



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Tino Karttunen

Huoltotoiminnan kehittäminen Lean 5S:n avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

19.3.2021

Tekijä Otsikko	Tino Karttunen Huoltotoiminnan kehittäminen Lean 5S:n avulla
Sivumäärä Aika	36 sivua 19.3.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Valmistus- ja tuotantotekniikka
Ohjaajat	Toimitusjohtaja Harri Elonen, Laivakone Oy Lehtori Heikki Paavilainen, Metropolia Ammattikorkeakoulu
<p>Insinööriyössä käsitellään sylinterinkannen huoltotoiminnan parantamista Lean-ajattelun 5S -työkalun avulla Laivakone Oy:ssä.</p> <p>Insinööriyön alussa esitellään Lean-ajattelun historiaa ja teoriaa. Teoriaosuudessa tarkastellaan tarkemmin Lean 5S -työkalua, jonka avulla huoltotoimintaa kehitetään. Teoriaosuudessa esitellään myös prosessissa syntyvien häviöiden teoriaa. Lean-osuuden jälkeen kuvataan nykyinen sylinterinkannen huoltotoiminta käyden läpi sylinterinkannen purkamiseen ja kokoamiseen tarvittavat työvaiheet. Työvaiheiden kuvaamisen jälkeen tuodaan esiin huoltotoiminnan parannusehdotukset. Parannusehdotuksissa käytettiin apuna Lean-ajattelun 5S-työkalua, jonka pohjalta suunniteltiin huoltokärryt. Huoltokärryt suunniteltiin käytäväksi juuri sylinterinkannen huoltamisen parantamisessa. Huoltokärryille suunniteltiin sisältö ja sijoitus huoltohalliin. Huoltokärryjen ylläpitämistä varten suunniteltiin kuittauslista, jolla saadaan ylläpidettyä huoltokärryjen kuntoa.</p> <p>Laivakone Oy:llä ei ollut aikaisempaa kokemusta Lean-ajattelusta ennen tätä insinööriyötä. Tämän insinööriyön avulla Laivakone Oy pystyy tutustumaan Lean-ajattelun perusteisiin ja 5S -työkalun käyttämiseen osana huoltotoimintaa. Insinööriyön avulla Laivakone Oy pystyy laajentamaan Lean-ajattelua tulevaisuudessa osaksi jokapäiväistä huoltotoimintaansa. Samalla Lean-ajattelua pystytään laajentamaan koko huoltotoiminnan käyttöön.</p> <p>Laivakoneen uusille työntekijöille insinööriyön sylinterinkannen huoltoa käsittelevät luvut toimivat perehdytys- ja koulutusmateriaalina.</p>	
Avainsanat	Lean, sylinterinkansi, 5S

Author Title	Tino Karttunen Maintenance Development by Using Lean 5S
Number of Pages Date	36 pages 19 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Production Engineering
Instructors	Harri Elonen, CEO Laivakone Oy Heikki Paavilainen, Senior Lecturer Metropolia University of Applied Sciences
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to develop cylinder head maintenance by using the Lean 5S tool in the operations of Laivakone Oy.</p> <p>To start with, the thesis examines the theory of Lean thinking and the history of Lean. The 5S tool is discussed more in detail in the theory chapter, since 5S is the tool used to develop and improve cylinder head maintenance. In the theory chapter, also the theory of waste management in the process is described. Secondly, the thesis handles how cylinder head maintenance is currently carried out at Laivakone Oy. Chapters dealing with cylinder head maintenance have been written in the same order as they are carried out in practice, and they examine the stages of dismantling and assembling of cylinder heads as well. Thirdly, suggestions for the development and improvement of cylinder head maintenance are made using the Lean 5S tool. The 5S tool was used to create workshop trolleys to improve the company's cylinder head maintenance. The workshop trolleys were created and placed in the maintenance hangar.</p> <p>Laivakone Oy did not have experience in using Lean methods before the thesis. With this thesis, Laivakone Oy can familiarize with Lean thinking and the implementation of 5S methods in practice. The company can expand Lean thinking to all their maintenance tasks with this thesis.</p> <p>For new employees of Laivakone Oy, the thesis can be used as an introduction and training material for cylinder head maintenance.</p>	
Keywords	Lean, cylinder head, 5S

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lean	2
2.1	Lean-ajattelun perusteet	2
2.2	Leanin historia	3
2.3	Hukka	4
2.4	5S	5
3	Sylinterinkannen purkaminen ja kokoaminen	7
3.1	Vastaanotto ja purkaminen	7
3.2	Rotocap	12
3.3	Venttiili	14
3.4	Koeponnistus	15
3.5	Seetirengas	17
3.6	Landing-pinta	23
3.7	Venttiin istuvuus	25
3.8	Venttiilinohjain	26
3.9	Kokoaminen	27
4	5S:n soveltaminen huoltotoiminnassa	31
4.1	Huoltokärryt	31
4.2	Huoltokärryjen suunnittelu 5S:n mukaisesti	31
5	Yhteenveto	36
	Lähteet	37

Lyhenteet

5S Lean-työkalu.

TPS Toyota Production System. Toyotan tuotantojärjestelmä.

IMVP International Motor Vehicle Program. Tutkimusohjelma, jossa kehitettiin Lean-ajattelua.

1 Johdanto

Huoltotoiminnassa on aina kehitettävää, eikä mikään prosessi voi olla täydellinen. Kehittämistä tehdään jatkuvasti, jotta prosessi saadaan toimimaan mahdollisimman tehokkaasti. Tehokkuus on nykypäivänä todella monen organisaation kehityskohteenä ja tehostamiseen panostetaan maailmanlaajuisesti. Prosessin tehokkuuden avulla organisaatiot pystyvät kehittämään toimintaansa paremmaksi.

Tämä insinööriyö on tehty Laivakone Oy:lle yrityksen toimeksiantona. Laivakone Oy on vuonna 1969 perustettu Vantaan Korsossa ja Saksan Lyypekissä toimiva konepaja. Laivakone Oy on erikoistunut laivojen, vetureiden ja teollisuuden dieselmootoreiden huoltamiseen sekä teollisuuden venttiilihuoltoihin. Laivakone Oy työllistää yhteensä 20 työntekijää, joista 15 asentajia ja 5 toimihenkilöitä. Pääpaino Laivakone Oy:n toiminnassa on laivojen dieselmootoreiden huollossa. Laivakone Oy huoltaa kattavasti eri laivojen dieselmootoreita. Pääsääntöisesti huollot suoritetaan Vantaalla Korsossa, mutta asiakkaiden tarpeiden mukaan huoltoja voidaan tehdä myös Saksan Lyypekissä.

Insinööriyön toimeksianto kehitettiin yhdessä Laivakone Oy:n toimitusjohtaja Harri Elosen kanssa. Huoltotoiminnassa oli havaittu kehityskohteita ja toimivaksi tavaksi kehittää huoltotoimintaa tunnistettiin Lean. Kehityskohteeksi insinööriyöhön valikoitui sylinterinkannen huoltotoiminta, johon insinööriyön aihe rajattiin. Sylinterinkansi valikoitui aiheeksi sen ollessa selkein kehityskohde huoltotoiminnassa. Sylinterinkannen huoltamisessa työvaiheita on runsaasti, joten kehityskohteita prosessin parantamiseksi oli useita. Sylinterinkansi on yksi laivojen moottoreiden pääkomponenteista, joita huolletaan Laivakoneella. Muita Laivakone Oy:n huoltamia pääkomponentteja laivojen moottoreissa ovat sylinteriputki ja mäntä. Tulevaisuudessa Lean-ajattelua pystytään laajentamaan kaikkiin laivan moottorin pääkomponenttien huoltamiseen.

2 Lean

2.1 Lean-ajattelun perusteet

Lean-ajattelun avulla organisaatio pystyy lähestymään hallitusti tuotannon johtamista ja tuotannon laatua. Samalla Lean-ajattelu auttaa organisaatiota ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia, joita esiintyy organisaation toiminnassa. Lean-ajattelun tarkoituksena on auttaa organisaatiota käyttämään tehokkaammin resurssejaan. Resursseja pyritään käyttämään oikealla tavalla ja oikeassa paikassa. Lean-ajattelu on tarkoitus upottaa organisaation jokapäiväiseen toimintaan. Organisaation toimiessa Lean-ajattelun mukaan jokapäiväisessä työskentelyssä on Lean-ajattelu osa organisaation normaalia työskentelytapaa. (1, s. 1.)

Organisaation prosessin lopputuloksen muutos alkaa, kun ymmärretään mistä lopputulos syntyy. Prosessin lopputulos syntyy organisaation toimintatavoista. Organisaation toimintatapoihin vaikuttaa kriittisesti, miten ihmiset käyttäytyvät ja toimivat työssään. Ihmisten käyttäytyminen ja toiminta on muutettavissa muuttamalla ihmisten ajatusmallia. Lean-ajattelun avulla muutosta on saavutettavissa. (1, s. 1.)

Lean-ajattelu keskittyy parantamiseen kehittämällä ja sujuvoittamalla organisaation prosessia. Lean-ajattelu on kehittynyt todella paljon vuosien aikana, mutta suurin kehitys Lean-ajattelulle tapahtui autovalmistaja Toyotan ansiosta. Toyota otti käyttöönsä Toyota Production System (TPS) -tuotantojärjestelmän. Toyota muutti TPS:n kautta toimintaansa, jolloin autoja aloitettiin valmistamaan suurella valikoimalla ja pienillä määrillä. (1, s. 7.)

TPS:n tarkoituksena on avata organisaation ymmärrystä omasta prosessistaan. Tarkoituksena on saada luotua organisaatiolle selkeä käsitys, miten prosessi etenee. Prosessissa tarkastellaan työskentelymenetelmiä ja pyritään kehittämään niitä. Työskentelymenetelmille pyritään etsimään tapoja, joilla työskentelyä voidaan parantaa. Työskentelyä pyritään parantamaan saamalla työskentelyn nopeutta kasvatettua ja sujuvoittamalla eri työvaiheita. Prosessin aloituksen ja lopetuksen välistä aikaa pyritään minimoimaan, jol-

loin prosessin läpimenoaika pienenee. TPS:n avulla voidaan kehittää prosessia riippumatta siitä, mistä toimialasta on kyse. TPS on käytössä muun muassa julkisella sektorilla, asiakaspalvelussa ja tuotannossa. (1, s. 9.)

2.2 Leanin historia

Lean-ajattelun historia alkaa vuodesta 1932, jolloin Taiichi Ohno aloitti työskentelyn Toyotalla. Ohno on kehittänyt Toyotan toimintatapoja jatkuvasti melkein 60 vuoden ajan. Toimintatapoja muokkaamalla Toyotalle syntyi toimintafilosofia, joka nimettiin Toyota Production Systemiksi. Ohnon ensimmäinen kirjallinen julkaisu Leanista julkaistiin vuonna 1978. Kirjan nimi on *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Aluksi kirja julkaistiin vain japanin kielellä, mutta vuonna 1988 kirja julkaistiin myös englannin kielellä. (2, s. 78.)

Lean-ajattelua paljon muokannut kirja julkaistiin vuonna 1990. Kirjan nimi on *The Machine that Changed the World*. Kirja toimii osana International Motor Vehicle Program (IMVP) -tutkimusohjelmaa, joka toimi Massachusettsin osavaltiossa sijaitsevassa Cambridgen MIT- teknillisessä korkeakoulussa. Tutkimusohjelmaan osallistui johtavia tutkijoita maailmanlaajuisesti, mutta kirjan kirjoittivat James P. Womack, Daniel T. Jones ja Daniel Roos. Tutkimustyön ansiosta kirja saatiin julkaistua ja kirjassa tulee selvästi esiin Toyotan tehokkuustason ylivoima verrattaessa kilpailijoihin. Kirjassa on esitetty Leanin muodostuvan neljästä periaatteesta. Nämä ovat tiimityö, viestintä, resurssien tehokas hyödyntäminen poistamalla hukkaa ja jatkuva parantaminen. (2, s. 79.)

Lean-ajattelua on kehitetty jatkuvasti, vaikka länsimaissa Lean-ajattelu ei vielä 2000-luvun alussa ollut paljoa käytössä. Toyotan noustessa maailman suurimmaksi autovalmistajaksi, alkoi Lean kiinnostamaan myös länsimaissa. Vuonna 2004 Jeffrey K. Liker julkaisi kirjan *The Toyota Way*. Kirja on nykyisin käytössä paljon teollisuuden- sekä palvelualoilla. Likerin kirjan perustana toimii hänen omat tutkimuksensa, joita hän on vuosien ajan tehnyt Toyotan toiminnasta Yhdysvalloissa. (2, s. 83.)

Lean-ajattelu on kehittynyt vuosien varrella valtavasti samalla kun TPS:ää on tutkittu ja parannettu. Vaikkakin Lean on nykypäivänä kansainvälinen käsite, on sillä silti vahvat yhteydet Toyotaan. Vaikka Lean-ajattelu kehitettiin alun perin teollisuuden käytettäväksi,

on se nykypäivänä laajasti käytössä todella monella eri toimialoilla. Leanista kirjoitettuja julkaisuja on todella kattavasti tarjolla ja Leanin suosio on jatkanut tasaista kasvuaan. (2, s. 84.)

2.3 Hukka

Lean-ajattelun yksi tärkeimmistä prosessin parannus kohdista on hukkien poistaminen. Lean-ajattelussa hukkaa kutsutaan sanalla muda, joka tulee japanin kielestä. Hukalla tarkoitetaan prosessin aikana tapahtuvia ylimääräisiä työvaiheita, jotka eivät edistä prosessia. Työvaihetta, joka ei edistä prosessia, kutsutaan arvoa lisäämättömäksi työvaiheeksi. Arvoa lisäämättömiä työvaihteita pyritään karsimaan pois, jolloin prosessi saadaan etenemään jouhevammin. Prosessin sisältäessä paljon hukkia on mahdollista saada prosessista kaikki tehokkuus ja tuottavuus hyödynnettyä. Hukkien poistaminen ja tunnistaminen on osa jatkuvaa parantamista, jota Lean-ajattelussa tulee tehdä toistuvasti. Toistuvuuden avulla hukkia saadaan poistettua prosessista, jolloin prosessin tuottavuus ja laatu paranevat. Hukkien poistamisen avulla on huomattu maailman johtavissa yrityksissä prosessin tehokkuuden nousevan, jonka myötä hukkien poistaminen on todettu tehokkaaksi tavaksi parantaa organisaation prosesseja. Hukkien poistaminen ei tarkoita työtahdin kasvattamista tai laadun heikentämistä prosessissa vaan nimenomaan arvoa tuottamattomien työvaiheiden poistamista.

Lean-ajattelussa hukat on jaettu seitsemään eri luokkaan:

1. Ylituotanto. Ylituotanto tarkoittaa tilannetta, jossa prosessista saatua tuotetta valmistetaan enemmän kuin sitä tarvitaan. Ylituotanto kasvattaa helposti muiden hukkien syntymistä.
2. Odottelu ja viivästyksset. Prosessin joutuessa odottamaan etenemistä syntyy väistämättä hukattua aikaa.
3. Tarpeeton kuljettaminen. Prosessin aikana materiaalien ja komponenttien turha siirtäminen aiheuttaa hukkaa.

4. Laatuvirheet. Laatuvirheet aiheuttavat turhia kustannuksia prosessille. Komponenttien vaurioitumisten korjaaminen ei auta prosessin etenemistä.
5. Tarpeettomat varastot. Komponenttien tarpeeton varastointi aiheuttaa lisäkustannuksia. Tarpeeton varastointi on yleensä seurausta ylituotannosta.
6. Ylikäsittely. Ylikäsittelyllä tarkoitetaan prosessin aikana ylimääräisiä työvaiheita, jotka eivät tuota lisäarvoa prosessiin.
7. Tarpeeton liike työskentelyssä. Prosessin aikana liike, jolla ei luoda prosessiin hyötyä, katsotaan hukaksi.

Vaikka hukat on jaettu seitsemään eri luokkaan, on myös olemassa kahdeksas hukka. Se on Lean-ajattelussa käyttämättä jätetty työntekijän luovuus. Prosessin kehittämisessä tulisi kuunnella työntekijöitä ja kehittää prosessia heidän kanssaan. Työntekijöillä on eniten tietoa prosessin työvaiheista ja menetelmistä. Työntekijöiden tiedolla ja taidolla pystytään parantamaan prosessia ja poistamaan hukkia. (3, s. 10–11.)

2.4 5S

Lean-ajattelussa on laajasti käytössä käytännön toteutukseen kehitetty 5S-työkalu. Organisaation tehokkuuden ja laadun kannalta on tärkeää työympäristön siisteys. Työympäristön siisteyden ansiosta työtä voidaan suorittaa tehokkaammin ja laadukkaammin. 5S-työkalun avulla organisaatio pystyy kehittämään työympäristön siisteyttä ja ylläpitämään sitä. Vaikka 5S:n avulla pidetään työympäristö siistinä, ei 5S kuitenkaan ole vain siivousohjelma. 5S:n avulla organisaatio pystyy havaitsemaan prosessissaan olevat hukat ja karsimaan niitä. Työympäristön siisteyden avulla saadaan työhön selkeyttä ja systemaattisuutta. Siisteys lisää työturvallisuutta ja auttaa havaitsemaan ongelmakohtat selkeämmin. Työvälineiden ollessa omilla merkityillä paikoillaan säästetään paljon aikaa työvälineiden etsimiseltä. Työn sujuvuus paranee, kun työvälineet löytyvät helposti ja työssä viihtyvyys kasvaa. Samalla työvälineiden kuntoa ja toimivuutta voidaan seurata tarkemmin järjestelmällisyyden ansiosta.

5S-lyhenne tulee viidestä japaninkielisestä sanasta Seiri (lajittele), Seiton (järjestä), Seiso (puhdistusta ja huolla), Seiketsu (vakiinnuta toimenpiteet) ja Shitsuke (ylläpidä).

5S vaatii koko organisaation sitoutumista noudattamaan järjestelmää, jotta saavutetaan mahdollisimman suuri hyöty. 5S koostuu siis seuraavista kohdista.

1. Lajittelu (Seiri). Lajittelulla tarkoitetaan työvälineiden läpikäyntiä. Kaikki tarpeettomat työvälineet poistetaan työpisteiltä. Sama lajittelu tehdään työssä käytetyille materiaaleille ja muille komponenteille.
2. Järjestely (Seiton). Lajittelu vaiheessa havaituille tarpeellisille työvälineille järjestetään omat säilytyspaikat. Säilytyspaikat sijoitetaan lähelle työpistettä ja jokaisen työvälineen paikka merkitään selkeästi.
3. Puhdistaminen ja huoltaminen (Seiso). Työvälineet puhdistetaan jokaisen työn päätyttyä. Samalla tarkistetaan työvälineiden kunto ja suoritetaan työvälineille tarvittavat huollot. Työpiste puhdistetaan samalla, jotta siisteys säilyy.
4. Vakiinnuttaminen (Seiketsu). Lajittelu, järjestely ja puhdistaminen vakiinnutetaan organisaation arkeen. Toimenpiteistä tulee osa normaalia arkea ja työntekoa organisaatiossa.
5. Ylläpito (Shitsuke) Sitoudutaan noudattamaan 5S-työkalua. Sitoutuminen koskee koko organisaatiota. 5S-työkalua kehitetään ja valvotaan jatkuvasti. (3, s. 26–27.)

Työturvallisuus on yksi keskeisimmistä asioista, joka parantuu 5S:n avulla. Työturvallisuuden parantuessa pystytään ehkäisemään työtapaturmia. Työtapaturmien ehkäisemisen kautta saadaan jälleen vähennettyä hukkaa, joka taas parantaa organisaation prosessia. Työturvallisuuden parantamisesta hyötyvät niin työnantaja kuin työntekijä. (3, s. 12–13.)

3 Sylinterinkannen purkaminen ja kokoaminen

Sylinterinkannen purkaminen ja kokoaminen suoritetaan huoltohallissa Vantaalla, jossa on tarvittavat laitteet ja välineet työn suorittamiseen. Purkaminen ja kokoaminen vaatii ammattitaitoa asentajilta. Purkamisen ja kokoamisen kannalta on tärkeää noudattaa työturvallisuus määräyksiä ja suorittaa työ ammattimaisesti. Sylinterinkansia käsiteltäessä on huomioitava niiden massa. Sylinterinkannet painavat noin 600–1000 kilogrammaa. Sylinterinkansia liikuteltaessa huoltohallissa on kiinnitettävä erityistä huomiota työturvallisuuteen. Sylinterinkansia ei myöskään saa laskea suoraan huoltohallin lattialle vaan aina puiselle lastauslavalle tai sylinterinkannelle suunnitellulle huoltoalustalle. Työvaiheet vaihtelevat hieman tapauskohtaisesti, mutta tässä insinööryössä kuvattu prosessi on yleiskatsaus työvaiheisiin. Työvaiheiden vaihtelevuus riippuu sylinterinkannen mallista ja mahdollisista vika löydöistä, joita sylinterinkannessa voi ilmetä.

3.1 Vastaanotto ja purkaminen

Sylinterinkannen huoltotoimenpiteet alkavat, kun sylinterinkansi toimitetaan laivalta huoltohallille Vantaalle. Sylinterinkansi saapuu huoltohallille kuorma-autolla, josta se siirretään huoltohalliin. Sylinterinkansi siirretään kuorma-autosta trukin avulla huoltohalliin. Kun sylinterinkansi on puisella lastauslavalla huoltohallissa, aloitetaan oikea huolto (kuva 1). Huolto aloitetaan etsimällä sylinterinkannen osanumero. Tämä vaatii yleensä sylinterinkannen puhdistamista. Sylinterinkannen osanumeroa tarvitaan, jotta sylinterinkansi tunnistetaan tietyksi yksilöksi ja sylinterinkannelle voidaan aloittaa täyttämään huoltodokumentteja. Huoltodokumentointi on todella tärkeä osa koko huoltoprosessia. Huollon aluksi on todella tärkeää kuitata sylinterinkansi vastaanotetuksi huoltoon ja aloittaa täyttämään huoltodokumentteja. Huollon lopuksi on todella tärkeää kuitata huolto suoritetuksi ja sylinterinkansi toimitetuksi, kun se on luovutettu asiakkaalle. Komponenttien jäljitettävyys on osa organisaation sisäistä auditointia. Tärkeimmille huoltotoimenpiteille on erikseen olemassa tarkistuslista, jonka avulla varmistetaan huollon aikana eri huoltotoimenpiteiden toteutuminen oikein.



Kuva 1. Sylinterinkansi lastauslavalla

Jotta sylinterinkantta voidaan liikutella huoltohallissa, asennetaan siihen tarkoitettu nostorauta sylinterinkanteen kiinni. Nostorauta nostetaan paikalleen käyttäen huoltohallissa olevaa nosturia. Sylinterikannen mallin mukaan käytetään erilaista nostorautaa. Nostorauta kiristetään sylinterinkanteen muttereilla ja momenttina käytetään käsimomenttia. Sylinterinkantta nostetaan hieman ylös, jotta sen alle saadaan asetettua pohjalevy. Pohjalevyn avulla estetään myöhemmin venttiilien hallitsematon irtoaminen. Pohjalevyn malli riippuu sylinterikannen mallista.

Sylinterikannen varsinaisesti ensimmäinen irrotettava osa on venttiilinjousi. Venttiilinjousen irrottamiseen käytetään apuna hydraulipuristinta (kuva 2). Hydraulipuristin asetetaan venttiilinjousen päälle ja hydraulipuristimen toinen puoli painaa nostoraudan pintaa vasten (kuva 3). Hydraulipuristinta säilytetään liikuteltavassa kärkyssä, joka sisältää tarvittavat työkalut venttiilinjousen irrottamiseen. Kärkyä säilytetään huoltohallissa työpiSTEEN läheisyydessä.



Kuva 2. Hydraulipuristin



Kuva 3. Hydraulipuristin asennettu venttiilinjousen päälle

Hydraulipuristimen paikalleen saatua, voidaan aloittaa tunkin avulla hydraulipaineen luominen venttiilinjoukselle. Hydraulipuristimen luoma hydraulipaine alkaa puristamaan venttiilinjousta kasaan, jolloin venttiilinjousen lukituspalat irtoavat paikoiltaan. Lukituspalat saadaan helposti nostettua pois käyttämällä magneettista nostinta. Lukituspalojen poistamisen jälkeen voidaan hydraulipuristimen paine vapauttaa. Paineen vapauduttua hydraulipuristin voidaan irrottaa venttiilinjousen päältä. Kun hydraulipuristin on irrotettu, voidaan venttiilinjouset nostaa käsivoimin pois paikoiltaan sylinterinkannesta. Venttiilinjouksia on yhteensä neljä kappaletta yhdessä sylinterinkannessa. Riippuen sylinterinkannen mallista venttiilinjouset irtoavat joko yksi kerrallaan tai kaikki neljä venttiilinjousta kerralla. Venttiilinjousen päällä on kiinnitettynä rotocap, joka irtoaa venttiilinjousen päältä nostamalla. Rotocapin tarkoitus on kääntää venttiiliä moottorin käydessä. Rotocapeja on yleensä yhteensä neljä kappaletta yhdessä sylinterinkannessa (kuva 4). Joissakin malleissa rotocapeja on vain pakoveniilleissä.



Kuva 4. Irrotettu venttiilinjousi, jonka päällä rotocap

Irrotettujen venttiilinjousten paikalle asetetaan rätit, jotka imevät ylimääräisen öljyn pois sylinterinkannesta. Rättejä pidetään paikallaan noin 10 minuuttia. Ylimääräisen öljyn imeytyttyä nostetaan sylinterinkansi teollisuuspesukoneeseen käyttämällä huoltohallin

nosturia. Laivakone Oy:n teollisuuspesukone on Idea Machine Oy:n teollisuuspesukone. Sylinterinkannen nostamisen jälkeen venttiilit jäävät asennetun pohjalevyn päälle, josta venttiilit nostetaan myös teollisuuspesukoneeseen. Sylinterinkannesta irrotetut venttiilinjouset ja rotocapit nostetaan myös teollisuuspesukoneeseen (kuva 5). Sylinterinkansi ja kaikki siitä irtoavat komponentit pestään kahteen kertaan teollisuuspesukoneessa. Yksi teollisuuspesukoneen pesuohjelma kestää noin 20 minuuttia, joten yhteensä pesuun kuuluu noin 40 minuuttia aikaa. Nostorauta irrotetaan ennen pesun alkua sylinterinkannesta.



Kuva 5. Sylinterinkansi ja komponentit menossa pesuun

Kahden suoritetun pesuohjelman jälkeen sylinterinkanteen kiinnitetään nostorauta takaisin ja sylinterinkansi nostetaan takaisin puiselle lastauslavalle käyttämällä nosturia. Nostorauta irrotetaan sylinterinkannesta ja nostetaan omalle paikalleen säilytykseen. Sylinterinkanteen jää pesun jälkeen paljon vettä, joka poistetaan käyttämällä märkäimuria. Vaikka sylinterinkansi on pesty teollisuuspesukoneessa, joudutaan sitä vielä hieman puhdistamaan. Varsinkin polttoainesuuttimen pesää ja starttiventtiilin paikkaa joudutaan

vielä puhdistamaan. Puhdistaminen tehdään käyttäen pesuainetta ja paineilmalla toimivaa puhdistintyökalua.

Sylinterinkannesta irrotetaan pinnapultit, jotka putsataan tarkemmin irrotuksen jälkeen. Pinnapulttien määrä vaihtelee sylinterinkannen mallin mukaan. Pinnapulttien irrottamiseen tarvitaan kaksi sopivan kokoista lenkkiavainta ja kaksi kontramutteria. Irrotuksen jälkeen pinnapultit kerätään säilytykseen odottamaan tarkempaa puhdistamista. Sylinterinkannen sisällä olevien venttiilinohjainten tiivisteet irrotetaan käsin. Starttiventtiin pesän pitopinnalla on sylinterinkannessa kuparitiiviste, joka irrotetaan käyttämällä erikoistyökalua.

Puretut ja pestyt venttiilinjouset tarkistetaan silmämääräisellä tarkastuksella. Sillä etsitään mahdollisia vääntymiä ja halkeamia venttiilinjouksessa. Mikäli venttiilinjouset todetaan ehjiksi, viedään venttiilinjouset varastoon odottamaan sylinterinkannen kasausta. Venttiilinjouksiin merkitään, mistä sylinterinkansi tyypistä ne ovat. Näin venttiilinjouset ovat asennusvaiheessa helppo löytää varastosta.

3.2 Rotocap

Pesun jälkeen rotocapit siirretään tarkistamista varten omalle työpisteelle. Rotocapin tarkastaminen aloitetaan silmämääräisellä tarkastamisella, jolla havaitaan mahdolliset selvät virheet rotocapissa. Rotocapin purkaminen aloitetaan lukkopalojen irrottamisella. Lukkopalat irtoavat helposti kopauttamalla kevyesti rotocapia ylösalaisin työpöydälle. Lukkopalojen irrottamisen jälkeen irrotetaan lukkorengas paikaltaan. Lukkorengas irtoaa parhaiten käyttämällä kärkipihtejä. Lukkorengas irrottamisen jälkeen rotocap puhdistetaan huolellisesti ja rotocap saadaan purettua kokonaan. Rotocapista irrotetaan kuulalevy, jonka alta paljastuu laakerikuulat. Rotocapin sisällä on laakerikuulia, jotka mahdollistavat rotocapin pyörimisen. Laakerikuulat istuvat jousen kanssa laakerikuulapesässä. Laakerikuulapesät tarkistetaan kulumisilta ja tarvittaessa pesiä voidaan hioa käyttämällä hiomapaperia. Mikäli pesät ovat todella kuluneet, niitä ei aleta korjaamaan vaan rotocap menee kierrätykseen. Laakerikuulille ja jousille suoritetaan silmämääräinen tarkastaminen, jolla etsitään kulumia. Mikäli kaikki komponentit ovat kunnossa voidaan rotocap koota takaisin.

Rotocapin kokoaminen aloitetaan asentamalla laakerikuulat ja jouset takaisin pesiinsä. Kokoaminen jatkuu asettamalla kuulalevy takaisin paikoilleen. Lopuksi asennetaan lukkorengas ja lukkopalat takaisin paikoilleen. Kokoamisen aikana on käytettävä öljyä kosketuspinoilla. Kun rotocap on saatu koottua, laitetaan siihen merkki, josta nähdään, mistä sylinterinkansi tyypistä rotocap on, ja merkki, että rotocap on huollettu (kuva 6). Huollon jälkeen rotocap laitetaan varastoon odottamaan sylinterinkannen kokoamista.



Kuva 6. Huollettu rotocap

3.3 Venttiili

Pesun jälkeen venttiilit siirretään hiekkapuhallusta varten työpisteelle. Työpisteellä suoritetaan manuaalin mukainen mittaus venttiilivarrelle. Mittauspisteet on määritelty venttiileille mallin mukaan huoltomanuaalissa. Mittauksissa tarkastellaan venttiilivarren ja venttiililautasen kulumista. Mikäli mittaustulokset ovat manuaalinohjeiden perusteella hyvät, voidaan venttiili siirtää hiekkapuhallukseen. Liian kuluneet venttiilit siirretään kierrätykseen. Laivakone Oy käyttää hiekkapuhalluksessa alumiinioksidia. Hiekkapuhalluksen avulla venttiililautasista saadaan karstoittunut lika pois. Hiekkapuhallusta ei saa kuitenkaan kohdentaa venttiilivarteen. Venttiilin ollessa valmis hiekkapuhalluksesta se siirretään seetipinnan koneistukseen (kuva 7). Venttiilin seetipinnan koneistus suoritetaan käyttämällä hiomakonetta. Hiomakoneen avulla seetipinta saadaan tasaiseksi ja kiiltäväksi. Ennen seetipinnan koneistamista tulee varmistaa, että hiomakone on oikein kalibroitu. Hiomakone pyörittää venttiiliä vasten hiomakiekkkoa, joka hioo seetipintaa. Kun seetipinta on hiottu, irrotetaan venttiili hiomakoneesta. Venttiiliin merkitään, mistä sylinterinkansi tyypistä venttiili on, ja se nostetaan varastoon odottamaan sylinterinkannen kokoamista. Ennen hiontaa tulee haluttu seetikulma aina tarkistaa.



Kuva 7. Venttiili kiinni hiomakoneessa

3.4 Koeponnistus

Koeponnistus on työvaihe, jossa saadaan selvitettyä, onko sylinterinkannessa mahdollista vuotoa. Sylinterinkannen ollessa vielä puisella lastauslavalla, on siihen hyvä kiinnittää koeponnistusta varten tarvittava vesihana. Vesihana kiinnitetään neljällä pultilla käyttäen sopivankokoista lenkkiavainta. Pultit kiristetään käsimomenttiin. Sylinterinkansi nostetaan huoltohallin nosturia ja nostoliinoja käyttäen sille tarkoitettulle huoltoalustalle. Koeponnistuksen aluksi sylinterinkannen päälle laitetaan vaseliinirasvaa, jotta koeponnistusrauta asettuu paremmin paikoilleen. Koeponnistusrauta nostetaan nosturia apuna käyttäen paikoilleen sylinterinkannen päälle. Koeponnistusrauta asennetaan kiinni sylinterinkanteen käyttämällä neljää kierretankoa (kuva 8). Kierretangot asennetaan paikoilleen käyttämällä sopivan kokoista lenkkiavainta, johon kiinnitetään jatkovarsi. Jatkovarren avulla saadaan tarvittava momentti kierretangon muttereille. Kierretangot kiristetään ristiin kiristäen ja apuna käytetään suuria pihtejä. Pihdeillä saadaan pidettyä kierretanko paikallaan. Kun kierretangot on saatu kiristettyä käsimomenttiin, asennetaan vielä kaksi ruuvipuristinta kiinni koeponnistusrataan. Ruuvipuristimet varmistavat koeponnistusraudan paikallaan pysymisen.



Kuva 8. Koeponnistusrauta kiinnitettyä sylinterinkanteen

Koeponnistusraudan asennuksen jälkeen sylinterinkansi täytetään asennetun vesihanan kautta kuumalla vedellä. Sylinterinkannen annetaan lämmetä kuuman veden ansiosta noin 15–20 minuuttia. Sylinterinkannen lämmentyä asennetaan koeponnistusrautaan koeponnistuspumppu (kuva 9). Koeponnistuspumppu asennetaan koeponnistusrautaan käyttämällä sopivankokoista lenkkiavainta. Koeponnistuspumppua säilytetään liikuteltavassa huoltokärryssä. Koeponnistuspumpun avulla sylinterinkannen sisälle aletaan muodostamaan painetta. Paine kasvatetaan noin 10 bar:n arvoon ja paine pidetään sylinterinkannessa noin 30 minuuttia. Sylinterinkannen ollessa paineistettuna huomataan helposti, mikäli sylinterinkannessa on mahdollisia vuotoja. Yleisimmin sylinterinkansi vuotaa seetirenkaan kohdalta. Seetirenkas on venttiilin istukkarengas. Vuodon löydyttäessä muualta suoritetaan sylinterinkannelle särökoe. Särökoe suoritetaan omalla erikoistyökalullaan. Mikäli vuotoja havaitaan, vaatii sylinterinkansi lisähuoltoa.



Kuva 9. Koeponnistuspumppu

Sylinterinkannen koeponnistuksen jälkeen sylinterinkansi tyhjennetään vedestä vedenpoistoletkun kautta. Samalla irrotetaan koeponnistuspumppu ja palautetaan koeponnistuspumppu omalle paikalleen huoltokärryyn. Sylinterinkannesta irrotetaan koeponnistusrauta sopivankokoisella lenkkiavaimella jatkovartta apuna käyttäen. Koeponnistusrauta nostetaan huoltohallin nosturilla koeponnistusraudan säilytyspaikkaan puiselle lastauslavalle työpisteen läheisyyteen. Sylinterinkannesta irrotetaan asennettu vesihana, ja näin koeponnistus on saatu suoritettua. Koeponnistuksen tuloksen mukaan sylinterinkannelle aletaan joko tekemään lisähuoltoa tai todetaan koeponnistuksen onnistuneen ilman vuotoja. Mikäli vuotoja ei ole havaittu koeponnistuksen aikana, merkitään huollon tarkistuslistaan kyseiselle sylinterinkannelle koeponnistuksen olevan hoidettu.

3.5 Seetirengas

Koeponnistuksessa yleisin sylinterinkannen vuotava kohta on seetirengas. Mikäli seetirenkaan kohdalla on havaittu vuoto, joudutaan seetirengas irrottamaan sylinterinkannesta. Vaikka vuotoa ei havaittaisi, irrotetaan seetirenkaat tietyissä sylinterinkansissa huollon aikana aina. Seetirenkaiden irrottaminen sylinterinkannesta hoidetaan hieman eri tavoilla sylinterinkannen mallin mukaan. Seetirenkaat voidaan irrottaa normaalilla hydraulipuristimella tai ulosvetotyökalulla (kuva 10). Hydraulipuristinta ja ulosvetotyökalua säilytetään huoltokärryssä lähellä työpistettä. Hydraulipuristin asetetaan seetirenkaan päälle rautatukien avulla. Hydraulipuristinta liikutellaan huoltohallin nosturin avulla. Hydraulipuristimella luodaan painetta seetirenkaan seinämiä vasten, jolloin seetirengas muuttaa muotoaan. Hydraulipuristimen on luotava noin 200 bar:n paine, jotta seetirengas irtoaa seetipesästä.



Kuva 10. Seetirenkaan ulosvetotyökalu

Seetirenkaan irrottua seetipesästä voidaan molemmat, seetirengas ja seetipesä, mitata. Mittausten avulla selvitetään seetirenkaan ja seetipesän välinen tiukkuus. Samalla molemmille tehdään silmämääräinen tarkastus, jossa huomataan mahdolliset selvät ongelmakohtat. Ongelmakohtia voi olla muun muassa suuri kuluma tai syöpyminen. Seetirenkaan mittaus suoritetaan käyttämällä kaarimikrometriä. Kaarimikrometri asetetaan seetirenkaan ympärille ja mitataan seetirenkaan halkaisija (kuva 11). Halkaisija mitataan useammasta kohdasta seetirenkaan ympäriltä. Seetirenkaan pitopinnan leveys ja korkeus on myös mitattava. Mittaustuloksen ollessa hyvä seetirengas vietään hiekkapuhallukseen. Hiekkapuhalluksen jälkeen seetirenkaaseen merkitään, mistä sylinterinkannesta se on irrotettu, ja laitetaan varastoon odottamaan asennusta. Mittaustuloksen ollessa raja-arvojen ulkopuolella seetirengas menee kierrätykseen.



Kuva 11. Seetirenkaan mittaus kaarimikrometrillä

Seetipesän mittaus suoritetaan käyttämällä sauvamikrometriä. Sauvamikrometri asetetaan seetipesän sisälle, jolloin saadaan mitattua seetipesän halkaisija (kuva 12). Jos seetipesän halkaisija on mittaustuloksen jälkeen hyvä, ei seetipesälle aloiteta isompaa huoltoa. Mikäli mittaustulos osoittaa seetipesän olevan huono tai pesä on syöpynyt, aloitetaan seetipesän koneistaminen. Seetipesän koneistamisen tarkoituksena on koneistaa seetipesä ylikokoon. Koneistamalla saadaan mahdollisesti syöpynyt metalli poistettua seetipesästä. Koneistamisen jälkeen seetipesään asennetaan ylikokoseeti. Koneistaminen tapahtuu huoltohallissa omalla työpisteellään, jonne koko sylinterinkansi siirretään pumppukärryllä.



Kuva 12. Sauvamikrometri seetipesässä

Seetipesän koneistaminen suoritetaan käyttämällä koneistuskonetta. Ennen seetipesän koneistamista tulee koneistuskone kalibroida oikein. Kalibrointi tapahtuu käyttämällä tarkkoja mittalaitteita. Samalla tulee selvittää manuaalista, millainen koneistusarvo kyseiseen seetipesään halutaan. Koneistaminen aloitetaan asettamalla koneistuskone seetipesän päälle, siten että leikkaava terä osuu seetipesään (kuva 13). Seetipesän koneistaminen vaati koneistajalta todella paljon keskittymiskykyä ja ammattitaitoa.



Kuva 13. Seetipesän koneistuskone

Seetipesän koneistamisen jälkeen aloitetaan seetirenkaiden takaisin asentaminen. Seetipesä ja seetirenkas tulee puhdistaa hyvin ennen asentamisen aloittamista. Seetirenkaan asennustapa vaihtelee sylinterinkannen mallin mukaisesti. Seetirenkaan asentamiseen käytetään hydraulipuristinta, joka on säilytettynä huoltokärryssä. Toinen vaihtoehto seetirenkaiden asentamiseen on käyttää nestemäistä tyypeä asentamisen apuna. Käytettävään tapaan vaikuttaa, onko seetirenkas tyypiltään O-rengastiivisteinen vai kutistusliitostiivisteinen. Seetipesä ja seetirenkas tulee mitata ennen asennusta, jotta varmistutaan vaaditusta sovitteesta. Seetirenkaaseen asennetaan uusi tiivisterengas ja seetirenkaan pitopinnalle levitetään laakerikiinnikettä. Seetirenkas asetetaan seetipesän päälle, minkä jälkeen seetirenkaan päälle asetetaan painolevy. Painolevyn päälle tulevan hydraulipuristimen avulla seetirenkas painetaan seetipesään (kuva 14). Hydraulipuristimen luomalla puristuksella seetirenkas saadaan asennettua takaisin seetipesään. Seetirenkaan painuttua seetipesään pidetään hydraulipuristimen paine aktiivisena noin 5 minuutin ajan. Seetirenkas on paineen avulla painautunut paikoilleen seetipesään. Hydraulipuristin puretaan ja palautetaan huoltokärryyn.



Kuva 14. Seetirenkaan asennus hydraulipuristimella

Seetirenkaan asentamisen jälkeen suoritetaan vielä seetirenkaan pitopinnan koneistaminen. Ennen koneistamisen aloittamista tulee varmistaa oikea astekulma seetipinnalle. Astekulma vaihtelee moottorityypin mukaan. Seetirenkaan koneistaminen suoritetaan samalla periaatteella kuin seetipesän koneistaminen. Seetirenkaan koneistuskone eroaa hieman seetipesän koneistuskoneesta, mutta toimintaperiaate niillä on täysin sama (kuva 15). Seetirenkaan koneistamisella saadaan seetirenkaalle tasainen pinta, johon venttiili kiinnittyy. Seetirenkaan takaisin asentamisen jälkeen suoritetaan sylinterinkannelle aina uudestaan koeponnistus. Koeponnistus suoritetaan samalla tavalla kuin luvussa 3.4. Koeponnistuksessa huomataan helposti, onko seetirenkaalle ja seetipesälle suoritettu huolto auttanut sylinterinkannen vuotoon. Mikäli vuotoa ei havaita sylinterinkannessa, voidaan siirtyä seuraavaan työvaiheeseen.



Kuva 15. Seetirenkaan koneistuskone

3.6 Landing-pinta

Sylinterinkannen pitopinnan eli landing-pinnan tulee olla sileä ja virheetön. Landing-pinnalta sylinterinkansi kiinnittyy sylinteriputkeen. Sylinterinkannessa on myös polttoai-neventtiilin ja starttiventtiilin kiinnityspinnat, jotka tulee tarkastaa ja tarvittaessa käsitellä. Näille pinnoille on käytössä omat työvälaineet. Yleisesti landing-pinnan käsittely suoritetaan hiomaraudalla, joka säilytetään huoltohallin varastossa (kuva 16). Landing-pinnan koneistuskonetta voidaan myös käyttää, mutta yleisesti landing-pinnalle riittää käsittely hiomaraudalla (kuva 17). Sylinterinkannen landing-pinta puhdistetaan käyttämällä dieselöljyä. Ennen hiomaraudan asentamista landing-pintaa vasten, landing-pinnalle levitetään hiomatahnaa. Hiomarauta nostetaan paikalleen käyttämällä huoltohallin nosturia. Hiomaraudan ollessa paikoillaan aloitetaan hiomaraudan edestakainen liikuttaminen käsivoimin. Hiomarauta liikutetaan, kunnes hiomaraudan ja hiomatahnan ääni hiljentyy. Tämän jälkeen hiomarauta nostetaan ylös nosturilla ja landing-pinnalle lisätään hiomatahnaa. Hiomatahnaa lisätään landing-pinnalle ja hiomarauta lasketaan landing-pinnalle edestakaista liikuttamista varten. Työvaihe toistetaan niin monta kertaa, että sylinterinkannen landing-pinta on sileä. Työvaiheen määrä vaihtelee sylinterinkannen landing-pinnan mukaan. Lopuksi hiomarauta palautetaan paikalleen varastoon nosturin avulla.



Kuva 16. Landing-pinnan hiomarauta



Kuva 17. Landing-pinnan koneistuskone

3.7 Venttiilin istuvuus

Seetirenkaan vaihdon jälkeen aloitetaan venttiilien istuvuuden tarkistaminen. Sylinterinkannessa on kahta erilaista venttiiliä. Venttiileitä on sylinterinkannen imupuolella ja pakopuolella. Imupuolella on kaksi venttiiliä ja pakopuolella kaksi venttiiliä. Sylinterinkannessa on siis yhteensä neljä venttiiliä. Venttiilit noudetaan varastosta, jossa ne ovat odottaneet venttiileille tehdyn huollon jälkeen, joka kuvattiin luvussa 3.3. Venttiileiden seetipinnalle levitetään väriainetta, jolla saadaan helposti havaittua venttiilin istuvuus seetirenkaaseen (kuva 18). Venttiili asetetaan sylinterinkanteen käyttämällä imukuppia apuna. Venttiilin seetipintaa pyöritetään seetirenkaan pinnalla imukupin avulla. Venttiili nostetaan ylös sylinterinkannesta imukupilla, jolloin havaitaan visuaalisesti, onko väriaine levittynyt tasaisesti seetirenkaan pinnalle. Väriaineen tulee peittää yksi kolmasosa seetirenkaan pinnasta. Mikäli väriaine ei ole peittänyt riittävästi seetirenkaan pintaa, voidaan venttiilin seetipinnalle levittää hiomatahnaa ja hioa kevyesti venttiiliä seetirenkaan pintaa vasten. Seetirenkaan ja seetipesän istuvuuden ollessa paljon virheellinen, koneistetaan seetirenkaan pintaa. Väriaineen levittäminen venttiilin seetipinnalle on todella tärkeää, jotta venttiilit asennetaan oikeille paikoilleen. Imupuolen ja pakopuolen venttiileiden seetikulmat ovat erilaisia, eikä niitä saa missään tapauksessa asentaa väärinpäin. Venttiileissä on myös eroavaisuuksia eri sylinterinkannen mallin mukaan. Väriaineen avulla havaitaan helposti, mikäli on tapahtumassa asennusvirhe. Väriaine ei levity juuri lainkaan, mikäli venttiiliä yritetään asentaa väärään paikkaan. Venttiileiden istuvuuden varmistamisen jälkeen venttiileitä ei saa missään tapauksessa poistaa paikoiltaan. Samalla huollon tarkistuslistaan on todella tärkeää merkata venttiilien istuvuus tarkastetuksi. Huollon tarkistuslistaan tarvitaan kahden asentajan kuittaus venttiilien istuvuuden kuittauskohtaan. Näin vältetään asennusvirheiden tapahtuminen.



Kuva 18. Väriaine levittyneenä seetirenkaan pinnalle

3.8 Venttiilinohjain

Venttiilinohjaimet tulee mitata sylinterinkannen huollon yhteydessä. Venttiilinohjaimet mitataan käyttämällä mittakelloa. Mittakellosta saadun mittaustuloksen mukaan aloitetaan mahdollinen venttiilinohjainten vaihto. Mittatuloksen ollessa manuaalin sallittujen rajojen sisällä venttiilinohjaimille ei tarvitse suorittaa vaihtoa. Venttiilinohjainten vaihto aloitetaan kääntämällä sylinterinkansi kyljelleen puiselle lastauslavalle käyttäen huoltohallin nosturia. Venttiilinohjaimet irrotetaan käyttämällä hydraulipuristinta (kuva 19). Hydraulipuristin asetetaan venttiilinohjaimen kiinni käyttämällä siihen tarkoitettua alustaa. Kiinnitykseen tarvitaan sopivankokoista lenkkiavainta, jolla kiristetään kiristysruuvi käsimomenttiin. Hydraulipuristimen kiinnityksen jälkeen aloitetaan pumppaamaan painetta venttiilinohjaimelle. Venttiilinohjain irtoaa sylinterinkannesta, minkä jälkeen hydraulipumppu voidaan irrottaa. Venttiilinohjaimia ei huolleta, vaan ne viedään kierrätykseen.



Kuva 19. Venttiiliohjaimen irrotus hydraulipuristimella

Asennusvaiheessa käytetään aina uusia venttiiliohjaimia. Venttiiliohjainten asentamiseen käytetään apuna nestemäistä tyyppiä. Uudet venttiiliohjaimet asetetaan nestemäisellä tyypellä täynnä olevaan astiaan. Venttiiliohjaimet pidetään nestemäisessä tyypessä noin 5 minuutin ajan. Venttiiliohjaimet ovat 5 minuutin aikana ehtineet hieman vetäytymään, jonka jälkeen ne voidaan asentaa käsin työntämällä paikoilleen. Asennuksen jälkeen venttiiliohjainten annetaan rauhassa jäähtyä paikoilleen. Uusille asennetuille venttiiliohjaimille suoritetaan tarkistusmittaus asentamisen jälkeen.

3.9 Kokoaminen

Sylinterinkannen kokoaminen on hyvä aloittaa sylinterinkannen ollessa kyljellään. Ennen kokoamisen aloittamista tulee varmistua imu- ja pakoventtiilien oikea paikoitus. Kokoaminen aloitetaan asentamalla uudet tiivisterenkaat venttiiliohjaimiin. Jokaiseen venttiiliohjaimeseen asennetaan uusi tiivisterengas eli yhteensä 4 kappaletta. Venttiileitä ei saa

missään nimessä poistaa paikoiltaan enää tässä vaiheessa. Venttiileitä liikutetaan ohjaimissa vain sen verran, että ohjaimien tiivisterenkaan ura tulee näkyviin. Kun tiivisterenkaat on asennettu paikoilleen, voidaan venttiilit työntää paikoilleen sylinterinkanteen. Venttiilivarsiin on hyvä levittää reilusti öljyä niitä asentaessa. Venttiileiden päälle asennetaan kokoamisteline, joka estää venttiilien liikkeen kokoamisen aikana. Kokoamistelineen asentamisen jälkeen sylinterinkansi nostetaan huoltohallin nosturilla huoltoalustalle.

Huoltoalustalle nostamisen jälkeen asennetaan kokoamista varten käytettävä hydraulipuristin. Hydraulipuristimen asennus aloitetaan asentamalla tarvittava vastarauta sylinterinkanteen. Vastaraudan ollessaan paikoillaan haetaan varastosta huolletut venttiilinjouset ja rotocapit. Venttiilinjousta ja rotocapeista tarkastetaan merkintöjen perusteella sopivuus sylinterinkanteen. Venttiilinjouset ja rotocapit asetetaan paikoilleen sylinterinkanteen käsin.

Venttiilinjousten ja rotocapien ollessa paikoillaan voidaan hydraulipuristin asentaa paikoilleen (kuva 20). Hydraulipuristimella aletaan pumppaamaan painetta venttiilinjouksille, jolloin venttiilinjouset painuvat sisään sylinterinkanteen. Venttiilinjouksien painuessa tarpeeksi kasaan rotocapien sisällä olevat lukkopalat lukittavat venttiilinjouset paikoilleen. Lukkopalojen ollessaan paikoillaan voidaan hydraulipuristimen paine vapauttaa ja purkaa hydraulipuristin pois sylinterinkannesta. Samalla irrotetaan kokoamisteline sylinterinkannesta.



Kuva 20. Hydraulipuristin venttiilinjousten päällä

Hydraulipuristimen irrotuksen jälkeen sylinterinkannen pintaa kiillotetaan käyttämällä kiillotuslaikkaa. Kiillottamisen jälkeen asennetaan uudet sylinteriputkien ja starttiventtiilin tiivisteet takaisin paikoilleen. Lopuksi asennetaan takaisin puhdistetut pinnapultit. Pinnapultit asennetaan käyttämällä sopivankokoista lenkkiavainta. Yleensä kokoamisen jälkeen sylinterinkannen sivut maalataan vielä, jotta sylinterinkansi on näyttävässä kunnossa asiakkaalle luovuttamista varten (kuva 21). Sylinterinkannen huollon aikana täytettyyn huoltodokumenttiin merkitään huollon eteneminen ja se, mitä huollossa sylinterinkannelle on tehty. Huollon jälkeen sylinterinkansi toimitetaan varastoon odottamaan asiakkaalle lähetystä. Erittäin tärkeää on merkitä sylinterinkansi luovutetuksi, kun se on toimitettu asiakkaalle.



Kuva 21. Huollosta valmistunut sylinterinkansi

4 5S:n soveltaminen huoltotoiminnassa

Laivakone Oy:llä huoltotoiminta on vuosien aikana kehittynyt ja vakiintunut. Huoltotoiminta suoritetaan vakiintuneilla toimintatavoilla ja käytännöillä. Vakiintuneet käytännöt on todettu toimiviksi, joten niitä ei pidä muuttaa liikaa. Huoltotoiminnassa on kuitenkin havaittu joitakin parannuskohteita. Suurimmaksi parannuskohteeksi huoltotoiminnassa on huomattu työvälineiden sijoittelu. Työvälineiden löytämiseen kuluu tällä hetkellä huoltotoiminnan aikana liian paljon aikaa. Työvälineiden etsiminen kuluttaa paljon asentajan aikaa ja keskeyttää työn tekemisen. Työn keskeytyminen voi pahimmillaan häiritä työn jatkamista tehokkaasti. Samalla työvälineiden etsiminen aiheuttaa asentajalle ylimääräistä stressiä.

Työvälineiden etsiminen huollon aikana on seurausta heikosta työvälineiden sijoittelusta ja sen ylläpidosta. Tällä hetkellä työvälineille ei ole vakiinnutettuja säilytyspaikkoja, joten niiden löytäminen tuo haasteita. Asentajan lopettaessa työvälineen käytön jää työväline yleensä vain lähimmän hyllyn päälle. Tämä tarkoittaa siis, että työväline voi sijaita missä vain huoltohallin hyllyistä. 5S:n avulla pystytään luomaan työvälineille selkeät paikat ja ylläpitämään työvälineiden järjestystä.

4.1 Huoltokärryt

Työvälineiden säilytykseen ja järjestyksen ylläpitoon suunnitellaan käytettäväksi huoltokärryjä. Huoltokärryjen sisältö suunnitellaan vastamaan työvaiheen tarpeita. Huoltokärryjä tarvitaan sylinterinkannen huoltamiseen kolme. Huoltokärryt tarvitaan sylinterinkannen purkamis-, koeponnistus- ja kokoamisvaiheisiin. Samalla huoltohallin yleisille kulu- tustavaroille luodaan oma huoltokärry, josta on helposti löydettävissä huollon aikana tarvittavat materiaalit. 5S:n mukaisesti ensin lajitellaan tarvittavat työvälineet ja materiaalit.

4.2 Huoltokärryjen suunnittelu 5S:n mukaisesti

Purkamisvaiheen huoltokärry tulee sisältämään tarvittavat työvälineet sylinterinkannen purkamista varten. Purkamisessa tarvittavat työvälineet ovat seuraavat:

- vasara
- hydraulipuristin
- magneettinen nostin lukituspaloille
- erikoistyökalu tiivisteiden irrottamiseen
- 2 x lenkkiavaimet pinnapulteille.

Koeponnistusvaiheen huoltokärry tulee sisältämään tarvittavat työvälineet sylinterinkannen koeponnistusta varten. Koeponnistuksessa tarvittavat työvälineet ovat seuraavat:

- vesihana ja lenkkiavain
- koeponnistusrauta
- 4 x kierretangot
- lenkkiavain ja jatkovarsi
- pihdit
- 2 x ruuvipuristin
- koeponnistuspumppu.

Kokoamisvaiheen huoltokärry tulee sisältämään tarvittavat työvälineet sylinterinkannen kokoamista varten. Kokoamisessa tarvittavat työvälineet ovat seuraavat:

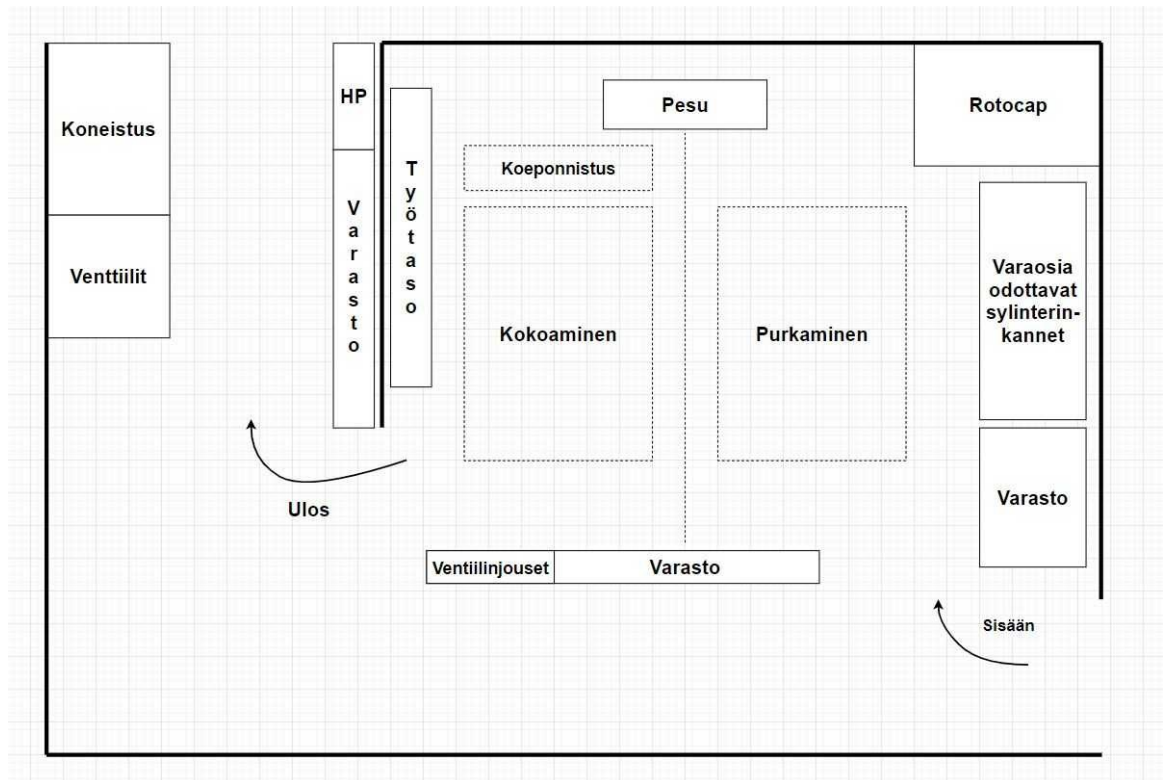
- hydraulipuristin
- kokoamisteline

- kiillotuslaikka
- lenkkiavain pinnapulteille.

Huollossa käytettäville yleisille materiaaleille luodaan oma huoltokärry, jossa on huollon aikana tarvittavia yleisiä kulutusmateriaaleja:

- vaseliinia
- rättejä
- öljyä
- tiivisteitä
- pesunestettä.

Lajittelun jälkeen 5S:n mukaisesti aloitetaan huoltokärryjen järjestäminen. Huoltokärryille merkitään omat paikkansa huoltohallissa. Huoltohallista suunnitellussa pohjapiirustuksessa nähdään suunniteltu sijoittelu eri työvaiheille ja varastoille (kuva 22).



Kuva 22. Suunniteltu pohjapiirustus huoltohallille

Huoltohalliin suunnitellussa pohjapiirustuksessa huomataan selkeästi purkamiselle, koeponnistukselle ja kokoamiselle tarkoitettuja alueita. Sylinterinkannen tullessa sisälle huoltohalliin aloitetaan sylinterinkannen purkaminen sille merkityllä alueella. Paras paikka purkamisen huoltokärrylle on sijoittaa se purkamiseen tarkoitettua aluetta viereen.

Sylinterinkannen purkamisen ja pesun jälkeen voidaan aloittaa koeponnistus sylinterinkannelle. Koeponnistuspaikka on suunniteltu teollisuuspesukoneen läheisyyteen. Koeponnistuspaikka suunniteltiin lähelle vesipistettä, jotta vesiletkeä ei tarvitse vetää ympäri huoltohallia. Koeponnistukselle tarkoitettu huoltokärry on paras sijoittaa lähelle koeponnistus aluetta.

Koeponnistuksen jälkeen voidaan aloittaa sylinterinkannen kokoaminen. Suunnitellussa pohjapiirustuksessa näkyvä kokoamisalue on nimensä mukaisesti tarkoitettu sylinterinkannen kokoamista varten. Kokoamista varten suunnitellun huoltokärryn sijoittaminen kokoamisalueen läheisyyteen on paras vaihtoehto.

Yleisille kulutusmateriaaleille tarkoitettu huoltokärry seuraa asentajan mukana läpi prosessin. Asentajan edetessä seuraavaan työvaiheeseen sylinterinkannen kanssa ottaa asentaja samalla mukaansa kulutusmateriaalien huoltokärryn.

5S:n mukaisesti huoltokärryjen sisältöä puhdistetaan ja huolletaan säännöllisesti. Työvälineet puhdistetaan aina työpäivän päätteeksi. Työvälineiden puhdistaminen auttaa seuraamaan työvälineiden kuntoa ja selkeyttää huoltoa. Huoltokärryille suunnitellaan tarkistuslista, jonka mukaan puhdistaminen ja seuranta toteutetaan (taulukko 1). 5S-työkäulun vakiinnuttaminen ja ylläpito onnistuu parhaiten tarkistuslistan avulla.

Taulukko 1. Tarkistuslista huoltokärrylle

PURKAMISEN HUOLTOKÄRRY						
PVM	Vasara	Hydraulipuristin	Magneetti	Tiivisteiden irroitus työkalu	Lenkkiavain (2X)	Tarkastaja
25.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
26.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
27.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
28.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
29.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
30.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
31.1.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
1.2.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
2.2.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
3.2.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
4.2.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
5.2.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK
6.2.2021	OK	OK	OK	OK	OK	TK

Tarkistuslistaan merkitään työvälineen kunto ja se, mikäli työväline tarvitsee korjausta. Tarkistuslistan avulla puutteet työvälineissä huomataan selkeästi. Asentajan tehtyä tarkastuksen huoltokärryn sisällölle kuittaa asentaja omilla nimikirjaimillaan huoltokärryn tarkastetuksi. Tarkistuslistat tehdään jokaiselle huoltokärrylle erikseen.

5S:n hyödyntäminen huoltokärryjen avulla helpottaa huollon jokapäiväistä toimintaa ja auttaa asentajia työskentelemään sujuvammin. Huoltokärryjen käyttäminen ja niiden tarkastaminen säännöllisesti auttaa Lean kulttuurin luomisessa Laivakone Oy:seen. Lisäkehityksenä sylinterinkannen huoltotoiminnassa käytettävät työvälineet tulisi merkitä värikoodilla. Värikoodien avulla sylinterinkannen huoltotoiminnassa käytettävät työvälineet erottuvat helposti visuaalisesti muista työvälineistä, joita Laivakoneella käytetään.

5 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selkeyttää huoltotoimintaa Laivakone Oy:n sylinterinkansien huollossa. Insinööriyö aloitettiin tutustumalla Laivakoneen toimintaan sen huoltohallissa Vantaalla. Tutustumisen aikana asentajat ja toimihenkilöt kertoivat kattavasti Laivakoneen toiminnasta. Keskusteluja toiminnan kehittämistä käytiin laajasti ja kattavasti. Käytyjen keskustelujen pohjalta oli selvää, että koko organisaatio on kiinnostunut insinööriyöstä.

Insinööriyössä käytettiin apuna Lean-ajattelun 5S-työkalua. 5S:n avulla luotiin suunnitelmat huoltokärryistä sylinterinkannen huoltamiseen. Huoltokärryjen sisältö suunniteltiin ja samalla myös huoltokärryjen sijainti huoltohallissa suunniteltiin. Huoltokärryille suunniteltiin myös alustava kuittausjärjestelmä, jolla saadaan seurattua työvälineiden kuntoa. Huoltokärryjen tarkoitus on selkeyttää huoltotoimenpiteitä ja pitää työvälineet oikeilla paikoillaan.

Insinööriyö onnistui kokonaisuudessaan hyvin, ja lopputulos miellyttää Laivakone Oy:tä. Lean osoittautui todella ajankohtaiseksi aiheeksi Laivakoneelle, ja insinööriyöstä ollaan kiinnostuneita koko organisaatiossa. 5S havaittiin toimivaksi työkaluksi järjestämään prosessin kulkua. 5S:n huomattiin olevan myös hyvä ensimmäinen askel kohti Lean-kulttuuria Laivakoneella. 5S on sopivan yksinkertainen työkalu, ja se soveltuu hyvin organisaatioon, jossa Lean ei ole vielä käytössä.

Insinööriyössä kuvataan tarkasti sylinterinkannelle suoritettavaa huoltoprosessia. Kuvauksen perustuu asentajien ja toimihenkilöiden kertomaan tietoon. Kuvauksen ansiosta insinööriyötä voidaan käyttää uusille työntekijöille perehdytyksessä ja koulutuksessa. Samalla insinööriyö toimii koko organisaatiolle johdatuksena Lean-ajatteluun ja sen käytännön toteutukseen. Tulevaisuudessa Laivakone Oy pystyy tämän insinööriyön pohjalta laajentamaan Lean-ajattelua kattamaan koko huoltotoimintaa.

Kiitokset koko Laivakone Oy:n henkilöstölle insinööriyön tukemisesta ja mielenkiinnosta aiheesta kohtaan. Kiitos käydyistä keskusteluista ja kehitysideoista. Kiitokset Harri Elloselle insinööriyön mahdollistamisesta ja luottamuksesta. Kiitokset lehtori Heikki Paavilaiselle insinööriyön ohjaamisesta.

Lähteet

1. Morgan, J. & Brenig-Jones, M. 2016. Lean Six Sigma For Dummies. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley.
2. Modig, N. & Åhlström, P. 2016. Tätä on Lean. Tukholma: Rheologica Publishing.
3. Kouri, Ilkka. Teknologiateollisuus. 2010. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.