista käsijarrua päälle/pois ja asentaja B tarkistaa käsijarrusylinterien toimivuuden jokaisesta telistä. Tämän jälkeen tarkistetaan painemajarrujen toiminta ja suoritetaan automaattinen jarrujen koettelu.
9. Poista jarrukengät ja punaliput.
10. Ilmoita työjohtoon työn valmistumisesta ja tuo työmääräin työnjohtajalle.

Liite 3. Prosessikaaviot asentajien roolitusten jälkeen.

Asentaja A työohje koko rungon kitkojen vaihtamiseen

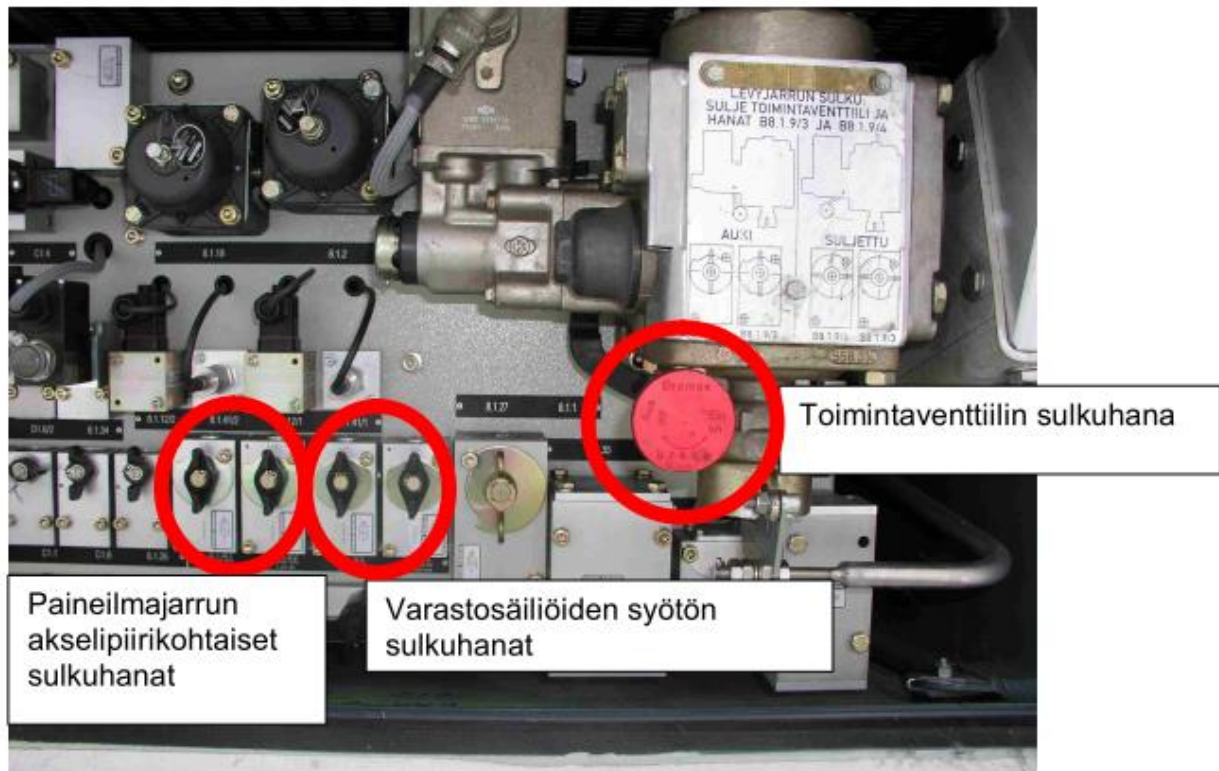
Aukaise pääkatkaisija. Kytke runkoon paineilmasyöttö, 400V ja 110V ulkosyötöt.

1. Laita IM2 vaunun 2-telin alle kaksi jarrukenkää estämään rungon liikkumisen. Laita punalippu 2-telin jarrukenkien puolelle ja yksi lippu molempien ohjaamoiden rappuosiin. Laita ohjaamoiden liput ristiin toisistaan katsottuna.

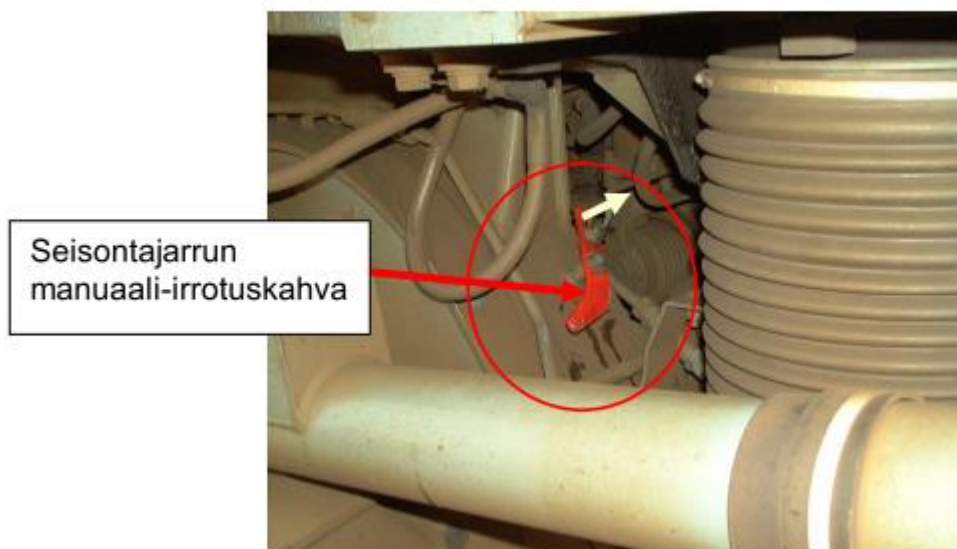


2. Sulje paineilmajarrut jarrukeskukselta jokaisesta vaunusta. Lypsä jarrut auki jokaisesta vaunusta. Vapauta käsijarrujen jousilukitus telissä sijaitsevasta punaisesta kahvasta.

Kuva: Paineilmajarrujen sulkuhanat (jarrukeskuksessa)



Kuva: Seisontajarrun manuaali-irrotuskahva



- Siirry alatasolle vaihtamaan kitkapaloja. Kaikki kitkapalat on vaihdettava uusiin kuluneisuudesta riippumatta. Säädä lopuksi kitkapalojen etäisyys 2-3mm päähän jarrulevystä.

4. Avaa jarrut takaisin käyttöön. Irrota kaikki ulkosyötöt rungosta. Poista jarrukengät ja punaliput.
5. Laita juna käyttötilaan. Tarkasta käsijarrusylinterien toiminta. Asentaja A ohjaa ohjaamon napeista käsijarrua päälle/pois ja asentaja B tarkistaa käsijarrusylinterien toimivuuden jokaisesta telistä. Tämän jälkeen tarkistetaan paineilmajarrujen toiminta ja suoritetaan automaattinen jarrujen koettelu.
6. Ilmoita työjohtoon työn valmistumisesta ja tuo työmääräin työnjohtajalle.

Asentaja B prosessikaavio koko rungon kitkojen vaihtamiseen

1. Alatasolla on kolme lavaa uusia kitkoja. Ota jokaiselta lavalta kahden vaunun kitkat kerrallaan ja vie ne työtasoille. Kitkojen lukumäärät ja paikat on merkitty työtasoille.
2. Siirry vaihtamaan IM2 vaunun kitkapaloja. Kaikki kitkapalat on vaihdettava uusiin kuluneisuudesta riippumatta. Säädä lopuksi kitkapalojen etäisyys 2- 3mm päähän jarrulevystä.
3. Kerää vanhat kitkapalat työtasoilta ja vie ne jätelavalle. Sininen jätelava sijaitsee 720E-721E välissä keskivaiheilla.
4. Siirry IM2 vaunun ohjaamoon, missä on asentaja A. Tarkasta käsijarrusylinterien toiminta. Asentaja A ohjaa ohjaamon napeista käsijarrua päälle/pois ja asentaja B tarkistaa käsijarrusylinterien toimivuuden jokaisesta telistä. Tämän jälkeen tarkistetaan paineilmajarrujen toiminta ja suoritetaan automaattinen jarrujen koettelu.
5. Vie työkalut paikoilleen.
6. Ilmoita työjohtoon työn valmistumisesta ja tuo työmääräin työnjohtajalle