

Roihupellon pikaraitiotievarikon varaston Lean 5S

Škoda Transtech Oy, Service

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2024

Petri Ruuskanen

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Petri Ruuskanen	Opinnäytetyö, AMK	2024
	Sivumäärä	
	20	
Työn nimi		
Roihupellon pikaraitiotievarikon varaston Lean 5S		
Škoda Transtech Oy, Service		
Tutkinto ja koulutusala		
Insinööri (AMK), Konetekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
Škoda Transtech Oy		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyössä tavoitteena oli luoda ehdotus Artic X54 -pikaraitiovaunun yleisimpien kolarikorjauksessa käytettävien varaosien Lean 5S -mukaisesta järjestelystä Roihupellon varikon varastossa kolarikorjausprosessin tehostamiseksi ja korjausaikojen lyhentämiseksi.</p> <p>Työ toteutettiin raitiovaunun keulan yleisimpien kolarikorjauksessa tarvittavien varaosien määrityksellä, osien mitoituksella ja niiden pohjalta varastointiratkaisun suunnittelulla. Työn tavoitteena oli lajitella keulan osat varastointitavan määrittämiseksi, mitoittaa sellaiset osat, joille se on järkevää, suunnitella varastointipaikkojen kokoonpano ja sijainti.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin aikaan ehdotelma varastointipaikkojen sijainnista, kokoonpanosta ja merkitsemisestä. Lisäksi jaettiin tietoa, joka mahdollistaa projektin laajentamisen koskemaan myös muita kuin keulan varaosia.</p>		
Asiasanat		
Pikaraitiovaunu, Varaosa, Kolarikorjaus, Lean 5S, TPM		

Abstract

Author(s) Petri Ruuskanen	Type of Publication Thesis, UAS Number of Pages 20	Published 2024
Title of Publication Lean 5S of Roihupelto tram depot's stock Škoda Transtech Oy, Service		
Degree, Field of Study Engineer (UAS), Mechanical Engineering		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Škoda Transtech Oy		
Abstract <p>The aim of this thesis was to propose a Lean 5S-based system for organising the stock of commonly used spare parts for the front-end collision repair of Artic X54 trams at Škoda Transtech Oy's Roihupelto tram depot. The aim was to improve the efficiency of the collision repair process and reduce repair times.</p> <p>The work started with an exploration of the Lean 5S theory and its application to maintenance and warehouse operations. Subsequently, the current state of the stock was assessed in order to plan new storage locations for the most frequently used spare parts for collision repairs at the Roihupelto tram depot according to Lean 5S principles.</p> <p>The scope of the work was limited to identifying the most frequently required spare parts for the front end collision repair of the Artic X54 tram, designing the stock arrangement for the collision repair spare parts and proposing suitable storage methods. The aim was to ensure the availability of the most common collision repair spare parts, including those for the front end, roof, sides and undercarriage of at least one tram at the Roihupelto depot at all times, thus avoiding delays in collision repairs due to poor parts availability.</p>		
Keywords Tram, Spare part, Collision repair, Lean 5S, TPM		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Škoda Transtech Oy.....	2
2.1	Yritysesittely ja toimipisteet.....	2
2.2	Artic X54 –pikaraitiovaunu.....	2
3	TPM – Tuottava kunnossapito	4
3.1	TPM käsitteenä ja sen historia.....	4
3.2	Lean-ajattelu osana TPM:ää.....	4
3.3	TPM prosessimalli – Volvo	5
3.4	TPM:n taloudellinen hyöty	5
4	Lean 5S.....	6
4.1	5S-prosessi	6
4.1.1	Seiri (lajittele).....	7
4.1.2	Seiton (järjestä)	7
4.1.3	Seiso (puhdistu).....	8
4.1.4	Seiketsu (standardoi).....	8
4.1.5	Shitsuke (ylläpidä)	8
4.2	5S:n mittaaminen	8
5	Prosessin kuvaus.....	10
5.1	Roihupellon varikon varasto	10
5.2	Varaston alkutilanne	10
5.3	Lean System -toiminnanohjausjärjestelmä	12
5.4	Kolarikorjausvaraosat.....	13
5.5	Kolarikorjausvaraosien läpikäynti ja mitoitus.....	14
5.5.1	Suuret lasit	14
5.5.2	Pitkät tai muuten hankalan muotoiset varaosat.....	14
5.5.3	Normaalissa varastohyllyssä säilytettävät varaosat	15
5.5.4	Paneelihyllyssä säilytettävät varaosat.....	15
6	Tulokset.....	17
6.1	Ratkaisu ja ehdotus varastointipaikkojen kokoonpanosta	17
6.2	Ehdotus paneelihyllyistä ja merkintätavasta	17
6.3	Ehdotus varastointialueista.....	18
7	Yhteenveto ja pohdinta	19
	Lähteet	20

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä aiheena on Roihupellon pikaraitiotievarikon varaston järjestäminen Lean 5S -periaatteen mukaisesti yleisimmin kolarikorjauksissa tarvittavien varaosien osalta kolarikorjausprosessin tehostamiseksi ja korjausaikojen lyhentämiseksi. Opinnäytetyö on toiminnallinen ja tehtiin kiskokalustovalmistaja Škoda Transtech Oy:lle.

Opinnäytetyön tietopohjassa tutkitaan Lean 5S:n teoriaa ja tutustutaan Lean-periaatteiden sovellukseen kunnossapito- ja varastointitoiminnoissa. Tietopohjassa käsitellään myös TPM, eli Total Productive Maintenance -prosessia, johon myös Lean 5S kuuluu.

Työn tavoitteena on käydä läpi varaston nykytilannetta ja suunnitella yleisimmille kolarikorjauksissa tarvittaville varaosille uudet varastointipaikat Roihupellon pikaraitiotievarikon varastoon Lean 5S -periaatteen mukaisesti. Tämä tehdään kolarikorjausprosessin tehostamiseksi ja korjausaikojen lyhentämiseksi. Työn laajuus on rajattu käsittämään vain yleisimpien kolarikorjauksissa tarvittavien varaosien kartoittamisen Artic X54 -pikaraitiovaunun keulan osalta, varaston järjestyksen suunnittelun kolarikorjausvaraosien osalta ja ehdotuksen sopivasta varastointitavasta.

Tavoitteena on, että yleisimpiä kolarikorjauksessa käytettäviä varaosia on aina saatavilla suoraan Roihupellon varikolla vähintään yhden vaunun keulan, katon, kylkien ja alustan verran. Tällöin ei synny tilannetta, jossa kolarikorjaus venyisi varaosien huonon saatavuuden vuoksi.

2 Škoda Transtech Oy

2.1 Yritysesittely ja toimipisteet

Škoda Transtech Oy on suomalainen vuonna 1985 perustettu lukuisia omistajanvaihdoksia läpi käynyt kiskokalustovalmistaja, joka valmistaa raitiovaunuja, raskaan raideliikenteen vaunuja sekä konepajatuotteita. Vuonna 2015 Transtech Oy:stä tuli osa tšekkiläistä Škoda Transportationia ja nimi muutettiin Škoda Transtech Oy:ksi. Tällä hetkellä Škoda Transtech Oy on osa PPF Groupia ja Škoda Transportationin Region North osastoa, toimitusjohtajana toimii Juha Vierros. Lisäksi Škoda Transtech Oy:n toiminta-alueeseen kuuluu nykyään kiskokaluston ja konepajatuotteiden valmistuksen lisäksi myös Full Service & Maintenance -liiketoimintaa, sekä Smart Digital Services -liiketoimintaa. (Skodagroup.)

Škoda Transtech Oy:llä on pääkonttori Oulussa ja tehdas Kajaanin Otanmäessä. Helsingissä on Artic X54 -pikaraitiovaunujen huoltotoimintaa Roihupellon varikolla, Artic X34 -raitiovaunujen huoltotoimintaa Koskelan ja Vallilan varikoilla, sekä VR:n kiskokaluston huoltotoimintaa Ilmalan varikolla. Tampereella taas on Artic X34 -raitiovaunujen huoltotoimintaa. Lisäksi toimistoja löytyy Helsingistä, Tampereelta ja Sundbybergistä Ruotsista. (Skodagroup.)

2.2 Artic X54 –pikaraitiovaunu

Vuoden 2016 lopulla solmittiin Škoda Transtech Oy:n ja Pääkaupunkiseudun kaupunkiliikenne Oy:n välillä toimitussopimus koskien raitiovaunujen toimittamista tulevalle linjalle nro. 15 eli Raide-Jokeriin, joka on uusi 25 kilometrin mittainen ja 34 pysäkkiä sisältävä reitti Helsingin Itäkeskuksesta Espoon Keilaniemeen. Raide-Jokeri korvasi Helsingin vilkkaimmin liikennöidyn bussilinjan 550, ja liikennöinti alkoi 21.10.2023. Škoda Transtech Oy toimittaa Raide-Jokeriin yhteensä 29 Artic X54 -pikaraitiovaunua, joista on toimitettu kirjoitus-hetkellä 19 kappaletta. Lisäksi Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy on tilannut 23 Artic X54 -pikaraitiovaunua tulevalle 10 kilometrin mittaiselle Kruunusillat reitille, joka tulee kulkemaan Helsingin keskustan ja Laajasalon välillä. (Skodagroup.)

Artic X54 -pikaraitiovaunu on 34 metriä pitkä, 2,42 metriä leveä, 4 metriä korkea ja raideleveys on 1000 mm. Huippunopeus on 80 kilometriä tunnissa ja vaunu toimii kantakaupungin 600 voltin tai Raide-Jokerin 750 voltin tasajännitteellä operoitavissa ajosähköjärjestelmissä. Vaunussa on ohjaamo ja virroitin molemmissa päissä, kääntyvät telit ja mahdollisuus kasvattaa vaunumoduulien määrää alkuperäisestä viidestä jopa seitsemään. Lisäksi vaunussa on niiausjärjestelmä, joka mahdollistaa liikuntarajoitteisten matkustajien nousemisen kyytiin

pysäkeiltä ilman kynnyksiä. Kuvassa 1 näkyy Artic X54 -pikaraitiovaunun keula, jonka osia työn prosessivaiheessa käsitellään. (Skodagroup.)



Kuva 1. Artic X54 -pikaraitiovaunu (Skodagroup)

3 TPM – Tuottava kunnossapito

3.1 TPM käsitteenä ja sen historia

TPM on lyhenne termistä ”Total Productive Maintenance” ja se on kokonaisnäkemys siitä, miten kunnossapito vaikuttaa tuotantoon. Yritysten johdon katsontakulmasta se on yksi työkaluista, samoin kuin esimerkiksi laatujohtaminen. (Laine 2010, 41.)

TPM on kiinteä osa yrityksen liiketoimintaprosesseja, jotka liittyvät koneiden, laitteiden ja muiden varusteiden (esimerkiksi varaosien) käyttöön. Näitä resursseja hyödynnetään yrityksen toiminnassa, niiden hankinta, huolto ja kunnossapito ovat olennainen osa näitä liiketoimintaprosesseja. (Tuominen 2010, 8.)

TPM on kehittynyt Japanissa, mutta se on levinnyt ympäri maailman erilaisina sovellutuksina. Tämän käsitteen merkittävin edistäjä on Japan Institute of Plant Maintenance eli JIPM, joka on voittoa tavoittelematon organisaatio. Aiheesta on kirjoitettu useita kirjoja. Japanissa jaetaan vuosittain TPM-palkinto, jonka ensimmäinen pohjoismainen voittaja oli Volvo. (Tuominen 2010, 8.)

3.2 Lean-ajattelu osana TPM:ää

Lean on osa TPM-prosessia ja kuvastaa tehokasta resurssien käyttöä. Lean sisältää turhien asioiden tai toimintojen poistamista, sekä hukkien minimointia. Hukka määritellään lean ajattelussa kaikiksi toiminnoiksi, jotka lisäävät tuotteen tai palvelun kustannuksia asiakkaan näkökulmasta ilman tuotteen tai palvelun arvon kasvamista. (Mostafa 2015, 238.)

Leanin pääasiallinen tavoite on tuotantokustannusten alentaminen, tuotannon läpimenoajan lyhentäminen ja tehokkuuden lisääminen. Sana Lean viittaa tehokkaaseen ja vahvaan, sekä ohueen ja hyväkuntoiseen. Sen on tarkoitus antaa organisaatiolle nämä ominaisuudet, tästä tulee leanin ydinajatus: Niin sanotun ”jätteen” eli hukkien poistaminen. (Ramakrishnan & Nallusamy 2017, 295–296.)

Lean-ajattelu pohjautuu TPS eli ”Toyota Production system” -järjestelmään. Se kehitettiin Shigeo Shingon ja Taiichi Ohnon toimesta 1940-luvulla Japanissa Toyotan eli entisen Toyodan tehtaalla. Lean on ensisijaisesti filosofia ja elämäntapa, vaikka se tunnetaankin parhaiten sen työkaluista. (Baluch, Abdullah & Mohtar 2012, 853.)

3.3 TPM prosessimalli – Volvo

Yksi TPM -prosessimalleista on Volvon toteuttama malli. Tämä taulukossa 1 esitetty malli sisältää kaksi isoa päävaihetta, kehitys- ja toteutusvaiheen. Näiden isompien päävaiheiden sisällä on kaksitoista pienempää vaihetta. (Laine 2010, 69.)

Vaihe	Askel	Kuvaus
TPM käynnistys	1. Ilmoita ylimmän johdon päätös lähteä TPM projektiin	Kuvaus TPM:stä johdon ilmoittamana yrityksen tiedotusvälineessä tai henkilöstökokouksen yhteydessä
	2. Käynnistä tiedotus ja koulutuskampanja TPM:stä	Johtajat: Seminaareja ja work-shopeja Yleisesti: Kalvoesitys
	3. Luo organisaatio levittämään TPM tietoutta	Luo TPM ryhmiä organisaation eri tasoille kertomaan TPM:n eduista; perusta tiedotuskeskus ja nimeä henkilöstö
	4. Luo TPM ohjelman perusteet ja tavoitteet	Analysoi nykyinen tilanne; aseta tavoitteet; arvioi potentiaali
	5. Luo TPM kehittymisen kokonaissuunnitelma tuleviksi vuosiksi	Valmistelee yksityiskohtaiset suunnitelmat viidelle sisäajonvaiheen kohdalle
Sisäajonvaiheen Kick-Off	6. Järjestä TPM Kick-Off	Kutsu asiakkaita, yhteistyökumppaneita ja alihankkijoita
TPM Sisäajonvaihe	7. Nosta jokaisen tuotantolaitteen tehokkuutta	Valitse pilottikohde; muodosta projektitiimit
	8. Kehitä itseohjautuva huoltojärjestelmä	Kampanjoi Seitsemää askelta; kehitä tarkastustaitoja ja luo työntekijöille sertifiointiohjelma
	9. Kehitä määräaikaishuoltojärjestelmä huolto-osastolle	Käytä RCM metodia ohjelman luomisessa ja huomioi varaosajärjestelmä, työkalut, toimintamallit ja aikataulut
	10. Kehitä työntekijöiden käynnissäpito-osaamista	Kouluta tiimivalmentajat yhdessä; valmentajat kouluttavat oman tiiminsä muut jäsenet
	11. Kehitä uuslaitehankinnan prosessia	Huollettavuuden ja luotettavuuden huomioiminen jo laitteiden suunnitteluvaiheessa (teroteknologia); käyttöönoton valvonta, LCC/LCP analyysi
TPM Vakiinnuttamisvaihe	12. Nosta TPM tavoitteita ja johda kohti maailmanmestaruutta	Arvioi suhteessa PM palkintoon; aseta korkeampia tavoitteita

Taulukko 1. Volvon TPM-mallin askeleiden kuvaukset (Laine 2010, 69)

3.4 TPM:n taloudellinen hyöty

TPM kehitysprosessina vaatii alussa merkittäviäkin investointeja. Kasvavat kustannukset liittyvät pääasiassa koulutukseen, konsultointiin ja laitteiden parannuksiin. Usein ensimmäisenä vuonna kustannukset nousevat ilman välittömiä lisätuottoja. Hyödyt alkavat yleensä näkyä toisena ja kolmantena vuonna, eikä tuottavuuden parantamiseen tähtäävän toiminnan tarvitse suinkaan loppua siihen. (Laine 2010, 87.)

TPM-ajatteluun liittyy olennaisesti elinikäituottoajattelu, eli Life Cycle Profit (LCP), joka korostaa pitkän aikavälin näkökulmaa. Investointivaiheessa on tärkeää harkita toiminnan kannattavuutta jopa yli 10 vuoden päähän, edes jokin laskelma perustuen parhaaseen arvioon tulevaisuudesta on parempi kuin tunnepohjainen päätöksenteko. (Laine 2010, 88.)

4 Lean 5S

4.1 5S-prosessi

Lean 5S on nimitys kehitysprosessille, jolla tavoitellaan siisteyden ja järjestyksen parantamista. 5S-nimitys tulee siitä, että kaikkien kuviossa 1 näkyvien kehitysprosessin vaiheiden nimet alkavat s-kirjaimella. Lean 5S -menetelmä on peräisin Japanista, mutta myös Englannin kielelle käännettynä vaiheiden nimien muotoilu on pysynyt samanlaisena. (Laine 2010, 81–82.)



Kuvio 1. (Visual Workplace)

4.1.1 Seiri (lajittele)

Ensimmäinen 5S-prosessin vaiheista on lajittelu. Tavoitteena on poistaa esimerkiksi työskentelytiloista tai varastoalueelta kaikki ylimääräiset tavarat, työkalut ja materiaalit. Tai ainakin siirtää ne erikseen määritellylle alueelle, jossa ne eivät ole tiellä. (Laine 2010, 83.)

Lajitteluprosessin toteuttamisen aikana on hyvä pohtia esimerkiksi seuraavia kysymyksiä: Kuka tarvitsee? Miksi tarvitaan? Milloin viimeksi tarvitsin? Kuinka usein tarvitaan? Näiden kysymysten perusteella saadaan lajiteltua tavarat, työkalut ja materiaalit tarpeellisiin ja tarpeettomiin. (Filip & Marascu-Klein 2015, 3.)

Erikseen määritellylle alueelle pois tieltä siirretyt materiaalit tulee käydä läpi säännöllisin väliajoin ja poistaa lopullisesti sellaiset materiaalit, joita ei varmasti tulla käyttämään tai jotka ovat esimerkiksi vaurioituneita. (Laine 2010, 83.)

4.1.2 Seiton (järjestä)

Toinen 5S-prosessin vaiheista on järjestely. Tavoitteena on määrittää esimerkiksi työskentelytiloissa tai varastoalueella kaikille tarpeellisille materiaaleille, välineille ja tarvikkeille omat sijoituspaikat. Ideana on sijoittaa tavarat niin, että ne ovat mahdollisimmat helposti saatavilla. (Laine 2010, 83.)

Harvoin ja satunnaisesti käytetyt asiat on syytä säilyttää käyttöalueen ulkopuolella, jossa ne eivät ole tiellä. Etäisyys ja sijainti työpisteestä on riippuvainen siitä, kuinka tiheästi materiaaleja, työvälineitä ja tarvikkeita käytetään. (Filip & Marascu-Klein 2015, 3.)

Lisäksi on suotavaa visualisoida työskentelytiloja ja varastoaluetta esimerkiksi kylteillä tai muulla selkeällä tunnisteella. Esimerkiksi varaosat voidaan merkitä varaosnumeroilla varastohyllyn reunaan ja työkalut oikeilla nimillään työkaluhyllyihin. Järjestelyn jälkeen on hyvä luoda kartta tavaroiden sijainnista. (Laine 2010, 83.)

Kiiretilanteessa onnistunut järjestely maksaa itsensä takaisin, eivätkä kaikki tavarat ole taas uudestaan tietyn tavarantyyppien etsinnän jäljiltä sekaisin. Tämä myös tuo ajallista säästöä esimerkiksi korjaustoimien aloitukseen. (Laine 2010, 83.)

4.1.3 Seiso (puhdistusta)

Kolmas 5S-prosessin vaiheista on puhdistaminen. Tavoitteena on pitää työympäristö puhtaana ja siistinä. Koneet ja laitteet ovat siistissä kunnossa, eivätkä esimerkiksi varastossa olevat varaosat ole pölyn peitossa tai muuten likaisia. Tämä tuo ajallista säästöä esimerkiksi korjaustoimissa, varaosia ei tarvitse puhdistaa erikseen ainakaan niin syvällisesti ennen asennusta, tai työkaluja putsata korjattavan kohteen likaantumisvaaran vuoksi. (Laine 2010, 83.)

Säännöllinen siivous mahdollistaa paremman häiriön lähteiden tunnistamisen, sekä puhtauden ylläpitämisen. Korkea laatu voidaan saavuttaa vain puhtaassa työympäristössä. (Filip & Marascu-Klein 2015, 3.)

4.1.4 Seiketsu (standardoi)

Neljäs 5S-prosessin vaiheista on standardointi. Tavoitteena on vakioida edellisen 5S:n kolmen vaiheen tulokset, tätä voidaan seurata esimerkiksi viikoittaisten tarkastusten avulla. (Laine 2010, 84.)

Jos parannettavaa tai muutettavaa löytyy, myös tämä pitää tuoda kaikkien tiloissa työskentelevien tietoon päivittämällä ohjeistusta. Tiloissa työskentelevien kanssa voidaan myös tehdä esimerkiksi dokumentti, jossa yhdessä sovitaan näitä ohjeita noudatettavaksi. (Laine 2010, 84.)

4.1.5 Shitsuke (ylläpidä)

Viides 5S-prosessin vaiheista on ylläpito. Tavoitteena on ylläpitää saavutettu siisteyden- ja järjestyksen taso myös tulevaisuudessa. (Laine 2010, 84.)

Ylläpitäminen edellyttää esimerkiksi: Sääntöjen noudattamisen näkyvää valvontaa 5S-tarkastuslistan ja tarkastuksien avulla, 5S-standardien päivittämistä säännöllisesti, välittömiä toimenpiteitä havaittaessa poikkeamia, sekä työntekijöiden johdonmukaista ohjeistamista. (Filip & Marascu-Klein 2015, 4.)

4.2 5S:n mittaaminen

Työterveyslaitos kehitti aikoinaan Siisteys- ja järjestysindeksin, yksinkertaisen mittarin siisteyden ja järjestyksen arvioimiseksi työpaikoilla. Indeksi on helppo ja nopea toteuttaa,

samalla tarjoten luotettavan kuvan järjestyksen tasosta tarkastushetkellä. (Laine 2010, 84–85.)

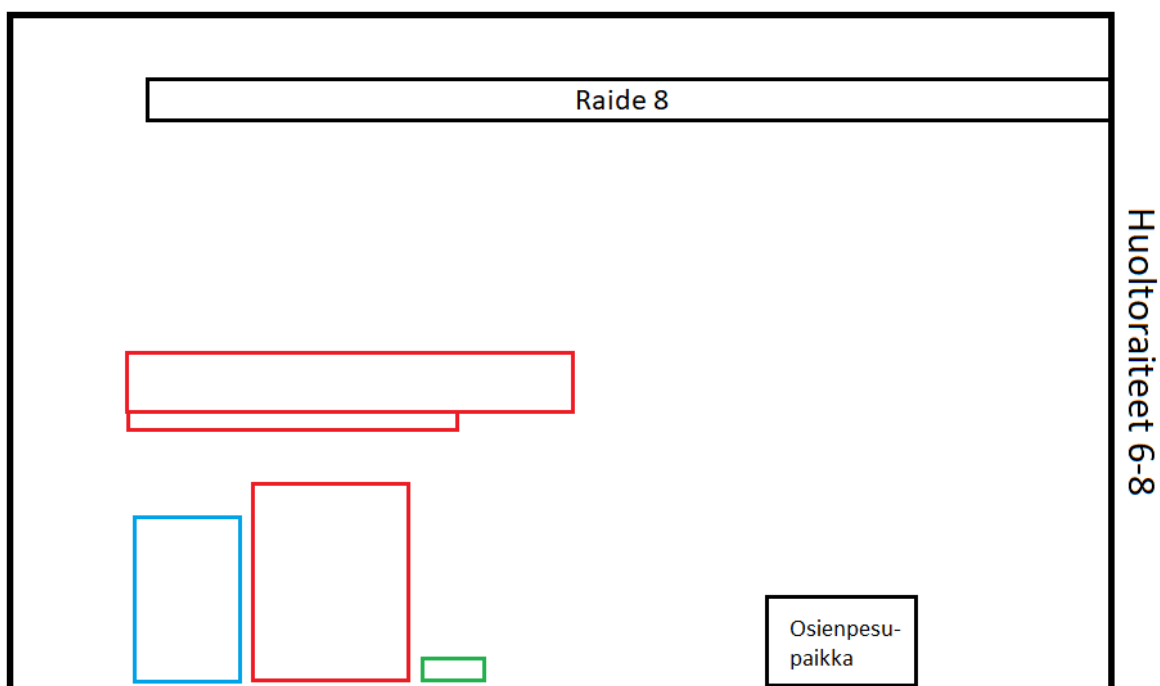
Prosessi alkaa määrittelemällä hyvän järjestyksen tunnuspiirteet yhteistyössä työpaikan henkilöstön kanssa, keskittyen turvallisuuteen ja työn sujuvuuteen. Tämän pohjalta laaditaan yhdessä työpaikkakohtaiset siisteys- ja järjestysohjeet. (Laine 2010, 84–85.)

Tarkastuksissa käydään läpi ohjeissa määritellyt mittauspisteet ja jokaisesta kohteesta merkitään rasti ruutuun oikein tai väärin. Sen jälkeen lasketaan oikein merkittyjen ruutujen prosenttiosuus mittauspisteistä, josta muodostuu Siisteys- ja järjestysindeksi mittaushetkellä. Aluksi mittauksia tehdään 1–2 viikon välein, mutta kun toiminta vakiintuu esimerkiksi kolmen viikon välein suoritettava mittaus riittää. (Laine 2010, 84–85.)

5 Prosessin kuvaus

5.1 Roihupellon varikon varasto

Roihupellon varikon varaosavaraston kanssa samassa hallissa sijaitsevat huoltoraiteet 6, 7 ja 8. Varastoalue rajautuu pitkittäissuunnassa huoltoraiteisiin ja sivuttaissuunnassa raiteeseen 8, jota käytetään telien korjaukseen ja pesuun. Alla olevassa pohjakuvassa eli kuvassa 2 on ilmaistu asentajien kirjauskoppi sinisellä värillä, työkonehylly vihreällä värillä ja kiinteät varastohyllyt punaisella värillä.



Kuva 2. Varaston pohjakuva nykyisellään

5.2 Varaston alkutilanne

Varaston nykytilanteen tarkastelu kolarikorjauksissa yleisimmin tarvittujen varaosien suhteen paljasti sen olevan melko sekava. Osat sijaitsevat osittain normaaleilla varastopaikoilla, osittain varaston lattialla laatikoissa ja jopa yrityksen muissa varastotiloissa Helsingissä, kuten on nähtävissä kuvista 3, 4 ja 5.



Kuva 3. Varasto 16.1.2024



Kuva 4



Kuva 5

Kuva 4. Ulkopaneeleita varastoituna kuljetuslaatikoissaan 19.3.2024

Kuva 5. Keulapaneeleita ja muita varaosia varastoituna kuljetuslaatikoissaan 19.3.2024

5.3 Lean System -toiminnanohjausjärjestelmä

Lean System -toiminnanohjausjärjestelmä on Suomalaisen yrityksille digitaalisia ratkaisuita tarjoavan Roima Intelligencen ratkaisu valmistavan teollisuuden toiminnanohjaukseen. Sen avulla voidaan integroida ja automatisoida kaikkien eri toimintojen tarvitsemat tilaus-toimitusketjuun liittyvät prosessit yhden järjestelmän alle. (Roima Intelligence.)

Škoda Transtech käyttää tätä ratkaisua toiminnoissaan aina tuotteiden valmistuksesta huoltoon ja kunnossapitoon. Lean System -toiminnanohjausjärjestelmän lisäksi Service toiminnassa on käytössä dokumenttienhallintajärjestelmä Sovelia, raitiovaunujen 3d-mallit soveluksessa Navisworks ja työajan seurantajärjestelmä Timecon.

Toiminnanohjausjärjestelmässä voidaan luoda työ ja määrittää työlle varaosat, näin toimitaan esimerkiksi kolarikorjausten suhteen, joihin tässä opinnäytetyössä keskitytään. Korjauksen edetessä voidaan työlle lisätä tietoja, muokata varaosia ja lopuksi lisätä käytetty resurssi.

Työlle lisätyt varaosat näkyvät alla olevan esimerkin mukaisesti taulukossa 2. Listauksesta voidaan nähdä suoraan muun muassa nimiketunnus, nimikkeen piirustusrevisio, varaosan saatavuus, nimikkeen nimi, nimikkeen tyyppi, tila, päivämäärä, määrä, määrän yksikkö ja varaosan sijaintitiedot.

Nim.tunnus	Nim.piirustusrev.	Osan tun...	M1	M2	i	t	d	h	Sn	Nim.nimi (pitkä)	Nim.tyyppi	Tila	Tyyppi	Pvm	Määrä	Yks.	Varasto	Var.pka
00			●	●	i				S	Vaimennin, GHE-90 - 260		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	2	kpl	ROIHUPELTO	
00			●	●	i					Sivuvilkku, oikea, Hella 2BA 013 335-101, AMP-liitin v		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	2	kpl	AS-KL	RD2D
00			●	●	i					Sivuvilkku, vasen, Hella 2BA 013 335-091, AMP-liitin v		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	2	kpl	ROIHUPELTO	RD2D
00			●	●	i					Kiilanauha, Finnprofiles, EPDM 80 sh		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	13	m	ROIHUPELTO	RD4A
B			●	●	i					Johtosarja, Johtosarja, vaunu A/B, hinausliitin vasen		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	
E			●	●	i				S	Laitellevy, +RECD.31.1		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	
00			●	●	i					Ohjaustangot, Kokoonpano		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	AS-KL	KL-MASSA
00			●	●	i				S	Tuulilasi, Windscreen middle glass		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	AS-KL	KL-MASSA
00			●	●	i				S	Tuulilasi, Windscreen right glass		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	AS-KL	
00			●	●	i					Ikkunatiiviste, Sivulasi, sivu 1, A ja B-vaunu		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	RK12D
00			●	●	i					Ikkunatiiviste, Tuulilasi, A ja B-vaunu		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	RK12D
B			●	●	i				S	Teräspuskuri, Teräspuskuri		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	KET_OM	
00			●	●	i					Kumipuskuri		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	
A			●	●	i					Paneeli, Lower wall panel 11, Equipped		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	AS-KL	
00			●	●	i					Keulapaneeli, Pyyhinpaneeli		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	AS-KL	
A			●	●	i					Keulapaneeli, A-pilari, oikea		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	AS-KL	
00			●	●	i					Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, yläkiinn		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	RC6C
00			●	●	i					Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, etukiinn		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	RC4C
00			●	●	i					Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli, etualakiinnike		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	2	kpl	ROIHUPELTO	RC4C
A			●	●	i					Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli, etualakiinnike		Suunniteltu	Varaus työlle	07.03.24	1	kpl	ROIHUPELTO	RC4C

Taulukko 2. Lean System -näkyvä erään kolarikorjauksen varaosista

5.4 Kolarikorjausvaraosat

Taulukossa 3 on esitetty yleisimmät kolarikorjauksissa tarvittavat varaosat keula-alueen osalta. Taulukko on muodostettu tutkimalla useampaa jo tehtyä kolarikorjausta ja niissä tarvittuja varaosia.

KEULA	
Keskiosa	
Nimi	Määrä
Tuulilasi, Windscreen middle glass	1
Tuulilasi, Windscreen left glass	1
Tuulilasi, Windscreen right glass	1
Keulapaneeli, A-pilari, oikea	1
Keulapaneeli, A-pilari, vasen	1
Keulapaneeli, Pyyhinpaneeli	1
Keulapaneeli, Keulaluukku	1
Merkinnät, Valmistajan logo ŠKODA, Ø146 mm	1
Kumipuskuri	1
Teräspuskuri, Teräspuskuri	1
Keulapaneeli, Välipaneeli	1
Keulapaneeli, Ajovalopaneelin varustelu, oikea	1
Keulapaneeli, Ajovalopaneelin varustelu, vasen	1
Keulapaneeli, Vetokytkimenluukku, esivarustelu	1
Sivut	
Nimi	Määrä
Keulapaneeli, Sivupaneeli, 1- puoli, esivarustelu	1
Keulapaneeli, Sivupaneeli, 2- puoli, esivarustelu	1
Merkinnät, kiveniskusuoja, keulapaneeli	1
Sivuvilkku, oikea, Hella 2BA 013 335-101, AMP-liitin vilkun rungossa	2
Sivuvilkku, vasen, Hella 2BA 013 335-091, AMP-liitin vilkun rungossa	2
Aluskumi, Etuvilkun aluskumi,	2
Kiinnikkeet	
Nimi	Määrä
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, yläkiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, etukiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli, etualakiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, etualakiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli, taka-alakiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 2-puoli, yläkiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneelin 2-puoli, etukiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 2-puoli, etualakiinnike	1
Tiivisteet	
Nimi	Määrä
Ikkunatiiviste, Tuulilasi, A ja B-vaunu	1
Ikkunatiiviste, Sivulasi, sivu 2, A ja B-vaunu	1
Ikkunatiiviste, Sivulasi, sivu 1, A ja B-vaunu	1

Taulukko 3. Kolarikorjauksessa yleisimmin tarvittavien osien listaus, keula

5.5 Kolarikorjausvaraosien läpikäynti ja mitoitus

Keula-alueen kolarikorjauksissa yleisimmin käytetyt varaosat käytiin läpi ja silmämääräisellä tarkastelulla valittiin taulukosta varaosat, joiden mitat ovat järkevää selvittää, jotta voidaan määrittää varaosille sopiva varastointitapa. Tässä käytettiin avuksi Sovelia -dokumenttienhallintaohjelmaa, johon on tallennettu tekniset piirustukset kaikista käytössä olevista varaosista.

5.5.1 Suuret lasit

Todettiin ettei kaikkia varaosia ole järkevää tai tarkoituksenmukaista sijoittaa erilliseen varastohyllyyn. Keulan osista taulukossa 4 esitetyt ja usein tarvittavat tuulilasit ovat painavia, vaikeasti siirrettäviä, eikä niiden turhaan liikutteluun ei kannata käyttää ylimääräistä työaikaa. Tuulilasit ovat siis järkevintä säilyttää kuljetuslaatikoissaan, mutta kuljetuslaatikoihin tulee selkeästi merkitä laatikossa olevan varaosan nimiketunnus.

Suuret lasit		Max leveys (mm)	Max pituus (mm)	Max korkeus (mm)
Tuulilasi, Windscreen middle glass	1	1670	381	1679
Tuulilasi, Windscreen left glass	1	983	119	1667
Tuulilasi, Windscreen right glass	1	983	119	1667

Taulukko 4. Tuulilasiens mitat, keula

5.5.2 Pitkät tai muuten hankalan muotoiset varaosat

Todettiin myös, että taulukossa 5 esitetyt varaosat ovat niin pitkiä tai muuten hankalan muotoisia, ettei niitä ole järkevää tai tarkoituksenmukaista sijoittaa erilliseen varastohyllyyn. Tällaiset varaosat olisivat järkevintä säilyttää keulan osille erikseen määritellyllä varastointipaikalla esimerkiksi kuormalavoilla.

Pitkät tai muuten hankalan muotoiset osat		Max leveys (mm)	Max pituus (mm)	Max korkeus (mm)
Keulapaneeli, A-pilari, oikea	1	143	Ei saatavilla	1828
Keulapaneeli, A-pilari, vasen	1	143	Ei saatavilla	1828
Keulapaneeli, Keulaluukku	1	1629	663	309
Kumipuskuri	1	1625	602	218
Keulapaneeli, Vetokytkimenuukku, esivarustelu	1	1619	704	385
Keulapaneeli, Pyyhinpaneeli (Lasia)	1	1659	414	225
Teräspuskuri, Teräspuskuri	1	1590	604	205

Taulukko 5. Pitkien tai muuten hankalan muotoisten osien mitat, keula

5.5.3 Normaalissa varastohyllyssä säilytettävät varaosat

Todettiin myös, että taulukossa 6 esitetyt keulan kolarikorjauksessa tarvittavat varaosat ovat sen kokoisia, että niille on järkevintä hankkia normaali varastohylly keulan osille erikseen määritellylle varastopaikalle. Jo varaosien silmämääräinen tarkistelu paljasti, ettei näiden osien kokoa tarvitse erikseen mitoitaa.

Normaali varastohylly	
Merkinnät, Valmistajan logo ŠKODA, Ø146 mm	1
Keulapaneeli, Välipaneeli	1
Keulapaneeli, Ajovalopaneelin varustelu, oikea	1
Keulapaneeli, Ajovalopaneelin varustelu, vasen	1
Merkinnät, kiveniskusuoja, keulapaneeli	1
Sivuvilkku, oikea, Hella 2BA 013 335-101, AMP-liitin vilkun rungossa	2
Sivuvilkku, vasen, Hella 2BA 013 335-091, AMP-liitin vilkun rungossa	2
Aluskumi, Etuvilkun aluskumi,	2
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, yläkiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, etukiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli, etualakiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 1-puoli, etualakiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli, taka-alakiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 2-puoli, yläkiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneelin 2-puoli, etukiinnike	1
Kannake, Keulapanelointi, Sivupaneeli 2-puoli, etualakiinnike	1
Ikkunatiiviste, Tuulilasi, A ja B-vaunu	1
Ikkunatiiviste, Sivulasi, sivu 2, A ja B-vaunu	1
Ikkunatiiviste, Sivulasi, sivu 1, A ja B-vaunu	1

Taulukko 6. Normaalissa varastohyllyssä säilytettävät varaosat, keula

5.5.4 Paneelihyllyssä säilytettävät varaosat

Todettiin myös, että taulukossa 7 esitetyt varaosat ovat sellaisia, joille olisi järkevää hankkia varastointipaikaksi kuvassa 6 näkyvä niin sanottu paneelihylly. Muissa kohdissa Artic X54 -pikaraitiovaunua tällaisia paneeleita on huomattavasti enemmän kuin keulassa, joten useamman hyllyn hankkiminen olisi järkevää. Paneelihylly sijoitettaisiin keulan osille erikseen määritellylle varastopaikalle.

Paneelihylly		Max leveys (mm)	Max pituus (mm)	Max korkeus (mm)
Keulapaneeli, Sivupaneeli, 1- puoli, esivarustelu	1	1495	77	978
Keulapaneeli, Sivupaneeli, 2- puoli, esivarustelu	1	1495	77	978

Taulukko 7. Paneelihyllyssä säilytettävät varaosat, keula



Kuva 6. Käytössä oleva yksittäinen paneelihylly Roihupellon varikolla

6 Tulokset

6.1 Ratkaisu ja ehdotus varastointipaikkojen kokoonpanosta

Varaston nykytilanteen pohjalta lähdettiin pohtimaan ratkaisua, jolla päästäisiin työlle asetettuihin tavoitteisiin, eli kolarikorjausprosessin tehostamiseen, korjausaikojen lyhentämiseen ja varaston selkiyttämiseen.

Todettiin ettäärkevintä olisi luoda kokonaan uudet selkeät varastopaikat kolarikorjauksissa tarvittaville varaosille niin, että keskitetään yleisimmät kolarikorjauksessa tarvittavat tietyn alueen osat aina yhdelle varastopaikalle Roihupellon varikolle, josta ne on helppo löytää. Tällöin kolarikorjaukset pystytään aloittamaan viiveettömästi ilman ylimääräistä selvitystyötä siitä, missä tarvittavat varaosat sijaitsevat. Varastopaikat lisätään myös käytössä olevaan Lean System -toiminnanohjausjärjestelmään, jo olemassa olevien varastopaikkojen jatkoksi.

Visuaaliset selkeästi merkityt paikat jokaiselle varaosalle auttavat myös varastohenkilökuntaa tai asentajia huomaamaan mahdolliset puutteet helpommin ja tarttumaan niihin. Lisäksi samalla kun varaosat hyllytetään oikeille paikoilleen, voidaan tarkistaa, että osat ovat ehjiä ja edustavat oikeaa varustelutasoa.

Kolarikorjauksessa yleisimmin tarvittavien varaosien varastointipaikat voisivat jokainen koostua paneelihyllystä, normaalista varastohyllystä ja useammasta kuormalavasta. Kun nämä varastointimenetelmät yhdistää samaan esimerkiksi teipillä tai maalilla lattiaan merkattuun alueeseen, jossa esimerkiksi on vain keulan osia, niin varaosat pysyvät selkeästi saatavilla yhdessä paikassa.

6.2 Ehdotus paneelihyllyistä ja merkintätavasta

Uusien paneelihyllyjen hankinta voidaan suorittaa käyttämällä hyväksi aiemmin esitettyä tapaa mitoittaa paneelin vaatima varastointitila. Hyvä tapa olisi tehdä paneelihyllyyn jokaiselle paneelille oma lokersonsa ja merkitä paneelin sijainti vaunussa, sekä nimiketunnus siihen selkeästi. Nimiketunnus on 6–8 merkkiä pitkä mutta niitä ei esitetä tässä työssä.

Tässä työssä ei ollut käytössä kolarikorjauksissa yleisimmin tarvittavien varaosien koontia kuin keulan osalta. Tämä listaus tekemällä voidaan sama määrittely suorittaa kaikille Artic X54 -pikaraitiovaunun varaosille.

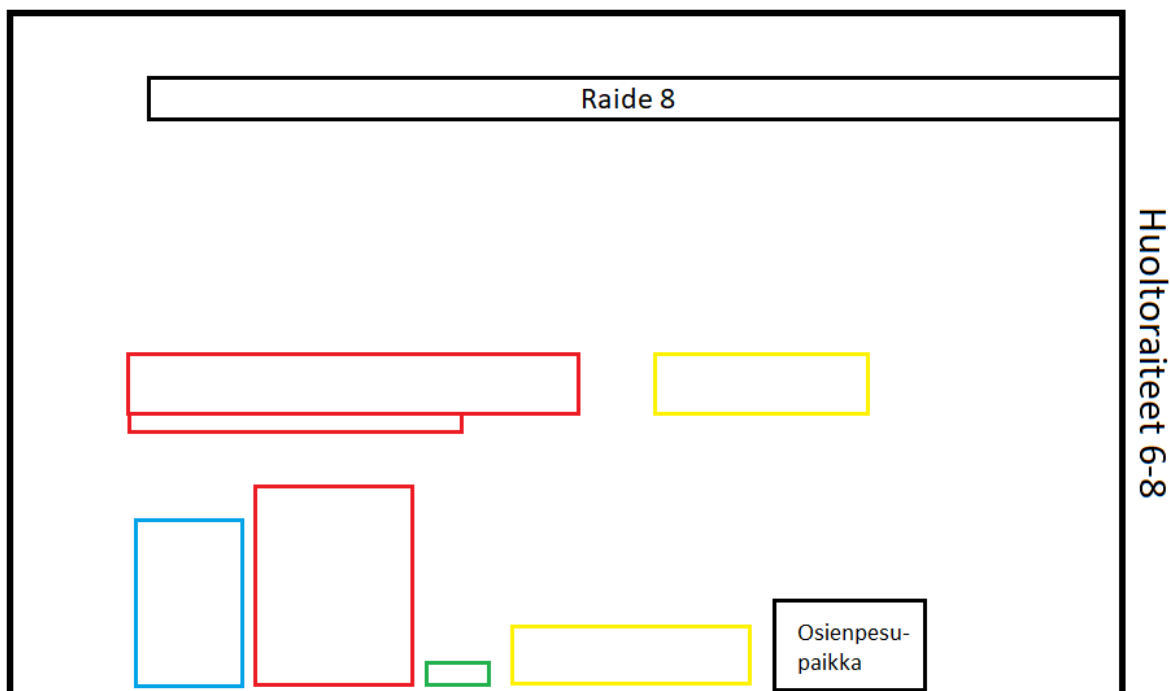
Kuten aiemmin todettiin, niin esimerkiksi keulan osalta paneelihyllyyn sopiville paneeleille ei vähäisen määrän vuoksi välttämättä ole järkevää hankkia omaa paneelihyllyä. Järkevää olisi yhdistää esimerkiksi kahden alueen paneelit samoihin hyllyihin, mutta tällöin sijainnin merkintään olisi kiinnitettävä erityistä huolellisuutta ja nimiketunnuksen lisäksi varaosapaanelin sijainti vaunussa olisi merkattava esimerkiksi kuvassa 7 esitetyllä tavalla.

Osan sijainti vaunussa
Nimiketunnus

Kuva 7. Esimerkki varaosan varastointipaikan merkintätavasta

6.3 Ehdotus varastointialueista

Alla olevassa pohjakuvassa, eli kuvassa 8 on esitetty ehdotus tulevien varastointialueiden sijoittelusta Roihupellon varikolla. Kuvassa on ilmaistu asentajien kirjauskoppi sinisellä värillä, työkonehylly vihreällä värillä, kiinteät varastohyllyt punaisella värillä ja ehdotus kolari-korjauksissa tarvittavien varaosien varastointipaikkojen mahdollisista sijoittelualueista keltaisella värillä.



Kuva 8. Ehdotus kolari-korjauksessa tarvittavien varaosien varastointipaikkojen sijoittelualueista

7 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tarkoituksena oli tuottaa ehdotus Škoda Transtech Oy:n Roihupellon pikaraitiotievarikon varaston Lean 5S -periaatteen mukaisesta järjestelystä yleisimpien kolarikorjauksessa tarvittavien varaosien osalta. Prosessivaiheen aikana työ rajautui koskemaan vain Artic X54 -pikaraitiovaunun keulan osia, koska tarvittavaa dataa laajempaan selvitykseen ei ollut saatavilla.

Tuloksena saatiin tuotettua ehdotus varastointipaikkojen sijoittelusta Roihupellon varikon varastossa, varastointipaikkojen kokoonpanosta, paneelihyllyjen tyypistä sekä varaosien merkintätavasta varastohyllyihin. Tämän ehdotuksen pohjalta on mahdollista laajentaa projektia koskemaan myös muita kuin Artic X54 -pikaraitiovaunun keulan yleisimmin kolarikorjauksessa tarvittavia varaosia.

Työn suoritus vei aikaa varsinaisesta aloituksesta noin 4 kuukautta. Työ olisi voitu suorittaa laajemmassa mittakaavassa, jos tarvittavat tiedot muidenkin kuin keulan varaosien osalta olisi ollut saatavilla.

Työn suurimpana haasteena oli tietojen saannin rajallisuus. Myös se, että en enää työskentele kyseisessä yrityksessä vaikutti olennaisesti työn suoritukseen. Jatkuvasti varikolla käyminen ei olisi ollut tarkoituksenmukaista.

Lähteet

- Baluch, N., Abdullah, C. & Mohtar, S. 2012. TPM and lean maintenance – A critical review. *Interdisciplinary journal of contemporary research in business*. Vol. 4 (2). Viitattu 11.4.2024. Saatavissa [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/77638952/850-857-libre.pdf?1640823618=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTPM and lean maintenance A critical revi.pdf&Expires=1713167201&Signature=JuK4j-9nhEybm0NJoex2ThA3lVrTOHnnlZ8JsGo5Kc-xKKNs4tHlvD96LUxwV7CeK1XlUboXdkMKcDvbuQ4KtOwk-lpHRui3Ai13A2DYNkFv4s7bHxt-8BJJXiiqm079QJ5xkC4~4Sb2Grl-kXKlynwO~vLzGMicwKHSALqI9DeLuUyM-DNELfzZ~86naqM5XTcorzJrqc0x4ioaQFDDycYdyKYmu-BuWOchJMyLwMyhMA3deYlQcvDOEr45dncscxXh-Mar2gTBDNYN-ecqYu2UYstpnB1kJng4yedB~JqMjdqxNOtB2XFN7mLWywf~-VGqQ4ZsGWpfyvQKaWhNU-vEKvQ_ &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/77638952/850-857-libre.pdf?1640823618=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTPM+and+lean+maintenance+A+critical+revi.pdf&Expires=1713167201&Signature=JuK4j-9nhEybm0NJoex2ThA3lVrTOHnnlZ8JsGo5Kc-xKKNs4tHlvD96LUxwV7CeK1XlUboXdkMKcDvbuQ4KtOwk-lpHRui3Ai13A2DYNkFv4s7bHxt-8BJJXiiqm079QJ5xkC4~4Sb2Grl-kXKlynwO~vLzGMicwKHSALqI9DeLuUyM-DNELfzZ~86naqM5XTcorzJrqc0x4ioaQFDDycYdyKYmu-BuWOchJMyLwMyhMA3deYlQcvDOEr45dncscxXh-Mar2gTBDNYN-ecqYu2UYstpnB1kJng4yedB~JqMjdqxNOtB2XFN7mLWywf~-VGqQ4ZsGWpfyvQKaWhNU-vEKvQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Filip, F & Marascu-Klein, V. 2015. The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 95 (1). Viitattu 11.4.2024. Saatavissa DOI 10.1088/1757-899X/95/1/012127
- Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media.
- Mostafa, S. 2015. Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research*. Vol. 3 (1). Viitattu 11.4.2024. Saatavissa DOI 10.1080/21693277.2015.1074124
- Ramakrishnan, V & Nallusamy, S. 2017. Implementation of Total Productive Maintenance Lean Tool to Reduce Lead Time- A Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. Vol. 8 (12). Viitattu 12.4.2024. Saatavissa [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55764599/IJMET_08_12_029-libre.pdf?1518250273=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINT.pdf&Expires=1713166701&Signature=ldknZhwdyZF6pU9vqvZmhSdUuN6T1HFrraOiQvtXFIZVcQ93sFP2cjRD-QQEX6voH~h2FI0Fxf9I7UBGkl7aHYC9sm4TxrLaeas~WWjUCbyXNtOjgWb-TBsW1gxLbJw779BNGCOAApWRCgrxbJiZuU4mo4wnAclyu8XiSHzHuuNcC-zYnDkJcyU6-R7RDHDbwwhsVsCof1C7KSu~4GQ-kMvpMMvGzzeDI-vbAYuiDADGUS-leACNncCihRKsmRZ599xX9P2sU-NAfOzXi1DxY3H44epVKvUfPNUouh9y8hTolbtBkv7uexn4-kj6keuYYIF6P8AFEMi-CVQCvIutoRJ1ba_ &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55764599/IJMET_08_12_029-libre.pdf?1518250273=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPLEMENTATION+OF+TOTAL+PRODUCTIVE+MAINT.pdf&Expires=1713166701&Signature=ldknZhwdyZF6pU9vqvZmhSdUuN6T1HFrraOiQvtXFIZVcQ93sFP2cjRD-QQEX6voH~h2FI0Fxf9I7UBGkl7aHYC9sm4TxrLaeas~WWjUCbyXNtOjgWb-TBsW1gxLbJw779BNGCOAApWRCgrxbJiZuU4mo4wnAclyu8XiSHzHuuNcC-zYnDkJcyU6-R7RDHDbwwhsVsCof1C7KSu~4GQ-kMvpMMvGzzeDI-vbAYuiDADGUS-leACNncCihRKsmRZ599xX9P2sU-NAfOzXi1DxY3H44epVKvUfPNUouh9y8hTolbtBkv7uexn4-kj6keuYYIF6P8AFEMi-CVQCvIutoRJ1ba_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Roima Intelligence. 2024. Lean system. Viitattu 7.4.2024. Saatavissa <https://www.roimaint.com/fi/product/offering-by-product-lean-system/lean-system--erp-system>
- Skodagroup. 2024. Škoda Transtech. Viitattu 29.01.2024. Saatavissa <https://www.skodagroup.com/about-company/company/skoda-transtech>
- Skodagroup. 2024. Škoda Transtech. Viitattu 29.01.2024. Saatavissa <https://www.skodagroup.com/reference/artic-jokeri-line>
- Tuominen, K. 2010. LEAN, Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen. Helsinki: Readme.fi
- Visual Workplace. Visualworkplaceinc.com. Viitattu 7.4.2024. Saatavissa https://www.visualworkplaceinc.com/wp-content/uploads/2021/10/5S-Logo-Wheel_800x600.jpg