



Valtteri Vanhala

Automaattitrukin huolto-ohjelman kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

23.4.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Valteri Vanhala
Otsikko:	Automaattitrukin huolto-ohjelman kehittäminen
Sivumäärä:	34 sivua + 1 liite
Aika:	23.4.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Jälkimarkkinointi
Ohjaajat:	Osastoinsinööri Timo Salminen, SSAB Europe Oy, Hämeenlinna, Mekaaninen kunnossapito Lehtori Juho Vallivaara

Tämä insinöörityö tehtiin SSAB:n Hämeenlinnan-tehtaalle. Työn tarkoituksena oli kehittää tehtaan omalle liikkuvan kaluston mekaaniselle kunnossapidolle soveltuva työohjeistus. Mekaaniselle kunnossapidolle tarve uudelle työohjeistukselle tuli automaattitrukkijärjestelmän modernisoituessa.

Huoltotöiden suunnitteluun käytettiin automaattitrukkien valmistajan huolto- ja käyttöohjeita ja SSAB:n kunnossapitohenkilöstön kokemusta edellisestä vihivaunujärjestelmästä. Tietoa automaattitrukeista yleisesti haettiin kirjallisuudesta ja internetistä. Projektin edetessä mietittiin, minkälaisia apuvälineitä olisi syytä saada vaunujen korjaustarpeisiin. Apuvälineiksi suunniteltiin huoltopukit sekä etu- ja takapään rengaskoneistojen irrotukseen tarvittavat välineet. Apuvälineet ovat ensisijaisen tärkeitä, kun ajatellaan työturvallisuutta.

Työn tuloksena mekaaniselle kunnossapidolle saatiin ennakkohuoltotyöohjeita kunnossapitojärjestelmä IFS:ään. Työohjeita käytetään kuukausittain vihivaunujen huoltotöissä. Apuvälineiden suunnitteluun päästiin myös vaikuttamaan ja näin niistä saatiin hyvin käyttäjätavallisia kokonaisuuksia. Apuvälineiden käyttötaajuus jää vielä nähtäväksi, koska niille on tarve vasta vaunujen vikaantuessa.

Avainsanat: Kunnossapito, automaattitrucki

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Valtteri Vanhala
Title: Development of Automatic Forklift's Maintenance Program
Number of Pages: 34 pages + 1 appendix
Date: 23 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive After Sales Engineering
Supervisors: Timo Salminen, Section Manager, SSAB Europe Oy
Juho Vallivaara, Senior Lecturer

This bachelor's thesis was commissioned by SSAB's Hämeenlinna plant. The objective of the work was to develop work instructions suitable for the mechanical maintenance of the factory's own mechanical maintenance unit. The need for new instructions resulted from the modernization of the automated guided vehicle system (AGV).

The maintenance and operating instructions of the AGV manufacturer were used to plan the maintenance work. As the project progressed, tool needs for ensuring safe and efficient repair works were determined. Maintenance jacks and the tools needed to remove the front and rear tire mechanisms were designed to help the technicians to work safely.

As a result of this thesis, SSAB's mechanical maintenance unit received preventive maintenance work instructions. The work instructions are used monthly in the preventive maintenance work of the AGV's. The tool design focused on user-friendliness and safety. The usage frequency of the auxiliary tools remains to be seen, as they are only needed when the AGV's break down.

Keywords: Maintenance, automated guided vehicle

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	SSAB	2
3	Ennakoiva kunnossapito	4
4	Automaattitrukit	5
4.1	Historia	5
4.2	Tekniikka	6
5	Solving (SWFT30A-2XEL) 30 t AGV	9
5.1	Yleiskuvaus	9
5.2	Tekniikka	13
6	Huoltotyö	16
6.1	Mekaanisen kunnossapidon ennakkohuolto	16
6.2	Kolmen vuoden välein tehtävä ennakkohuoltotyö	17
6.3	Sähkökunnossapidon ennakkohuolto	21
7	Korjaus	24
7.1	Työohjeet tyypillisille korjauksille	24
7.2	Huoltopukit	24
7.3	Vetokoneiston vaihtotyö	25
7.4	Ohjaukoneiston vaihtotyö	27
7.5	Apuvälineiden turvallisuustarkastelu	29
8	Yhteenveto	31
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1: Ennakkohuoltotyön tehtävämääräin	

Lyhenteet

AGV: *Automated guided vehicle*. Automaattitrucki. Vihivaunu.

Mekup: Mekaaninen kunnossapito.

Nm: Newtonmetri. SI-järjestelmän momentin yksikkö.

Lika: Liikkuva kalusto.

VAHO: Varastonhallinta ohjelma.

SARA: Safety Risk Analysis. Riskien arviointiohjelma.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli kehittää huolto-ohjelmaa uudelle Solving-automaattitruckikalustolle SSAB Europen Hämeenlinnan-tehtaalle. SSAB Hämeenlinnan tehtaalla valmistetaan kuumavalssatusta nauhasta erilaisia nauha- ja levytuotteita. Teräsnauhakelojen sisäisiä siirtoja suoritetaan tehtaalla automaattitrukeilla eli vihivaunuilla.

Tavoitteena oli kunnossapidon ennakkohuoltotöiden kehittäminen huolto-ohjelman pohjalta turvalliseksi ja tehokkaaksi kokonaisuudeksi. Mekaaniselle ja sähköiselle kunnossapidon henkilöstölle tehtiin kunnossapitojärjestelmä IFS:ään 11 eri ajanjakson mukaan määräytyvää ennakkohuoltotehtävää. Tehtäviin kuuluu pääasiassa visuaalisia tarkastuksia mutta myös erinäisiä mittauksia sekä öljyjen vaihtoja.

Työssä käytettiin Solvingin tuottamaa aineistoa, kirjallisuutta, internetistä löytyvää tietoa sekä SSAB:n kunnossapitohenkilöstön osaamista ja kokemusta aiheesta. Tehtaalla oli jo aiemmin ollut Roclan vihivaunujärjestelmä, jonka tilalle uusi järjestelmä päivittyi. Automaattitrukit ovat tärkeä osa Hämeenlinnan tehtaan tuotannon prosessia, ja näin on myös niiden toimintavarmuus taattava hyvällä ennakkohuollolla.

2 SSAB

SSAB:n historia ulottuu vuoteen 1878, kun Domnarvet Järnverk aloitti toimintansa. Vuonna 1978 perustettiin SSAB Svensk Stål AB, jonka pääomistaja oli Ruotsin valtio. Vuonna 2007 SSAB osti amerikkalaisen IPSCO- teräsvalmistajan ja vuonna 2014 suomalaisen Rautaruukki Oyj:n. (1)

SSAB on maailmanlaajuisesti toimiva teräsyhtiö ja johtava erikoislujien teräksien toimittaja. Yhtiöllä on noin 14500 työntekijää yli 50 maassa, ja sen liikevaihto oli 2023 noin 119 miljardia Ruotsin kruunua. SSAB on jaettu kolmeen teräsdivisioonaan: SSAB Special Steels, SSAB Europe ja SSAB Americas. Yhtiöllä on myös kaksi tytäryhtiötä, Tibnor ja Ruukki Construction. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. (2). SSAB Europe -konserniin kuuluu yhteensä 15 toimipistettä Ruotsissa sekä Suomessa. (3)

Hämeenlinnan tehdas

Vuonna 2014 Rautaruukki Oyj fuusioitui osaksi SSAB:tä. Tehdas on toinen Suomessa olevista isoista tehtaista. Kuvassa 1 on havainnollistettu Hämeenlinnan tehtaan tuotantolinjoja ja niiden tuotantoprosessia.

Tuotantoprosessi alkaa Hämeenlinnassa, kun kuumavalssatut kelat saapuvat junalla Raahen tehtaalta. Vuosittain Raahesta tulee noin 1,2 miljoonaa tonnia keloja.

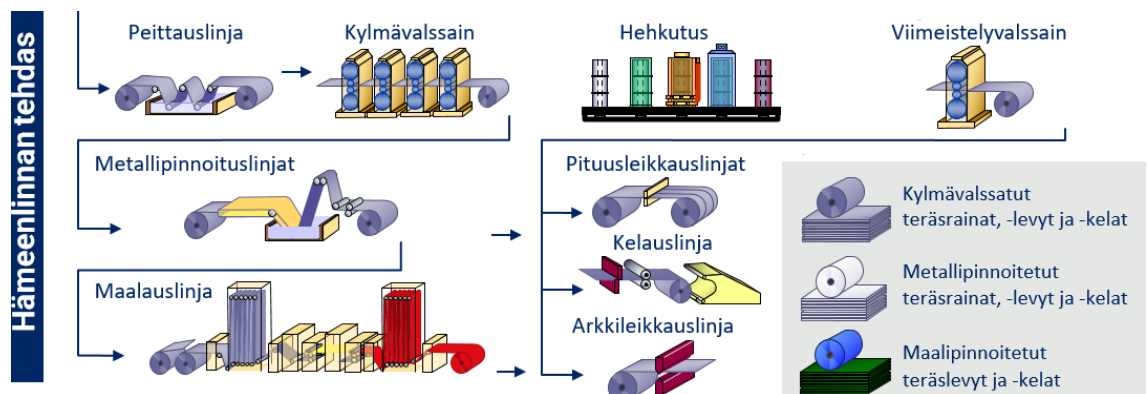
Peittauslinjan läpi kulkevat 1,5–6,5 mm paksut teräsnauhakelat puhdistetaan suolahapolla, huuhdellaan vedellä, kuivataan ja öljytään. Peittauslinjan jälkeen nauha menee valssauslinjalle, joka ohentaa nauhan 0,3–3 mm:n paksuuteen puristamalla tätä neljän valssituolin voimin. Kylmävalssaimen jälkeen kelat menevät joko hehkutukseen tai sinkityslinjoille.

Hehkutettavat kelat laitetaan sylinterimäisiin kellouuneihin, jossa palautetaan teräksen muokattavuusominaisuudet valssauksen jälkeen. Hehkutuksen jälkeen kelat menevät viimeistelyvalssaimen läpi, jolla nauha saa lopullisen paksuuden,

tasomaisuuden ja pinnankarheuden. Viimeistelyvalssaimen jälkeen kelat menevät vielä mahdollisesti leikkauslinjojen läpi.

Sinkityslinjoja on Hämeenlinnan tehtaalla kolme ja niiden läpi menee yli 80 % koko tehtaan tuotteista.

Kun kelat ovat lopullisessa pinnanlaadussaan, niin käsittely voi vielä jatkua leikkauslinjoilla. (4)



Kuva 1. Hämeenlinnan tehtaan tuotantoprosessi (4).

3 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoiva kunnossapito viittaa säännölliseen huoltoon, jonka tarkoituksena on estää odottamattomia vikoja ja ongelmia tulevaisuudessa. Yksinkertaistettuna se tarkoittaa vikojen korjaamista ennen niiden ilmenemistä. Ennakoivassa kunnossapidossa on neljä päätyyppiä, joista jokainen perustuu suunniteltuun kunnossapitoon. Vaikka nämä tyypit ovat erilaisia ja niiden ajoitus vaihtelee, ne kaikki palvelevat erilaisia tarpeita suunnitellusti ja järjestelmällisesti. (5)

Monet huolto-organisaatiot ovat edelleen ylpeitä siitä, kuinka nopeasti ne voivat reagoida äkillisiin vikoihin tai tuotannon keskeytyksiin sen sijaan, että keskittyisivät ennaltaehkäisemään näitä ongelmia. Vaikka harvat myöntävät toimivansa tällä "rikki ja korjaa" -periaatteella, useimmat tehtaat jatkavat tätä lähestymistapaa. Huolto-organisaation päätehtävänä ei ole ainoastaan korjata laitteita vian ilmetyä, vaan huoltaa niitä ennakoivasti. Maailmanluokan organisaatioissa huollon tavoitteena on saavuttaa ja ylläpitää laitteiden optimaalista käytettävyyttä. (6, s. 6.)

Kunnossapitolajien neljä päätyyppiä ovat seuraavat:

- ehkäisevä kunnossapito: kunnossapitoa, joka pyrkii arvioimaan ja/tai vähentämään kohteen vaurioitumisen ja vikojen riskiä
- jaksoitettu kunnossapito: ehkäisevää kunnossapitoa, jota toteutetaan säännöllisin väliajoin tai käytön perusteella ilman ennakoivaa kunnan arviointia.
- kuntoon perustuva kunnossapito: ehkäisevää kunnossapitoa, joka sisältää tarkastuksia ja analyysiä kohteen fyysisestä tilasta, minkä perusteella saatetaan tarvittaessa toteuttaa kunnossapitotoimenpiteitä.
- ennustava kunnossapito: kuntoon perustuva kunnossapito perustuu ennusteisiin, jotka saadaan säännöllisistä analyyseistä ja tunnetuista tunnusmerkeistä, sekä tarkkailemalla olennaisia arvoja, jotka kuvaavat kohteen tilan heikkenemistä. (7, s. 13–14.)

4 Automaattitrukit

Nykyajan sisälogistiikassa vihivaunut ovat päässeet avainasemaan, ja niitä käytetäänkin melkein jokaisella teollisuudenalalla (8, s. 1).

4.1 Historia

Vihivaunujen historia alkoi noin 60 vuotta sitten, monien innovaatioiden kodissa Amerikassa. Toisen maailmansodan jälkeen, kun tuotantolaitokset toinen toisensa jälkeen käynnistyivät, itsestään ajavat robotit olivat osa unelmaa, että koneet tekevät työt ihmisten puolesta. Anturiteknologian ja mikroelektroniikan kehitys myös edesauttoi vihivaunujen kehitystä. Vihivaunujen 60 vuoden historia voidaan jakaa neljään aikakauteen. Jakoa voidaan miettiä ihmisten asenteellisten muutoksien sekä saatavilla olleen teknologian mukaan. (8, s. 1.)

Automaattitrukkien ensimmäinen aikakausi alkoi Amerikassa vuonna 1953, ja Eurooppa seurasi muutaman vuoden kuluttua. Se kesti lähes 20 vuotta. Ensimmäiset ajoneuvot olivat teknisesti hyvin yksinkertaisia. Ne olivat rataohjattuja, ja niissä oli puskurit ja hätäpysäytys kahvat mekaanisilla kytkimillä. Rataohjattujen ajoneuvojen jälkeen seurasi induktiivisen ohjauksen navigointitapa. Ajoneuvon anturit havaitsivat maahan upotettuja positiivisesti ja negatiivisesti suuntautuneita magneetteja ja navigoivat niiden avulla. Järjestelmien kehittyessä Amerikassa raportoitiin vastustuksesta uutta teknologiaa vastaan. Ammattiliitot olivat peloissaan työpaikkojen menettämisestä. Silloin ei osattu aavistaa uusien työpaikkojen syntyisestä uuden teknologian myötä. (8, s. 2–4.)

Toinen aikakausi alkoi 1970-luvulla ja päättyi 1990-luvun alkuun. Klassinen automaattitrukki kehitettiin tämän aikakauden alkuvuosina. Jatkuvasti kasvavan tuotannon tehokkuuden ja miehitettyjen ajoneuvojen yhdistelmä loi kysynnän entistä korkeammalle automaatioasteelle. Tavoitteena oli tuotannon pitkän aikavälin kustannuksien säästö. 1970-luvun tekniset innovaatiot avasivat valmistajille paljon uusia mahdollisuuksia. Markkinoiden kysyntää ohjasi tällöin erityisesti ajoneuvoteollisuus Saksassa. (8, s. 6–7.)

Kolmas aikakausi kesti 1990-luvun puolivälistä noin vuoteen 2010, jolloin uusia markkinoita saavutettiin ja automaattitrukeille asetettiin standardeja. Laitteissa oli elektroninen ohjaus ja kosketuksettomat tunnistimet. Navigointitekniikaksi vaikiintuivat magneettiset ja laserohjatut anturit. Kolmannella aikakaudella ajoneuvoteollisuus ei enää ohjannut markkinoiden kysyntää, vaan kysyntää oli mitä erikoisimmilla käyttäjillä. Automaattitrukit olivat saavuttaneet luotettavan maineen sisälogistiikan välineeksi. (8, s. 10.)

Neljännän aikakauden alussa automaattitrukit aloittivat uuden evoluutiovaiheensa, jolla on valtava vaikutus teknologiaan ja uusiin sovellutuksiin. Uusi aikakausi ei täysin syrjäytä edellisen kauden saavutuksia vaan rakentuu niiden pohjalta. Teknologinen perusta näistä muutoksista löytyy uusista, edullisista ja älykkäistä anturijärjestelmistä. (8, s. 165.)

4.2 Tekniikka

Automaattitrukin alustarakenteen suunnittelussa otetaan huomioon käytettävissä oleva tila ja sen pohjalta suunnitellaan pyörien paikoitus, ominaisuudet ja määrä. Monimutkaisemmillä ratkaisuilla saadaan vaunuun liikkuvuutta, mutta nämä tekniset hyödyt kasvattavat aina hintaa. Useimmat ja erityisesti lähes kaikki sisätiloissa käytettävät vihivaunut käyttävät elastomeerisia tai polyamidisia kulutuspinnoja pyörissään. Niillä on hyvät kulutuksenkesto-ominaisuudet, ja ne jättävät hyvin vähän jälkiä lattiapintoihin. (8, s. 147.)

Klassinen kolmipyöräinen alustarakenne on hyvin verrattavissa liikkeiltään henkilöautoon: kun pysäköidään tai ajetaan mutkaan, on kompensoitava se, että takana tulevat pyörät oikaisevat sisempää. On myös olemassa mecanum-pyörä (kuva 2), joka mahdollistaa automaattitrukin liikkeet melkein kaikkiin suuntiin tasisaisella pinnalla. mecanum-pyörässä on sen kehällä useita pieniä rullia 45 asteen kulmassa, ja joka pyörässä on oma moottorinsa. (8, s. 147.)



Kuva 2. Mecanum-pyörä (9).

Sähkömoottoreiden jännitteet vaihtelevat vihivaunuissa 24–96 voltin välillä.

Tasa- ja vaihtovirtamoottoreita on molempia käytössä. Hiiliharjattomat vaihtovirtamoottorit, joissa vaihde ja moottori ovat suoraan pyörän navassa, ovat kasvataneet suosiotaan. Vihivaunuissa käytetään mekaanista, hydraulista ja/tai sähköistä jarrua. Tyypillinen vetomoottori (kuva 3) koostuu sähkömoottorista, napavaihteesta, renkaasta ja sähkömagneettisesta jarrusta. (8, s. 149.)



Kuva 3. Tyypillinen ajo-ohjauskoneisto (10).

Automaattitrucki navigoi seuraamalla fyysistä tai virtuaalista polkua, kunnes erillinen turvajärjestelmä käskee sen pysähtymään. Tietyt navigointikomponentit ja ohjauselementit toimivat, kunnes henkilösuojauskanneri ja sen hätäpysäytyspiiri aktivoituvat. (8, s. 98.)

5 Solving (SWFT30A-2XEL) 30 t AGV

5.1 Yleiskuvaus

AB Solving Oy:n valmistama nostopuomityyppinen vihivaunu on suunniteltu ja valmistettu ISO 3691-4: 2020 -standardin mukaisesti (11, s. 14). Vihivaunu toimii osana tehtaan sisälogistiikkaa siirtämällä teräskeloja sisätiloissa. Kelavarastoissa liikkuvat siltanosturit tuovat vihivaunuille keloja kelapukeilta noudettaviksi. Vaunut navigoivat vaunussa olevan laserskannerin (kuva 4) avulla. Skanneri havaitsee tehtaan seinille kiinnitetyt heijastimet, jonka perusteella lasketaan vaunun sijainti.

Turvalaserskanneri tunnistaa edessä olevat esteet ja tarvittaessa pysäyttää vaunun. Blue spot -valo on jalankulkijoiden turvallisuutta lisäävä pistemäinen sininen valo, joka on suunnattu muutaman metrin päähän vaunun kulkusuuntaan. Vaunun takana on myös samanlainen valo, ja valot kytkeytyvät kulkusuunnan mukaan. Standardi SFS-EN ISO 3691-4:2020 (12, s. 35) määrittelee, että vaunun pitää myös ilmoittaa aikeensa kääntyä, ja se tapahtuu suuntavilkuilla, joita on vaunussa yhteensä neljä.



Kuva 4. Vaunun komponentteja.

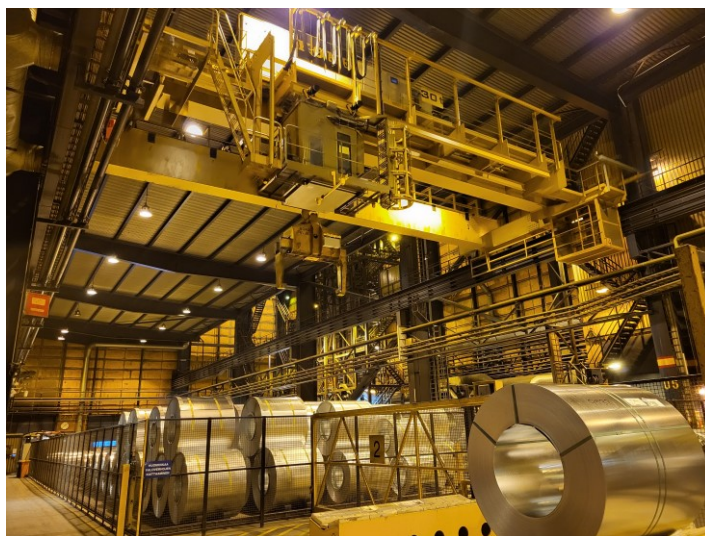
Vaunua voidaan ajaa myös kuvassa 5 näkyvällä Kollmorgen MCD8 käsiohjaimella.



Kuva 5. Kollmorgen MCD8 -ohjain.

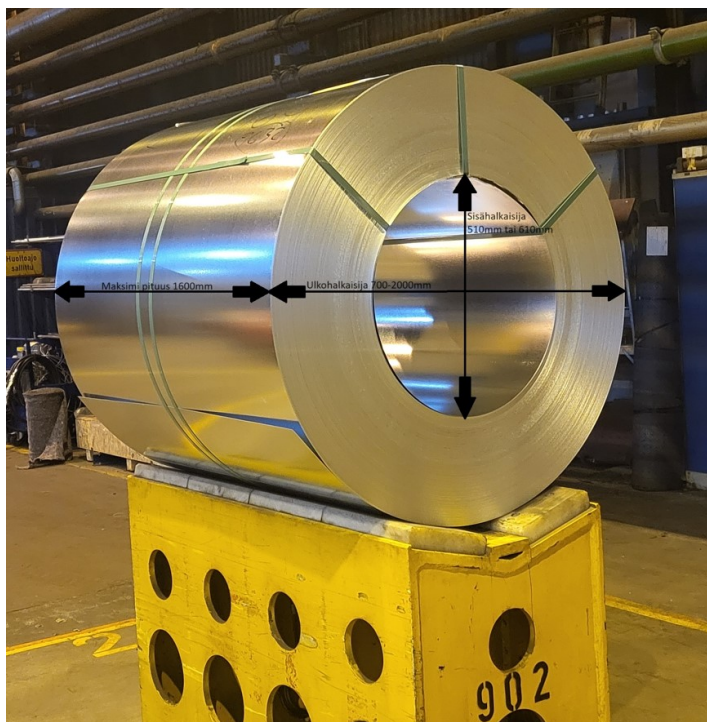
Eri hallien väliset matkat kelat kulkevat vihivaunuilla. Siltanostureita ja vihivaunuja ohjataan varastonhallinta- eli VAHO-ohjelmalla. CWAY-ohjelma on Kollmorgenin NDC8 AGV -järjestelmän graafinen käyttöliittymä, joka saa kuljetustilauksensa tehtaan varastonhallinta ohjelmalta eli VAHOlta (13).

Siltanosturi (kuva 6) tuo keloja sinkityslinja 2:n kelavarastosta kelapukkien päälle vihivaunujen noudettaviksi.



Kuva 6. Automaattinen siltanosturi sinkityslinja 2:n kelavaraston päällä.

Vihivaunut on suunniteltu kuljettamaan keloja (kuva 7), joiden maksimipituus on 1600 mm, maksimiulkohalkaisija 2000 mm ja sisähalkaisija on 510 mm tai 610 mm. 30 tonnin vihivaunun maksimikapasiteetti on nimensä mukaisesti 30 tuhatta kiloa. (11, s. 10.)



Kuva 7. Kelan mitat.

Vihivaunu ajaa nostopuominsa kelan silmän sisälle, nostaa sen ylös ja alkaa kuljettamaan sitä seuraavaan määränpäähensä (kuva 8). Vaunun maksiminopeus kuormattuna on 0,7 metriä sekunnissa ja tyhjänä 1 metri sekunnissa (11, s. 9).



Kuva 8. Vihivaunu hakemassa kela.

30T-vihivaunuja on Hämeenlinnan tehtaalla neljä (kuva 9).



Kuva 9. Solving 30T -automaattitrukit rivissä Hämeenlinnan tehtaalla.

5.2 Tekniikka

Vaunujen liikkuminen tapahtuu sähköisesti ja nostopuomin toiminta on toteutettu hydraulikalla. Energianlähteenä vaunulla on jännitteeltään 80-volttinen ja kapasiteetiltaan 240 ampeeritunnin nikkeli-kadmiumakku (11, s. 9). Vaunussa on kaksi 5 kW:n tasavirtamoottoria vetomoottoreina takapyörillä (14, s. 101). Vetomoottoreiden vaihteina käytetään SEW Eurodriven KA97 -kartiopyörävaihteita (kuva 10).



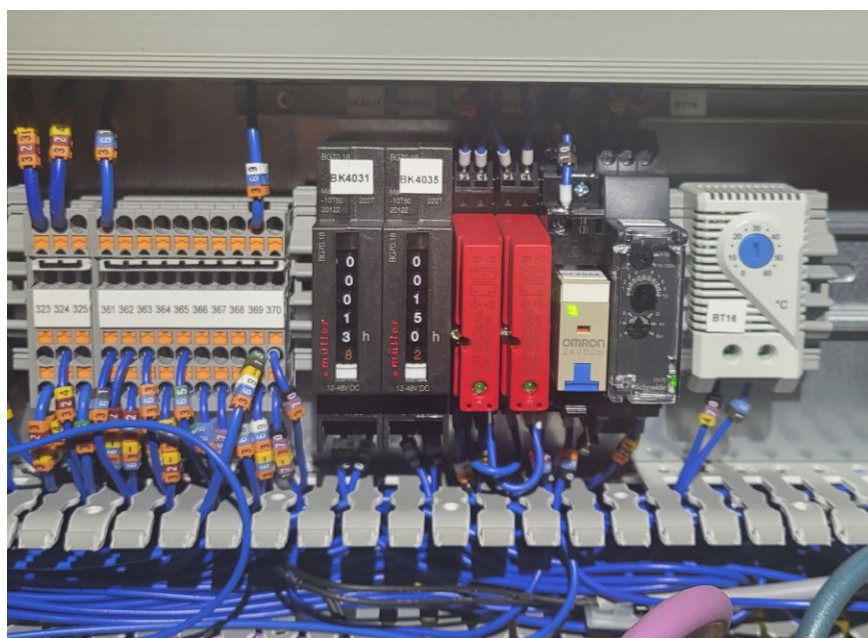
Kuva 11. Blickle-vetopyörä (16).

Vaunun seisontajarruina toimivat 40 Nm:n nimellisjarrumomentin tuottavat sähkömagneettiset jarrut. Nostopuomin hydrauliiikan energian tuottaa 12 kW:n pumppumoottori. Pumppu on kierrostilavuuspumppu, jonka iskutilavuus on 16 cm³, ja se pyörii vakionopeudella 2250 kierrosta minuutissa. Ohjauspyörän voimanlähteenä toimii 2 kW:n vaihtovirtamoottori (14, s. 99–101), jonka vaihteena käytetään SEW Eurodriven KT77-kartiopyörävaihdetta.

6 Huoltotyö

6.1 Mekaanisen kunnossapidon ennakkohuolto

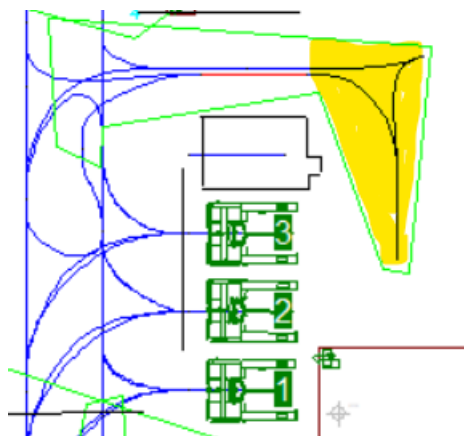
Vaunuista laadittiin liikkuvan kaluston mekaaniselle kunnossapidolle kuusi eri ajanjakson mukaan määräytyvää huoltotyötä 1, 3, 6, 12, 36 ja 60 kuukauden välein. Huoltotyöt ja töiden jaksot määräytyivät Solvingin huoltokortin perusteella, mitä edellytettiin noudattamaan takuun säilymiseksi. Edellytykset käyttöajan mukaan perustuvaan huoltotyöhönkin oli, koska vaunujen käynnissäoloaika pääsi lukemaan käyttötuntimittareista (kuva 12). Huoltotyöt voitiin suorittaa täysin maan tasalta.



Kuva 12. Vaunun käyttötuntimittarit. Vasemmalla on vaunun hydrauliiikan tuntimittari ja oikealla vetomoottorin tuntimittari.

6.2 Kolmen vuoden välein tehtävä ennakkohuoltotyö

Asentajalle tulostetaan kunnossapitojärjestelmästä huoltotyön tehtävämääräin (liite 1). Vaunuille on kuvassa 13 määritetty huoltopaikka, johon vaunu pyydetään operaattorin toimesta CWay-ohjelmalla.



Kuva 13. Huoltopaikka keltaisena korostettuna CWay-käyttöliittymän kartassa (13).

Valmistelujen jälkeen huoltotyön suorittaminen aloitetaan vaunun turvallis-
sella. Tässä tapauksessa se tarkoittaa vaunun keulassa olevan pääkytkimen
(kuva 14) alas painamista ja lukon asettamista sen päällä olevaan lukitussal-
paan ISO 14118:2018 -standardin mukaan (17, s.10).



Kuva 14. Lukittavissa oleva pääkytkin.

Lukkoon kiinnitetään lisäksi älä kytke lappu (kuva 15), johon kirjataan asettajan tiedot ja asettamisaika.

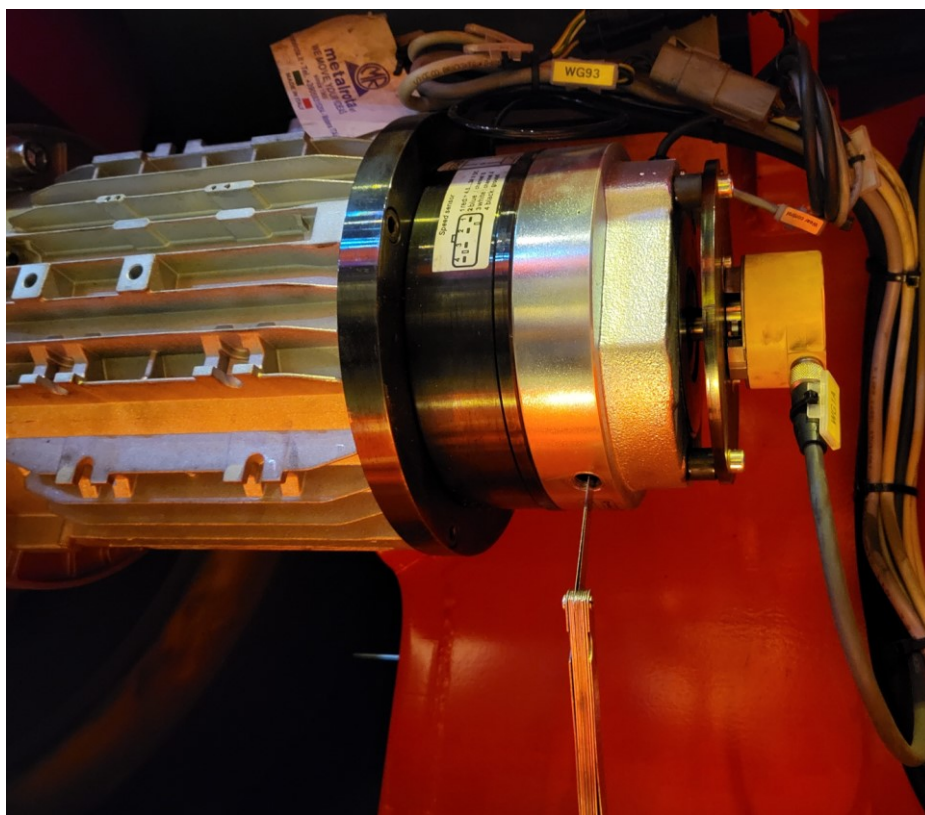


Kuva 15. Älä kytke -lappu.

Ajo- ja ohjausvaihteiden öljyvuodot tarkistetaan visuaalisesti (huoltokortti). Samoin hydrauliohjain pinnankorkeus tulee tarkistaa nostosylinteri ala-asennossa, ja pinnan tulee olla säiliön mittalasin yläosassa. (11, s. 70.) Hydraulijärjestelmä tarkistetaan vuotojen varalta. Hydrauliohjain suodattimet vaihdetaan ja samoin hydrauliohjain sekä ajo- ja ohjausvaihteen öljyt. (18) Hydrauliohjainä käytetään Mobil DTE 25 -öljyä ja vaihteiden öljynä Mobilgear 600 XP 220:tä (11, s. 60; 62; 70).

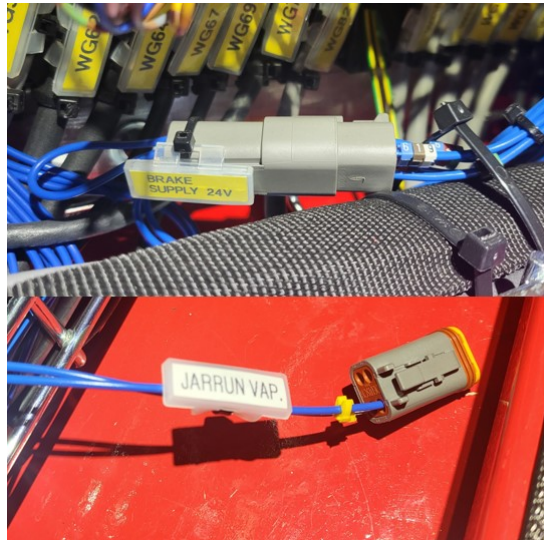
Etu- ja takapyörien laakerit, nostopuomin tukirullat sekä sylinterin ala- ja yläkiinnike voidellaan rasvapuristimella voitelunipoista (18). Voiteluun käytetään Mobil Unirex N3 -rasvaa. Ohjausyksikön hammaskehä voidellaan kevyesti Mobilgear OGL 461 -rasvalla.

Vetomoottoreiden sähkömagneettisista jarruista mitataan ilmarako rakotulkilla (kuva 16). Ilmaraon väli on uutena 0,3–0,5 mm, ja maksimi-ilmarako on 0,9 mm. Kun ilmarako kasvaa isommaksi kuin 0,9 mm, niin on vaihdettava uusi jarru tai kunnostettava vanha. Ilmarako mitataan vaunun jarrut kytkettynä. (19)



Kuva 16. Rakotulkki tarkistusreiässä

Jos kuitenkin jostain syystä tulee tarve avata jarru, niin jarrun saa päävirran pois ollessa vapautettua kytkemällä jarrun naarasliittimeen jatkuvan virran urosliittimen (kuva 17) (11, s. 66). Tällöin on syytä kiilata vaunun vetopyörät edestä sekä takaa, niin ettei vaunu pääse liikkumaan.



Kuva 17. Jarrun virransyötön liittimet.

Renkaat tarkastetaan murtumien ja kulutuspinnan painaumien osalta. Renkaiden edessä ja takana olevat pyyhinliuskat tarkistetaan, säädetään korkeutta tai liuskat vaihdetaan uusiin tarvittaessa.

Nostopuomin kiinnikkeet tarkistetaan ja kiristetään, samoin veto- ja ohjauspyörien kiinnitys. Lopuksi tarkistetaan vaunun nostokorvakkeet ja runko visuaalisesti.

Kolmen vuoden välein tehtävä ennakkohuoltotyö on laajin mekaanisen kunnossapidon suorittama huoltotyö vihivaunuille. Viiden vuoden välein vaihdetaan lisäksi hydraulikkaletkut. (18)

55.) Akkuveden pinta katsotaan akkukennon kyljestä (kuva 19) ja vesitetään tarpeen mukaan automaattisella vesityslaitteella (18).



Kuva 19. Akkukenno.

Vihivaunujen kuukausittaisessa ennakkohuollossa tarkistetaan ja puhdistetaan kaikki kuormankäsittelyanturit ja navigointilaseri pyyhkimällä pehmeällä liinalla (11, s. 68). Akkulaturien varsien liikkeet sekä sähköinen toiminta tarkistetaan (18). Kaikkien merkinantolaitteiden toiminta tarkistetaan painamalla lampuntestauspainiketta (11, s. 55) sekä akkukaapelin liittimien kiinnitys (18).

Kolmen kuukauden välein suoritettavassa ennakkohuoltotyössä tarkastetaan latausaseman jouset ja varmistetaan, että kun vaunu on latausasemassaan, niin latausaseman varren pitää olla vähintään 10 mm taaksepäin taittuneena. (18) Latausliittimien pinta puhdistetaan vaunusta hienojakoisella hiomapaperilla ja latausaseman kosketinpinnat pehmeällä liinalla. (11, s. 54.) Kosketinpinnat vaihdetaan uusiin, jos ne ovat vaurioituneet. Maadoitusketjut tarkistetaan ja puhdistetaan. Akkujen kennojännite mitataan vaunun valmistajan toimesta. (18)

Puolen vuoden välein tarkistetaan ja puhdistetaan akku, sen komponentit ja kaapelit. Käyttöpaneelien toiminta tarkistetaan. Ajomatkan ja ohjauskoneiston antureiden kunto ja kiinnitys tarkistetaan. Radio- ja WLAN-antennien kunto tar-

kistetaan visuaalisesti samoin kuin varoituskilpien kunto ja luettavuus. (18) Tehaan seinillä olevat peilit, joita vaunu käyttää navigoidakseen puhdistetaan myös (21).

Vuosittain mitataan akun eristysvastus valmistajan toimesta ja tarkistetaan sulakkeet ja releet. Maadoitusketjun ja trukin rungon välinen vastus mitataan yleismittarilla. Maksimi vastusarvo on 100 kilo-ohmia. Akkulaturi ja sähköjärjestelmä puhdistetaan varovasti heikolla imulla tai paineilmalla. Tarkistetaan ajo- ja ohjaukoneiston liitännät, kaapelointi ja anturit vaurioiden varalta. (18)

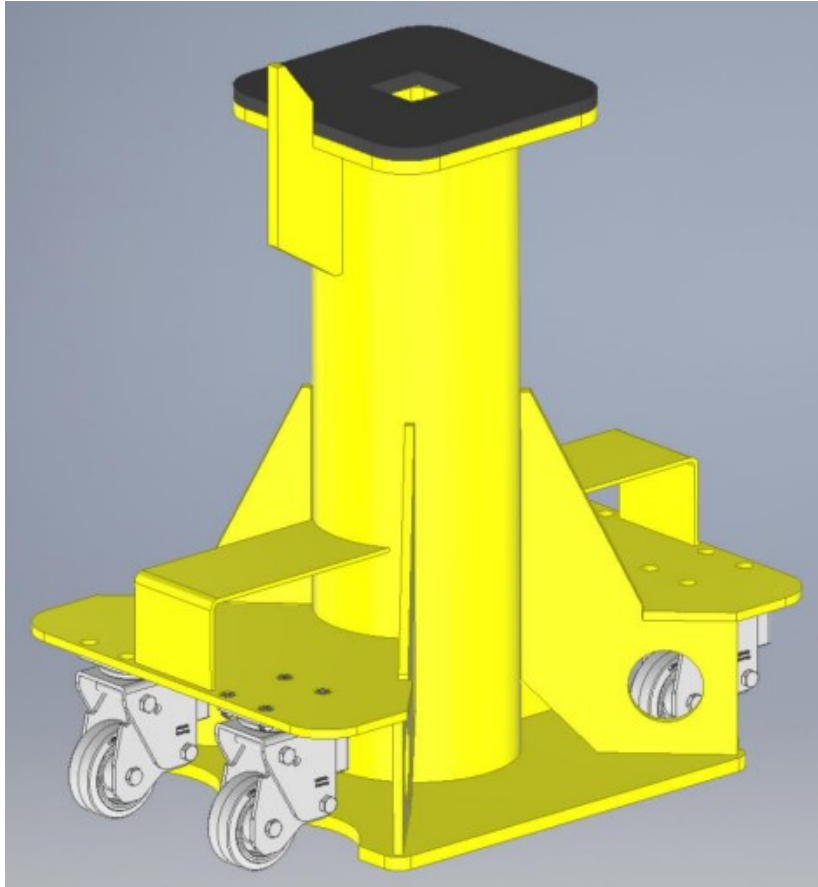
7 Korjaus

7.1 Työohjeet tyypillisille korjauksille

Tyypillisimpiä korjaustarpeita vihivaunuissa ovat edellisen vihivaunujärjestelmän perusteella renkaiden pintojen rikkoutumisesta aiheutuvat työt. Ajo- sekä ohjausyksiköt vaihdetaan kokonaisuuksina ehjään varaosayksikköön. Vaunun seisakkaika saadaan näin minimoitua. Varaosakokonaisuudet korjataan ja huolletaan valmiiksi seuraavaa vaihtotarvetta varten. Ajo- sekä ohjausyksiköiden vaihtotyötä suunniteltaessa todettiin, että vaunu olisi syytä olla huoltopukkien varassa. Molempien pyöräyksiköiden vaihtotyöhön suunniteltiin SSAB:n alihankkijan toimesta apuvälineet työn suorittamiseksi turvallisesti. Vaunun nostoa varten tilattiin mittatilauksena päällysteraksit.

7.2 Huoltopukit

Valmiiksi sopivia pukkeja ei löytynyt markkinoilta, joten päädyttiin tähän ratkaisuun, että suunnitellutetaan sopivat. Huoltopukkeihin haluttiin jousitetut pyörät, jotta painavien pukkien sijainnin hienosäätö olisi helpompaa. Pyörät painuvat sisään, kun vihivaunu lasketaan pukin päälle, eikä pukkia enää pysty liikuttelamaan. Pukkeja on kahta erilaista mallia, toiset sopivat eteen ja toiset taakse (kuva 20) (22, s. 1).



Kuva 20. Takapään huoltopukki (22, s. 2).

7.3 Vetokoneiston vaihtotyö

Vetokoneiston vaihtotyöhön tilattiin 1 t:n Haklift-nostohaarukkavaunu (kuva 21). Nostohaarukkavaunu tukeutuu maahan tukijaloillaan, kun sitä nostetaan 300 mm, eikä sitä voi enää liikuttaa. Vaihtolaitteen asentaminen nostohaarukkavaunuun tapahtuu työntämällä nostohaarukkavaunu alustan päähän (23, s. 1).

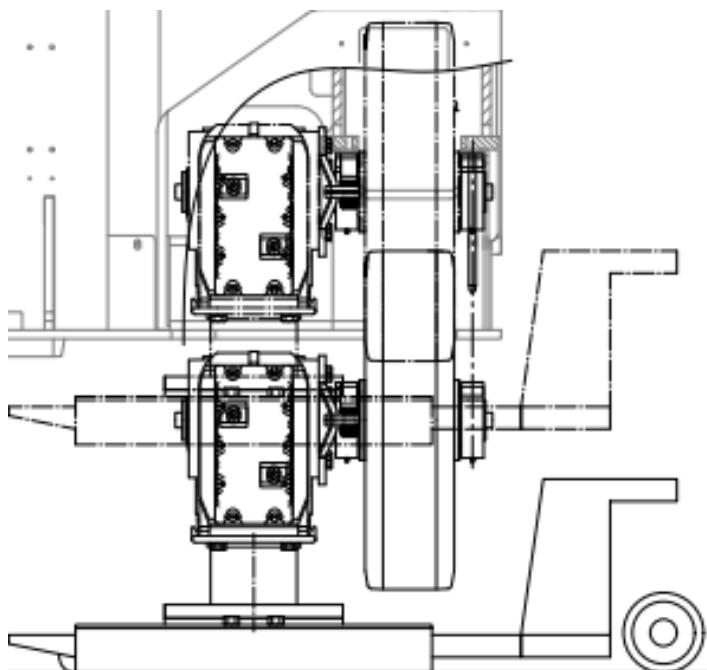


Kuva 21. Haklift-nostohaarukkavaunu

Vaunussa kiinni olevan vetokoneiston irtiottoa varten vaunun pitää olla huoltopukeillaan. Vetokoneistosta irrotetaan sen ympärillä olevat suojalevyt ja sähköliitännät. Nostohaarukkavaunu, jonka päällä on vaihtolaite (kuva 22), työnnetään vaunun alle ja se nostetaan vetokoneistoon kiinni.

Työntösuunta määräytyy vetokoneiston sijainnin mukaan, joka on merkitty vaihtolaitteeseen. Vaihtolaite kiinnitetään vetokoneiston vaihteen pohjaan neljällä pultilla. (23, s. 1.)

Kun vaihtolaite on kiinnitetty, niin vetokoneisto irrotetaan laakeripukeistaan sekä momenttituestaan. Tämän jälkeen vetokoneiston voi laskea. Pois otettu vetokoneisto nostetaan vaihtolaitteesta kiinnityspulttien irrottamisen jälkeen ja varaosakoneisto nostetaan sen tilalle.



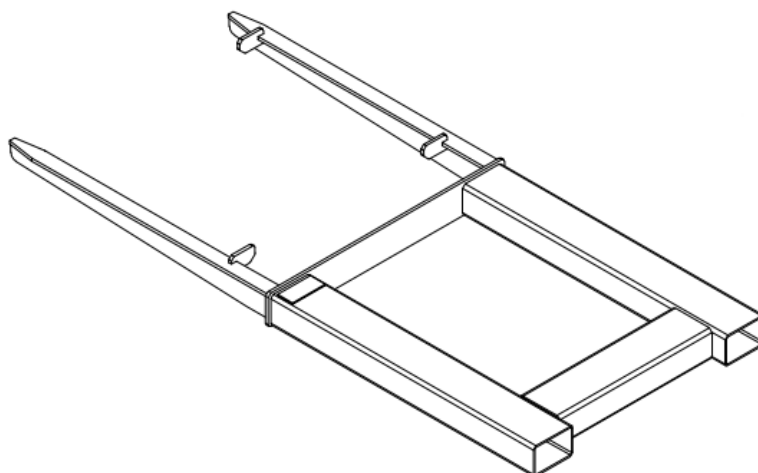
Kuva 22. Vaihtolaite vetokoneistoon kiinnitettynä (24).

Paikalleen nostossa vetokoneiston ulomman laakeripukin kiinnitysreikiin asennetaan ohjaavat tapit, jotka helpottavat koneiston asemointia nostohaarukka-vaunun ollessa alhaalla. Vaihtolaite sallii 20 mm:n sivuttaisen liikkeen joka suuntaan sekä 13 asteen kääntämisen laakeripukkien kohdistamisen helpottamiseksi. Kun vetokoneisto on nostettu vaunun runkoon kiinni, voidaan ohjaavat tapit poistaa ja laakeripukkien pultit kiinnittää. (23, s. 1.) Kun vetokoneisto on kiinnitetty laakeripukeistaan, momenttituki, sähköliitännät ja suojalevyt asennetaan paikalleen.

7.4 Ohjauskoneiston vaihtotyö

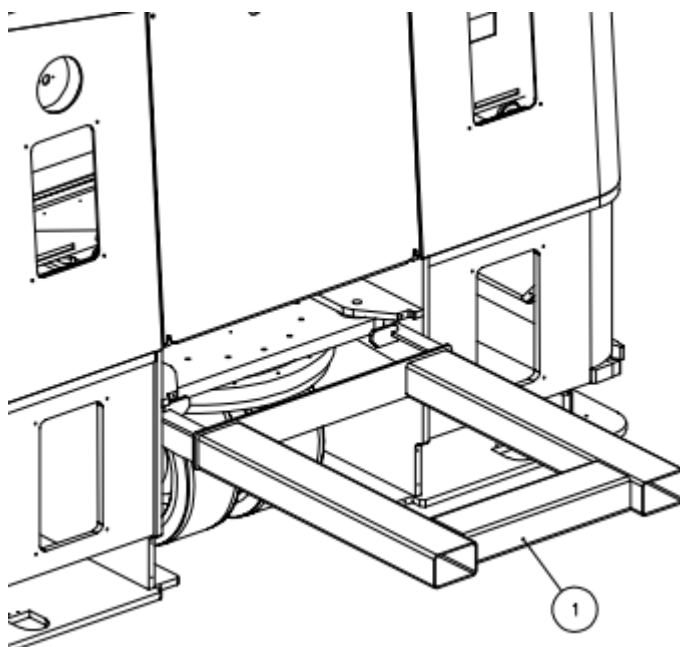
Ohjauskoneiston vaihtotyötä varten vihivaunun pitää olla huoltopukeilla. Ohjauskoneiston edestä otetaan suojalevyt pois sekä irrotetaan sähköliitännät.

Truikin piikit työnnetään asennushaarukan (kuva 23) putkipalkkeihin sisään. Truquilla asennushaarukka viedään varovasti vihivaunun rungon sisään (kuvassa 24) ohjauskoneiston kiinnityslevyn alle ja nostetaan kiinni siihen siten, että se jää kohdistuslevyjen väliin. (25, s. 3.)



Kuva 23. Asennushaarukka (26).

Kun tämä on tehty, ohjauskoneiston kiinnityspultit voidaan irrottaa ja koneisto lasketaan alas haarukan päällä. Asennus tehdään takaisin päinvastaisessa järjestyksessä. (25, s. 3.)



Kuva 24. Asennushaarukka vihivaunun ohjauskoneiston alla (27).

7.5 Apuvälineiden turvallisuustarkastelu

Kaikille vaunun huolto/korjaus töissä käytettäville apuvälineille tehtiin Safety Risk Analysis -ohjelmalla (kuva 25) eli SARAlla turvallisuustarkastelu.

Vaaratekijä ja -tilanne Pyöränvaihtolaite ja Kannatuspukit: Sormien väliin jääminen Kiinnittämisen ja siirtäminen aikana mahdollista jäädä sormet väliin.	Riskin tason arviointi Todennäköisyys: 2 Altistumisen taajuus: 1 Seurausten vakavuus: 4 Altistuvien henkilöiden lkm: 1 Riskin taso: 8
Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan) Kiinnittämisen ja siirtämisen yhteydessä kiinnitettävä huomiota sormien/käsien liikkeeseen.	Riskin tason arviointi Todennäköisyys: 1 Altistumisen taajuus: 1 Seurausten vakavuus: 4 Altistuvien henkilöiden lkm: 1 Riskin taso: 4
Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)	Riskin tason arviointi Todennäköisyys: Altistumisen taajuus: Seurausten vakavuus: Altistuvien henkilöiden lkm: Riskin taso:

Kuva 25. Riskien arviointi vetopyörän vaihdosta (28)

Riskien arviointi

SARA ohjelman riskien lukuarvot kuvassa 26 perustuvat Englannin työsuojeluhallituksen Five Steps to Risk Assessment -menetelmään. Siinä riskien taso saadaan tapahtuman todennäköisyyden, vaaralle altistumisen taajuuden, seurausten vakavuuden ja altistuvien henkilöiden määrän perusteella. Numeroiden käyttäminen saattaa olla hiukan viitteellistä, koska arvioinnit ovat hyvin subjektiivisia, joten eri henkilöiden tekemät riskiarviot voivat poiketa toisistaan huomattavasti. (28)

TAPAHTUMAN (VAARAN TOTEUTUMISEN) TODENNÄKÖISYYS		
TODENNÄKÖISYYS	LUKJARVO	
Melkein mahdoton - mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa tapauksissa	0.1	
Hyvin epätodennäköinen - kuitenkin ajateltavissa	1	
Epätodennäköinen - kuitenkin mahdollinen	1.5	
Mahdollinen, mutta epätavallinen	2	
Voisi sattua yhtä hyvin kuin jäädä tapahtumatta(50-50)	5	
Todennäköinen - ei yllättävä	8	
Ilmeinen - tapahtuminen on odotettavissa	10	
Varma - tapahtumatta jääminen olisi yllättävää	18	

VAARATEKIJÄLLE ALTISTUMISEN TAAJUUS		
ALTISTUMISEN TAAJUUSLUKJARVO		
Vuositain	0.5	
Kuukausittain	1	
Viikottain	1.5	
Päivittäin	2.5	
Kerran tunnissa	4	
Jatkuvasti	5	

SEURAUSTEN VAKAVUUS		
MAHDOLLISET PAHIMMAT SEURAUKSET	LUKJARVO	
Naarmuja tai mustelmia	0.1	
Haava, hankautuma, huonoa oloa	0.5	
Pieni luunmurtuma tai pienehkö sairaus (palautuva)	2	
Suuri luunmurtuma tai vaikea sairaus (parantuva)	4	
Raajan, silmän tai kuulon menetys	6	
Kahden raajan menetys tai sokeutuminen	10	
Kuolema	15	

SEURAUSTEN VAARATEKIJÄLLÄ ALTISTUVIEN HENKILÖIDEN LUKUMÄÄRÄ		
HENKILÖITÄ	VERTAILLUARVO	
1..2 tapaturma	1	
3..5 joukkotapaturma	2	
Yli 5 suuronnettomuus	8	

RISKIN TASO		
RISKIN TASO	TOIMENPITEET	VERTAILLUARVO
Olematon (Negligible)	Ei tarvita toimenpiteitä	0..5
Siedettävä (Tolerable)	Ellei riskiä voida poistaa, siitä varoitettava (kyltti, ohje yms.)	5..30
Merkittävä (Significant)	Riskin vähentämiseksi tarvitaan toimenpiteitä	30..50
Korkea (High)	Riskin vähentämiseksi tarvitaan kiireellisiä toimenpiteitä	50..500
Sietämätön (Unacceptable)	Työn tekeminen kielletty, ellei riskiä voida poistaa	Yli 500

Kuva 26. SARA-järjestelmän riskien arvioinnin perusta (28).

8 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin ja kehitettiin uusien vihivaunujen huolto-ohjelmaa. Työn aikana löydettiin turvallisia toimintatapoja vihivaunujen isojen komponenttien irtiottoa varten. Työssä päästiin olemaan mukana isossa projektissa ja vaikuttamaan mekaanista kunnossapitoa koskeviin asioihin. Apuvälineiden suunnittelussa päästiin myös vaikuttamaan lopputulokseen. Tavoitteena oli kehittää SSAB:n käyttöön tulevat turvalliset toimintatavat sekä ohjeet uusien vihivaunujen ennakkohuoltoon ja tyypillisiin korjauksiin. Nykypäivän työkuulttuurissa turvallisuus on ensisijaisen tärkeää, mikä huomataan myös, kun pohditaan tällaisia käyttäjää helpottavia apuvälineitä. Työohjeet ovat mekaanisen kunnossapidon käytössä kuukausittain, mutta apuvälineiden käyttötaajuus jää vielä nähtäväksi. Varautuneisuus vikatilanteisiin näiden myötä on hyvällä tasolla.

Lähteet

- 1 Historia. 2024. Verkkoaineisto. SSAB. <<https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti/history>>. Luettu 10.1.2024.
- 2 SSAB lyhyesti. 2024. Verkkoaineisto. SSAB. <<https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>>. Luettu 10.1.2024.
- 3 Toimipaikat. Yrityksen sisäinen aineisto. SSAB. Luettu 9.4.2024
- 4 Esittelymateriaali. Yrityksen sisäinen aineisto. SSAB. Luettu 11.1.2024.
- 5 What is preventative maintenance? Verkkoaineisto. IBM. <<https://www.ibm.com/topics/what-is-preventive-maintenance>>. Luettu 13.1.2024.
- 6 Mobley, R. Keith. 2004. Maintenance Fundamentals. E-kirja. Elsevier Science & Technology.
- 7 SFS-EN 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Suomen Standardisoimisliitto.
- 8 Ullrich, Günter. 2015. Automated Guided Vehicle Systems. E-kirja. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- 9 What is mecanum wheel? 2022. Verkkoaineisto. Roboctech. <<https://fi.robocotech.com/news/what-is-mecanum-wheel-61215422.html>>. Luettu 10.2.2024.
- 10 Horizontal steering drive wheels. 2024. Verkkoaineisto. Metalrota. <<https://www.metalrota.it/en/mr600fms-horizontal-steering-drive-wheel/>>. Luettu 3.3.2024.
- 11 Liimatainen, Reijo. 2023. Asennus- käyttö- ja huolto-ohjeet. 14149–20. Solving Oy Ab.

12 SFS-EN ISO 3691-4:2020. Teollisuuden trukit. Turvallisuusvaatimukset ja todentaminen. Osa 4: Miehitettömät teollisuusstrukit ja niiden järjestelmät. Suomen Standardisoimisliitto.

13 CWay. Versio 2.3.1. 2022 Kollmorgen Automation AB.

14 Sähkökaaviot. 2022. 14149–20. Solving Oy Ab.

15 Asennus- ja käyttöohje. 2023. Vaihteet tyyppisarjasta R..., F..., K..., S..., Spiroplan ® W... SEW-Eurodrive Oy.

16 GTHN 750/150H7. 2024. Verkkoaineisto. Blickle.

<<https://www.blickle.fi/tuote/GTHN-750-150H7-762523>>. Luettu 16.12.2023.

17 SFS-EN 13306:2017. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen. Suomen Standardisoimisliitto.

18 Liimatainen Reijo. 2023. Huoltokortti. AGV 14149-20. Solving Oy Ab.

19 Rönqvist, Victor. 2024. Projekti Insinööri, Solving Oy Ab, Pietarsaari. Keskustelu 11.4.2024.

20 Kunnossapitojärjestelmä. 2024. Ennakkohuoltotoimenpiteet. IFS

21 Kunnossapitojärjestelmä. 2024. Ennakkohuoltotoimenpide 5238407. IFS.

22 Dokumentti 910006776. SSAB.

23 Dokumentti 910006741. SSAB.

24 Piirustus 105004096. SSAB.

25 Dokumentti 910006803. SSAB.

26 Piirustus 105004118. SSAB.

27 Piirustus 105004117. SSAB.

28 SARA Web. 2024. Yrityksen sisäinen aineisto. SSAB. Luettu 26.1.2024

Ennakkohuoltotyön tehtävämääräin

SSAB

TEHTÄVÄMÄÄRÄIN

Sivu 1 (2)
10.03.2024

MUISTA VAAROJENARVIOINTI JA TARVITTAVAT EROTTAMIS- JA ENERGIAN PURKAMISTOIMENPITEET VAHINKOKÄYNNISTYMISEN ESTÄMISEKSI

Työtehtävän päätiedot

Tapahetki	Tapahetkimäärä	Edell. suoritusvkm	Jaksotettu huolto	Seur. suoritusvkm	Ajankohta
EH-toimenpide	5318605	Edell. suoritusvkm Jaksotettu huolto	156 viikkoa	Seur. suoritusvkm	2648
Työtilaus	93256	Tarkastus		Toimenpide	Tarkastus
Työtehtävä	96464	LIKA: VIHI NRO.1 - 36KK HUOLTO			
				Tila	Valmisteltu
				Prioriteetti	Tulevien viikkojen aikana tehtävä
				Kriittisyys	Ei luokiteltu



Kohde	66411	Palautuspaikka	
	AUTOMAATTITRUKKI 1, SIN3 30T	Toimituspaikka	
Nimikeluokka		Oire	
Kustannuspaikka	10680200	Luontipäivä	10.03.2024
Vikatyyppi		Suunn. aloitus	
Osasto	ME-LLM	Suunn. valmistuminen	
Resurssiryhmä	LIKA-ME	Kesto	
	LIIKKUVAKALUSTO MEK.KUNNOSSAPITO	Suunn. henkilömäärä	1 hloa
Raportoinut	Valtteri Daniel Vanhala +358 40 190 3448	Tulostaja	Valtteri Daniel Vanhala +358 40 190 3448
Valmistelija	Aveso Datastudio User	Työnjohtaja	
Vaati pysäytyksen	<input type="checkbox"/>	Käyttötila	Tuotannon aikana
Suorittajat			

Mallityön kuvaus

Pitkä kuvaus LIKA: VIHI NRO.1 - 36KK HUOLTO

Lisätiedot TURVALLISTAMINEN:

- Vihivaunun keulassa oleva hätäseis kytin on pääkytkin, joka painetaan alas, lukitaan ja laputetaan

HUOMIOITAVAA:

- Huolto voi vaatia vaunun käynnistämistä ja liikuttamista kesken työn, mikä tarkoittaa tietyksi sitä että turvallistamistoimet puretaan. Noudatettava erityistä varovaisuutta!
- Vihivaunun nostoon on omat 5,5m ja 7m pitkät ruskeat (6t) nostorakset

TARKASTUSHUOLTO/VOITELU:

- Tarkista öljysäiliön öljytaso, lisää tarvittaessa Mobil DTE 25
- Tarkista vaihteisto epätavallisten äänten varalta
- Tarkista veto ja ohjauspyörien kuluneisuus ja vauriot
- Puhdista jarrut paineilmalla
- Tarkista sähkömagneettijarrun ilmarako ja kuluneisuus (rako 0,3mm-0,4mm)
- Tarkista kaavintaliuskat vaurioiden varalta, puhdista ja vaihda tarvittaessa
- Tarkista veto- sekä ohjauspyörien kiinnitys
- Tarkista hydrauliset liitimet mahdollisten vuotojen varalta
- Tarkista ajovaihteiden ja ohjausvaihteiden mahdolliset öljyvuodot
- Vaihda hydraulikkaöljysuodattimet
- Vaihda hydraulioily, jos se on värjätynyt

**TEHTÄVÄMÄÄRÄIN**Sivu 2 (2)
10.03.2024

MUISTA VAAROJENARVIOINTI JA TARVITTAVAT EROTTAMIS- JA ENERGIAN PURKAMISTOIMENPITEET VAHINKOKÄYNNISTYMISEN ESTÄMISEKSI

- Vaihda ajovaihteen öljy Mobilgear 600XP 220 tilavuus 7L
- Vaihda ohjausvaihteen öljy Mobilgear 600XP 220 tilavuus 4.4L
- Tarkista nostokorvakkeet vaurioiden varalta ja vaihda tarvittaessa
- Tarkista runko vaurioiden varalta ja korjaa tarvittaessa
- Tarkista kuormankäsittelylaitteiston kiinnikkeet, kiristä tarvittaessa
- Voitele ohjauksen hammaspyörä kevyesti! (AT Avohammasrasva)
- Voitele pyörien laakerit (Unirex N3)
- Voitele kuormankäsittelylaitteiden laakerit (Unirex N3)
- Tarkista ja voitele myös nostosylintereiden kiinnityspisteet (Unirex N3)
- Yleinen toiminta

HUOM! Kuittaathan myös 1kk, 6kk ja 12kk välein tehtävät huoltotyöt samalla

Sisäinen huomautus**Suoritettu toimenpide****Suunnitellut henkilöt**

Rivi	Resurssiryhmä	Resurssiryhmän kuvaus	Nimi	Suunn. tunnit
1	LIKA-ME	LIIKKUVAKALUSTO MEK.KUNNOSSAPITO		

