TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Antti Ylinen

HYDRAULIIKKAJÄRJESTELMIEN KUNNOSSAPITO M-REAL KYRON KARTONKITEHTAALLA

Työn ohjaaja Kari Järvinen
Työn teettäjä M-real Kyro
Tampere 2005

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja laiteautomaatio
Koneautomaatio

Tutkintotyö	48 sivua + 1 liite
Työn ohjaaja	Kari Järvinen
Työn teettäjä	M-real Kyro
Lokakuu 2005	
Hakusanat	hydrauliikka, kunnossapito, turvallisuus

TIIVISTELMÄ

Työssä tarkastellaan hydrauliikkajärjestelmien nykytilaa sekä kehitetään ennakkohuoltoa, vianetsintämenetelmiä, hankintamäärittelyjä ja turvallisten työtapojen ohjeistusta M-real Kyron kartonkitehtaalla.

Kunnossapidon päivittäiseen käyttöön tarkoitetut tiedot on talletettu tehtaan kunnossapitojärjestelmään SAP R3. Työssä perehdyttiin kunnossapitojärjestelmään kerättyyn tietokantaan ja informaation oikeellisuutta tarkasteltiin paikan päällä. Tehtiin suunnitelmia pumppujen ja letkujen ennakkohuoltoa varten. Työn kuluessa myös ratkaistiin ja korjattiin eräs monesta viasta koostuva säätöongelma kartonkikoneen puristinosalla. Tehtiin turvallisten työtapojen muistilista ja hankintaohjeistus uusille hydrauliikkajärjestelmille.

Pääosin työn tulokset näkyvät vasta pitkän ajan kuluessa luotettavuuden parantumisena. Jos työohjeistuksen avulla voidaan välttää yksikin vakava tapaturma, on työstä ollut merkittävä hyöty. Havaittiin, että tehtaan hydrauliikkajärjestelmien kunnossapidossa on vielä paljon kehitettävää.

TAMPERE POLYTECHNIC
Mechanical and Production Engineering
Machine Automation
Ylinen, Antti

Maintenance of hydraulics systems in Kyro Board Mill
Engineering Thesis 48 pages, 1 appendix
Thesis Supervisor Kari Järvinen (MSc)
Commissioning Company M-real Oyj Kyro Board Mill.
October 2005
Keywords hydraulic, maintenance, safety

ABSTRACT

This report is an overview of the maintenance of hydraulic systems at M-real Kyro. The purpose of this work was to examine the premaintenance of the hydraulics systems. In this study the methods for failure detection, purchasing of new systems and safe working habits were developed.

All information for daily use is stored in the SAP R3 maintenance system of the mill. During this work the data base of the maintenance system has been investigated. The correctness of information has been controlled on the spot. Premaintenance schedules for pumps and hoses have been drawn up. A multi failure control problem on the press section of the board machine was resolved. A check list for safe working habits and instructions for purchasing of new hydraulic systems were prepared.

The results of this study can be noticed during a longer period, when the reliability of hydraulic systems is improved. If one serious accident can be avoided, the payback from this work is remarkable. It was also noted that there is still a lot of work in enhancing the maintenance of hydraulic systems.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
ALKUSANAT
SISÄLLYSLUETTELO
1 JOHDANTO..... 5
2 HYDRAULIIKKAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA..... 6
2.1 Osajärjestelmät.....6
2.2 Tekniset rakenteet..... 11
2.3 Varaosat..... 12
2.4 Ennakkohuollot..... 15
3 ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN..... 17
3.1 Painetason ja viskositeetin vaikutus..... 18
3.2 Pumppujen ennakkohuolto..... 18
3.3 Venttiilit..... 19
3.4 Letkut..... 19
3.5 Sylinterit..... 21
3.6 Öljyt ja suodattimet..... 22
3.7 Vuodoton järjestelmä..... 23
4 VIANETSINTÄMENETELMÄT..... 25
4.1 Yleistä vian etsinnästä..... 25
4.2 Selvitys vian etsinnästä puristinosalla 26
5 TYÖTURVALLISUUS..... 40
5.1 Perusteet..... 40
5.2 Lainsäädäntö..... 40
5.3 Turvallinen korjaustyö..... 42
5.4 Letkurikkoihin varautuminen.....43
6 HANKINTAOHJEET..... 44
7 PÄÄTELMÄT.....46

LÄHTEET.....48
LIITTEET
1 Vickers, Hydraulic Hints & Trouble Shooting Guide

1 JOHDANTO

M-realilla on kaksi tuotantokonetta Hämeenkyrön Kyröskoskella. M-real Kyro valmistaa taivekartonkia pakkausteollisuuden tarpeisiin 120 000 tonnia vuodessa ja tapetin pohjapaperia 80 000 tonnia vuodessa. Paperia valmistetaan yksi- tai kaksikerroksisena sekä päällystettynä tai päällystämättömänä asiakkaan tarpeista riippuen. Paperikone uusittiin pääosiltaan vuonna 2002. Kartonkikone on rakennettu vuonna 1994.

M-real konsernissa on käytössä erittäin laaja SAP R3 -järjestelmä. Se sisältää mm. tietokannat koneista ja laitteista, varaosien ja tarvikkeiden varastoinnin ja hankinnan, dokumenttien arkistohallinnan sekä taloushallinnon tarvitsemat toiminnot.

Tehtaassa on erittäin korkea automaatioaste. Prosessiautomaatio sekä kartonki- ja paperikoneen koneautomaatio on toteutettu Metso Automaation XD- ja DNA-järjestelmillä. Pakkauskoneiden, leikkureiden ja kuljettimien automaatio on toteutettu eri sukupolvien Siemensin Simatic-logiikoilla.

Kartonkitehtaassa on lukuisia hydrauliikkajärjestelmiä. Hydrauliikkaa käytetään kartonkikoneen telojen asemointiin ja taipumakompensointiin sekä hylkyrullaleikkureiden, pakkauskoneiden ja kuljettimien ohjauksissa. Tuotantokoneilta vaaditaan hyvää käytettävyyttä, joten kaikkien laitteiden luotettava toiminta on erittäin tärkeää.

Tutkintotyön aihe sopi hyvin tehtäviini M-realin kunnossapidossa. Vastuualuettani laajennettiin käsittämään automaatiojärjestelmien lisäksi myös mm. hydrauliikkalaitteet. Hydrauliikkajärjestelmät sijoittuvat mekaanisen kunnossapidon ja sähköautomaatio-kunnossapidon raja-alueelle. Laitteistojen huolto vaatii molempien tekniikka-alueiden osaamista sekä hyvää tuntemusta tehtaan tuotantoprosessista. Tehtäväni on myös ohjata vasta perustettua mekatroniikkaryhmää, joka perehtyy myös tähän tekniikka-alueeseen mahdollisimman perusteellisesti. Ryhmään kuuluvat lisäkseni erittäin kokeneet mekaniikka- ja automaatioasentajat.

Työtehtävät ja vastuualueet laajenevat nyt ja tulevaisuudessa. Sirkka Heinonen raportissaan / 14, s. 32 / arvioi, että tulevaisuuden työntekijöiden pitäisi kyetä hallitsemaan tehtäväkenttänsä sekä laajalti horisontaalitasolla että syvällisesti yksityiskohtien vertikaalisella tasolla. Yleisiksi osaamistarpeiksi hän raportissaan mainitsee mm.

- kyvyn löytää ja käsitellä oleellista tietoa
- hiljaisen tiedon hyödyntämisen taidon
- visiointikyvyn
- joustavuuden
- kyvyn itsenäiseen työskentelyyn.

Tutkintotyössä tarvittiin näitä taitoja ja se myös kehitti niitä. Siitä osoituksena on kohdassa 4.2 kerrottu vianetsintäkokemus kartonkikoneen puristinosan hydrauliikasta. Siinä tarvittiin tietämystä kartongin valmistusprosessista, kykyä ymmärtää hydrauliikkaa, sähkötekniikan tuntemista, automaatiojärjestelmän käyttötaitoa ja ohjelmisto-osaamista.

2 HYDRAULIIKKAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

Aluksi tutustuttiin siihen millaista informaatiota hydrauliikkalaitteista on saatavissa tehtaan SAP R3 -kunnossapitojärjestelmästä. SAP-järjestelmä on laaja, ja käyttäjäliityntä omintakeinen. Järjestelmän tehokas hyödyntäminen vaatii melkoisesti harjoittelua.

2.1 Osajärjestelmät

Kunnossapitojärjestelmästä etsittiin kaikki tehtaan eri osastojen hydrauliikkakeskukset ja -pumput. Kierrettiin tutustumassa lähes kaikissa luettelon 1 toimintopaikoissa. Tämän myötä saatiin käsityskyky siitä kuinka laaja hydrauliikan laitekanta on tehtaassa. Samalla saatiin näkemys laitteiden yleiskunnosta. Varsinkin vanhemmissa koneikoissa havaittiin runsaasti puutteita osien tunnusmerkinnöissä. Toimintopaikkojen nimityksenä käytetyt lyhenteet eivät myöskään ole joka kohdassa oikein onnistuneita. Huomattiin myös, että osa järjestelmiin tehdyistä lisäyksistä on jäänyt dokumentoimatta. Esimerkkinä voidaan mainita vanhaan hydrauliikkakeskukseen lisätty suodatin, lämmönvaihdin ja jäähdytyskiertopumppu, jotka puuttuivat koneikon hydrauliikkakaaviosta.

Luettelo 1 SAP-järjestelmästä tulostettu listaus

Kartonkikone

Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR332H0001HK	ARKKILEIKKURI KD1800 HYDRAULIKONEIKKO
KYR332I401	PURISTINOSA HYDRAULIKONEIKKO
KYR332I402	2.PURISTIMEN SYM-BELT-TELAN HYDRAULIIKKA
KYR332I404	PÄÄLLYSTYS (ASEMIEN 1&2) HYDRAULIIKKA 1
KYR332I405	PÄÄLLYSTYSOSA HYDRAULIKONEIKKO 2
KYR332I406	PASABAN-ARKKIL.HYDRAULIIKKALAITT.
KYR332I408	ARKKIPAKK.LINJAN NOSTOPÖYDÄN HYDR.L.
KYR332I410	PITUUSLEIKKURI HYDR.JÄRJESTELMÄ
KYR332I411	LAMELLIKULJ. HYDR.KONEIKKO PASABAN
KYR332I412	HYLKYRULLALEIKK.HYDRAULIIKKA
KYR332I413	LIIMAUSPURISTIN HYDRAULIIKKA
KYR332I414	SOFT-KALANTERIN SYM-TELAN HYDRAULIIKKA
KYR332I415	2.PURISTIN PALUUKIERTO HYDR.JÄRJEST.
KYR332I430	1.PURISTIN KUORMITUS HYDRAULIIKKA
KYR332I431	ESIKALANTERIN HYDRAULIIKKA
KYR332I440	ARKKILEIKKURI KD-1800 HYDR.JÄRJEST.
KYR332L101.05	BM1 PITUUSLEIKKURIN HYDRAULIKONEIKKO
KYR332P701	PUR.HYDRAULIIKKA KUORMITUSPUMPPU 1

KYR332P702	PUR.HYDRAULIIKKA KUORMITUSPUMPPU 2
KYR332P705	LIIMAUSPURISTIN HYDR.PUMPPU 3
KYR332P706	2.PUR.SYM-BELT HYDR.KUORMITUSPUMPP.1
KYR332P707	2.PUR.SYM-BELT HYDR.KUORMITUSPUMPP.2
KYR332P708	2-PURISTIN HYDR.KIERRÄTYSPUMPPU
KYR332P709	LIIMAUSPURIST.HYDR.KUORMITUSPUMPPU 1
KYR332P710	LIIMAUSPURIST.HYDR KUORMITUSPUMPPU 2
KYR332P711	PÄÄLL.HYDR. 1 KUORMITUSPUMPPU 1
KYR332P712	PÄÄLL.HYDR. 1 KUORMITUSPUMPPU 2
KYR332P714	PÄÄLL.HYDR. 1 KUORMITUSPUMPPU 3
KYR332P717	PASABAN'IN HYDRAULIIKKAPUMPPU
KYR332P718	PASABAN'IN PINOAMISPÖYDÄN HYDR.PUMPP
KYR332P719	ARKKIPAKKAUKSEN NOSTOPÖYDÄN HYDR.P.
KYR332P720	PAALIPURISTIMEN HYDRAULIIKKAPUMPPU
KYR332P724	POLAR-LEIKK.HYDR.PUMPPU
KYR332P730	HYLKYRULLALEIKK.HYDRAULIIKKAPUMPPU
KYR332P740	2-PUR.SYM-BELT HYDR.APUPUMPPU
KYR332P750	PÄÄLL.HYDR 2 KUORMITUSPUMPPU 1
KYR332P751	PÄÄLL.HYDR 2 KUORMITUSPUMPPU 2
KYR332P752	PÄÄLL.HYDR 2 SUODINPUMPPU
KYR332P766	PÄÄLL.SYM-TELA HYDR.KUORMITUSPUMPPU1
KYR332P767	PÄÄLL.SYM-TELA HYDR.KUORMITUSPUMPPU2
KYR332P769	PÄÄLL.SYM-TELA HYDR. SUODINPUMPPU
KYR332P770	ESIKAL.HYDR.JÄÄHDYTYS KIERTOPUMPPU
KYR332P771	ESIKALANT.HYDR.KUORMITUSPUMPPU 1
KYR332P772	ESIKALANT.HYDR.KUORMITUSPUMPPU 2
KYR332P773	ESIKALANT.HYDR.KÜESTERSPUMPPU
KYR332P780	PITUUSL.HYDR.KUORMITUS PUMPPU 1
KYR332P781	PITUUSL.HYDR.KUORMITUS PUMPPU 2
KYR332P782	PITUUSL.HYDR.KUORMITUS PUMPPU 3
KYR332P783	PITUUSL.HYDR.SUODINPUMPPU

Paperikone PM3

Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR233H0002HK	HIOKEJAUHIN 1 HYDRAULIIKKA
KYR233H0003HK	HIOKEJAUHIN 2 HYDRAULIIKKA
KYR233H0004HK	HYDRAULIYKSIKKÖ LIIMAPURISTIN
KYR233H0005HK	HYDRAULIYKSIKKÖ PÄÄLL.ASEMAT 1 JA 2
KYR233H0006HK	VIIRAOSAN HYDRAULIYKSIKKÖ
KYR233-HS-6900	HUOVANVAIHTO HYDRAULIPAINE
KYR233-HS-6901	HUOPATELAT NOSTO NOSTOHYDRAULIIKKA
KYR233-HS-6932	KUIVATUSRYHMÄT HYDR. PÄÄVENTTIILI
KYR233-HU-6620	VIIRAOSA HYDR.KONEIKKO
KYR233-HU-6661	KONEKALANTERI HYDRAULIIKKA KUORMITUSKONE
KYR233I401	VIIRAOSAHYDRAULIIKKA
KYR233I402	PURISTINOSA HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0001	PICK-UP HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0002	1-PURISTIMEN HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0003	2-PURISTIMEN HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0004	3-PURISTIMEN HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0005	4-PURISTIMEN HYDRAULIIKKA

KYR233I402.0009	HUOPAIMURIN HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0010	HUOVANVAIHTO HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0011	3-PUR. SYM-TELAN HYDRAULIIKKA
KYR233I402.0012	4.PUR.SYM-TELAN HYDRAULIIKKA
KYR233I403	HYDRAULIKONEIKKO PIIRI 162.20 POPE-RULL.
KYR233I404	VÄRIMERKKAIN HYDRAULIIKKA
KYR233I405	TASOVIIRAN RINTAPYÖDÄN HYDRAULIIKKA
KYR233I412	3.PUR. SYM-TELAN HYDRAULIIKKA
KYR233I413	KUIVATUSOSA HYDRAULIIKKA
KYR233I416	VÄLIKALANTERIN HYDRAULIIKKA
KYR233I417	PAINEKESKUS HYDRAULIIKKA
KYR233I4170001	PAINEKESKUS HYDRAULIIKKA
KYR233I418	KUORMITUSHYDRAULIIKKA KONEKALANTERI
KYR233I4180001	KONEKALANTERI HYDRAULIIKKA
KYR233I419	PITUUSLEIKKURI HYDR.JÄRJESTELMÄ
KYR233I419.0001	HYDRAULIKONEIKKO
KYR233I422	GILJOTIINI HYDRAULIIKKA
KYR233I425	4.PUR SYM-TELA HYDRAULIIKKA
KYR233I426	KYSTERS HYDRAULIIKKA KONEKALANT. ALATELA
KYR233K0100P	LIIMAPURISTINHYDRAULIIKKA PÄÄPUMPPU 1
KYR233K0101P	LIIMAPURISTINHYDRAULIIKKA PÄÄPUMPPU 2
KYR233K0102P	LIIMAPURISTINHYDRAULIIKKA SUODINPUMPPU
KYR233K0103P	PÄÄLL.ASEMAHYDRAULIIKKA PÄÄPUMPPU 1
KYR233K0104P	PÄÄLL.ASEMAHYDRAULIIKKA PÄÄPUMPPU 2
KYR233K0105P	PÄÄLL.ASEMAHYDRAULIIKKA SUODINPUMPPU
KYR233K0152P	VIIRAOSAN HYDRAULIIKKAPUMPPU
KYR233P701	HYDRAULIIKAN PÄÄPUMPPU 1
KYR233P702	HYDRAULIIKAN PÄÄPUMPPU 2
KYR233P703	HYDRAULIIKAN PÄÄPUMPPU 3
KYR233P704	HYDRAULIIKAN KIERTOPUMPPU
KYR233P705	RINTATELAN NOSTO HYDR.PUMPPU
KYR233P707	SYM-TELAN HYDR.PUMPPU 1 3-PURIST.
KYR233P708	SYM-TELAN HYDR.PUMPPU 2 3-PURIST.
KYR233P709	SYM-TELAN HYDR.PUMPPU 1 VÄLIK.
KYR233P710	SYM-TELAN HYDR.PUMPPU 2 VÄLIK.
KYR233P719	RULLAIN HYDR.PUMPPU 1.
KYR233P720	RULLAIN HYDR.PUMPPU 2
KYR233P721	VÄRIMERKKAIMEN HYDR.PUMPPU
KYR233P730	KUORMITUSHYDR. PUMPPU P1
KYR233P731	KUORMITUSHYDR. PUMPPU P2
KYR233P732	ALATELAN HYDRAULIIKKA KIERRÄTYSPUMPPU
KYR233P733	ALATELAN HYDRAULIIKKAPUMPPU 1
KYR233P734	ALATELAN HYDRAULIIKKAPUMPPU 2
KYR233P737	KL 500 HYDRAULI PUMPPU 1
KYR233P738	KL 500 HYDRAULI PUMPPU 2
KYR233P739	KL 500 HYDR. KIERRÄTYSPUMPPU
KYR233P741	1 BLADEN HYDRAULI PUMPPU
KYR233P742	2 BLADEN HYDRAULI PUMPPU
KYR233P743	NÄYTELEIKKURI HYDRAULIPUMPPU
KYR233P744	SYM-TELAN HYDR.PUMPPU 1 4-PURIST.
KYR233P745	SYM-TELAN HYDR.PUMPPU 2 4-PURIST.

KYR233P746	GILJOTIINI HYDR.PUMPPU
KYR233P747	YLÄTELAN HYDRAULIIKKA PUMPPU 1
KYR233P748	YLÄTELAN HYDRAULIIKKA PUMPPU 2

Rullapakkaus

ToimPaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR235I401	RULLAN NOSTO JA LASKUKOUR.HYDR.
KYR235I402	RULLAPIHDIN HYDR. SILTANOTURI
KYR235I403	NOSTOLUUKUN HYDRAULIIKKA
KYR235I404	SAKSINOSTIN HYDR.JÄRJESTELMÄ
KYR235I411	HYDRAULIIKKA 1 POS 61
KYR235I412	HYDRAULIIKKA 2 POS 62 RAUMASTER
KYR235I413	RULLAPAKKAUSKONE HYDRAULIIKKA
KYR235N228	HYDR.TYÖNNIN POS 16
KYR235P705	SAKSINOSTIN HYDR.PUMPPU
KYR235P711	HYDRAULIIKKA 1 PUMPPU
KYR235P712	HYDRAULIIKKA 2 PUMPPU 1
KYR235P713	HYDRAULIIKKA 2 PUMPPU 2
KYR235P714	RULLAPAKKAUS HYDR.PUMPPU 1
KYR235P716	RULLAPAKKAUS HYDR.PUMPPU 2
KYR235P717	RULLAPAKKAUS HYDR.PUMPPU 3
KYR235P718	RULLAPAKKAUS HYDR.PUMPPU 4

Tehdassali

ToimPaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR237I401	NOSTOLUUKKUJEN HYDR.KONEIKKO
KYR237P701	HYDRAULIPUMPPU (237I401)

Arkkipakkaus

ToimPaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR335I401	HYDRAULIJÄRJESTELMÄ SAKSINOSTIN
KYR335I402	HYDRAULIJÄRJESTELMÄ VANNEKONE
KYR335I403	HYDRAULIJÄRJESTELMÄ SAKSIN. VANNEKELA
KYR335P701	HYDRAULIPUMPPU SAKSINOSTIN
KYR335P702	HYDRAULIPUMPPU VANNEKONE

Kuorimo

ToimPaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR631H401	PURK.PORTIN HYDR.YKSIKKÖ PUHALLIN
KYR631I401	HYDRAULIKONEIKKO KUORIPURISTAJA
KYR631I402	PURKAUSPORTIN HYDRAULIYKSIKKÖ
KYR631I403	JAKOLÄPPIEN HYDRAULIIKKA
KYR631I404	ESPIN HYDRAULIKONEIKKO
KYR631I405	KATKAISULAITOS HYDRAULIKONEIKKO
KYR631P701	PURK.P.HYDR.PUMPPU
KYR631P702	JAKOL.HYDR.PUMPPU
KYR631P703	HYDRAULIIKKAPUMPPU
KYR631P704	KUORIPUR.HYDR.PUMPPU
KYR631P705	KATKAISULAITOS HYDRAULIPUMPUT
KYR631P706	ESPIN HYDR.PUMPPU

Hiomo

ToimPaikka	Nimitys
KYR634I401	HYDRAULIKONEIKKO
KYR634P701	HYDRAULIPUMPPU

Lisämassa

Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR635H0001HK	HYDRAULIKONEIKKO SILPPUTYÖNNIN
KYR635I403	JAUHIN 1.HYDRAUL. (635 E4 23)
KYR635I405	HYLKYRULLA LEIKKURIN HYDRAULIIKKA
KYR635K0006P	HYDRAULIPUMPPU SILPPUTYÖNNIN
KYR635P705	JAUHIN NRO1 HYDRAULIIKKAPUMPPU
KYR635P709	HYLKYRULLALEIKKURIN HYDRAULIPUMPPU

Lastaussilta

ToimPaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR643I401	HYDRAULIKONEIKKO 1 NOSTOLAVA N201
KYR643I402	HYDRAULIKONEIKKO 2 NOSTOLAVA N202

Jäteveden käsittely

Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys
KYR658I401	VÄLPEPURISTIMEN HYDR.KONEIKKO
KYR658I402	JÄTEPURISTIMEN HYDR.KONEIKKO
KYR658P701	VÄLPEPURISTIN HYDRAULIIKKA
KYR658P702	JÄTEPURISTIMEN HYDR.PUMPPU

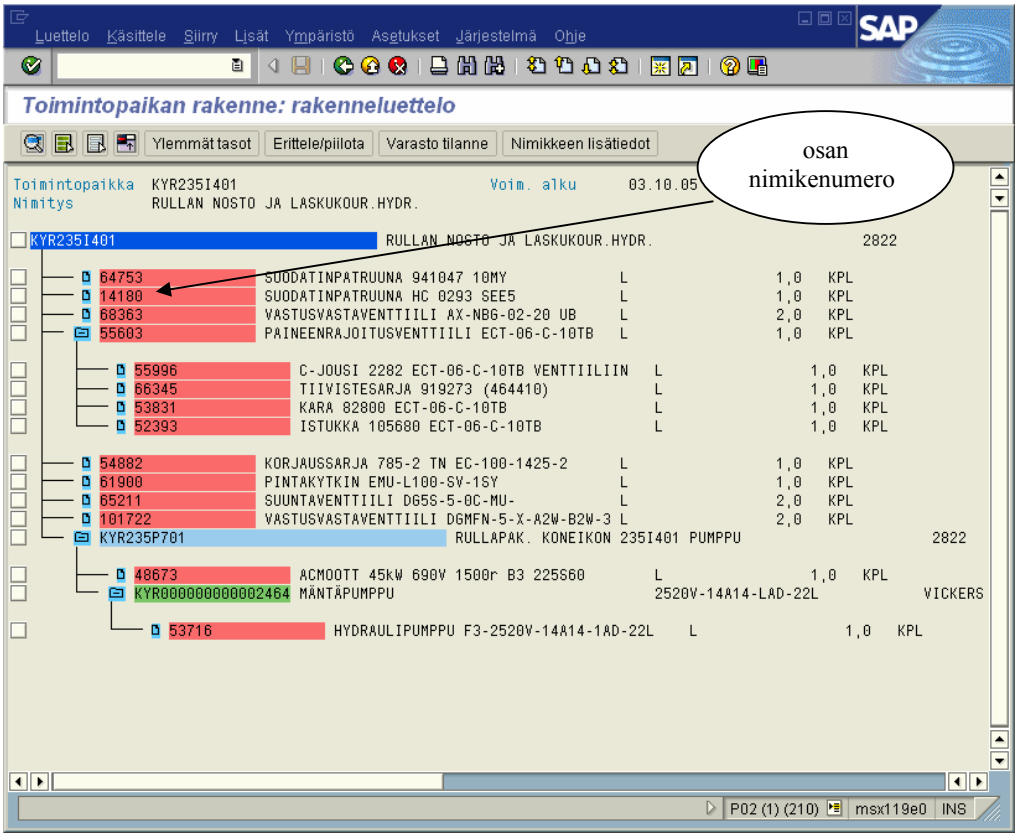
Kunnossapito

ToimPaikka	Toim.paikan nimitys
KYR560Q701	HYDR.TESTIPENKKI

2.2 Tekniset rakenteet

Toimintopaikan tekninen rakenne SAP -järjestelmässä sisältää laitteet ja varaosat. Rakenteesta näkyvät myös laitteiden ja varaosien varastonumerot ja niiden lukumäärä kyseisessä toimintopaikassa. Näkymästä voidaan siirtyä katsomaan toimintopaikalle talletettuja dokumentteja, jos ne ovat jo sähköisessä muodossa, tai nähdään arkistointitunnus muilla medioilla tehdyistä asiakirjoista.

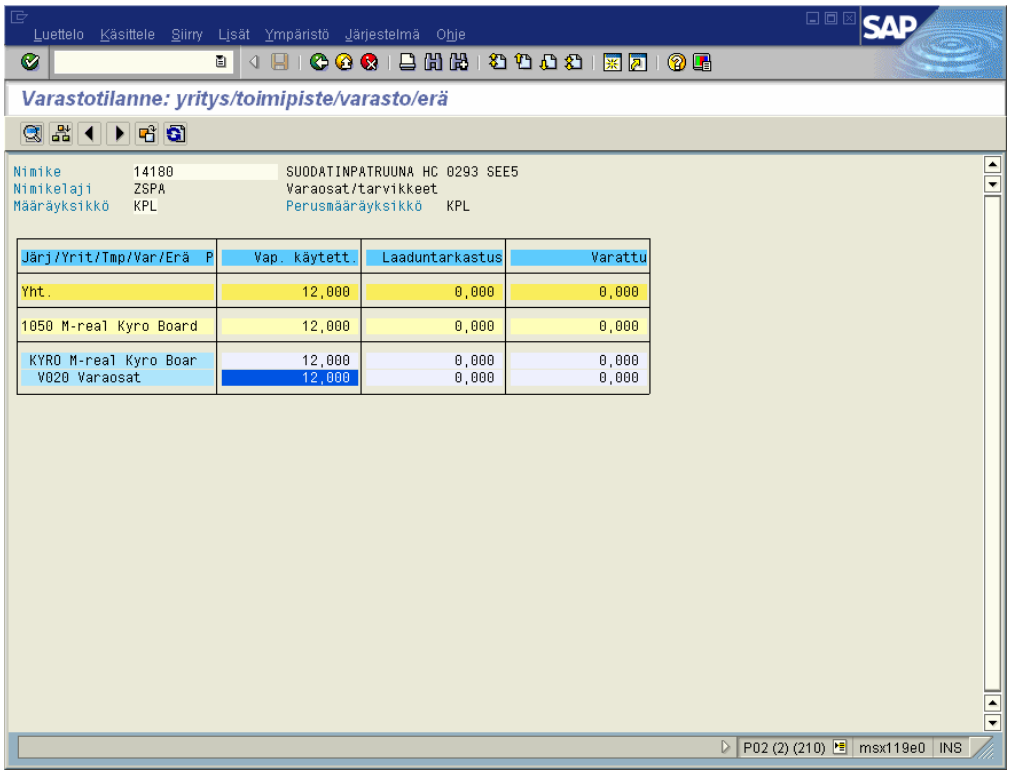
Oheisessa kuvassa 1 on esimerkkinä rullan nosto- ja laskuhydrauliikan toimintopaikan KYR235I401 rakenne. Näkymästä, valitun osan kohdalta, voidaan siirtyä suoraan varaosavaraston hallintaan.



Kuva 1 Esimerkki SAP-järjestelmään luodusta toimintopaikkarakenteesta

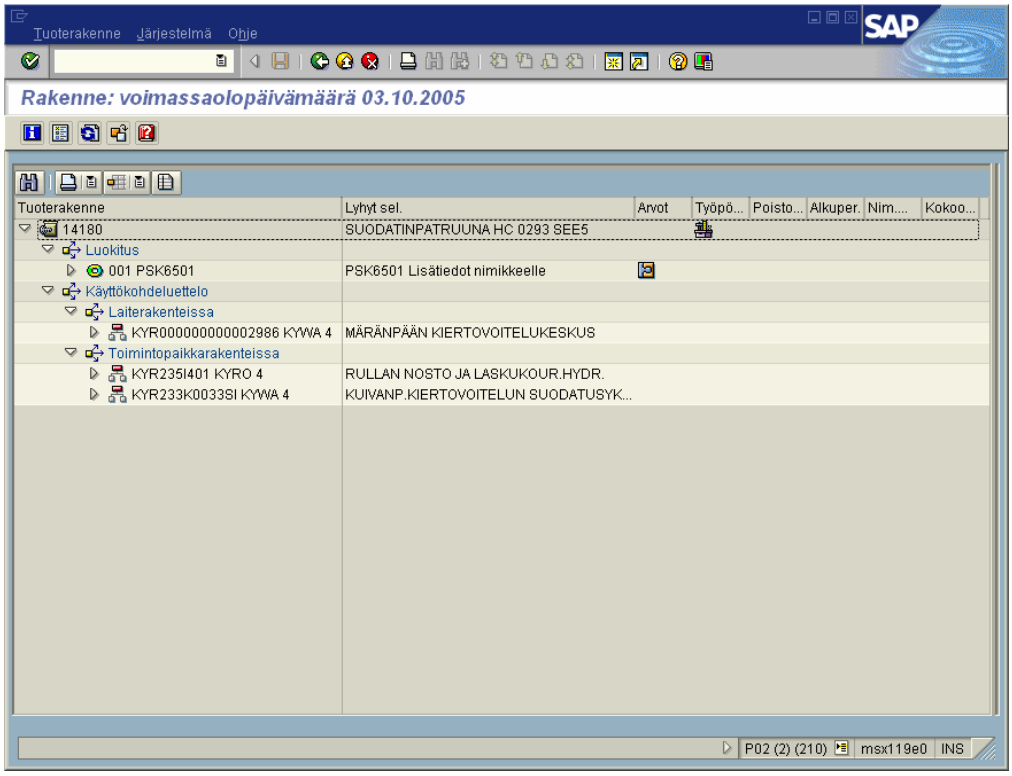
2.3 Varaosat

Varaosien hallinta ja hankinta tapahtuu myös SAP-järjestelmän avulla. Sieltä nähdään mm. osan varastotilanne, sijainti, hinta, toimittaja ja muut kyseistä osaa käyttävät toimintopaikat. Varaosien riittävyys varmistetaan automaattisella hankintaimpulssilla, kun osan varastosaldo laskee ennalta määrättyyn raja-arvoon. Jokaiselle nimikkeelle on määritetty vastuuhenkilö, jonka harkitsee impulssin hyväksymisen ostotapahtumaksi. Varaosavarasto sitoo runsaasti pääomaa, joten se pyritään pitämään mahdollisimman pienenä vaarantamatta tuotantoa. Konsernin eri yksiköiden varastotilanteet ovat nähtävissä SAP-järjestelmästä kaikilla tehtailla (kuva 2). Vian sattuessa kriittinen, mutta harvoin tarvittava osa voidaan noutaa toisesta yksiköstä. Näin sitoutuneen pääoman määrää saadaan vähennettyä.



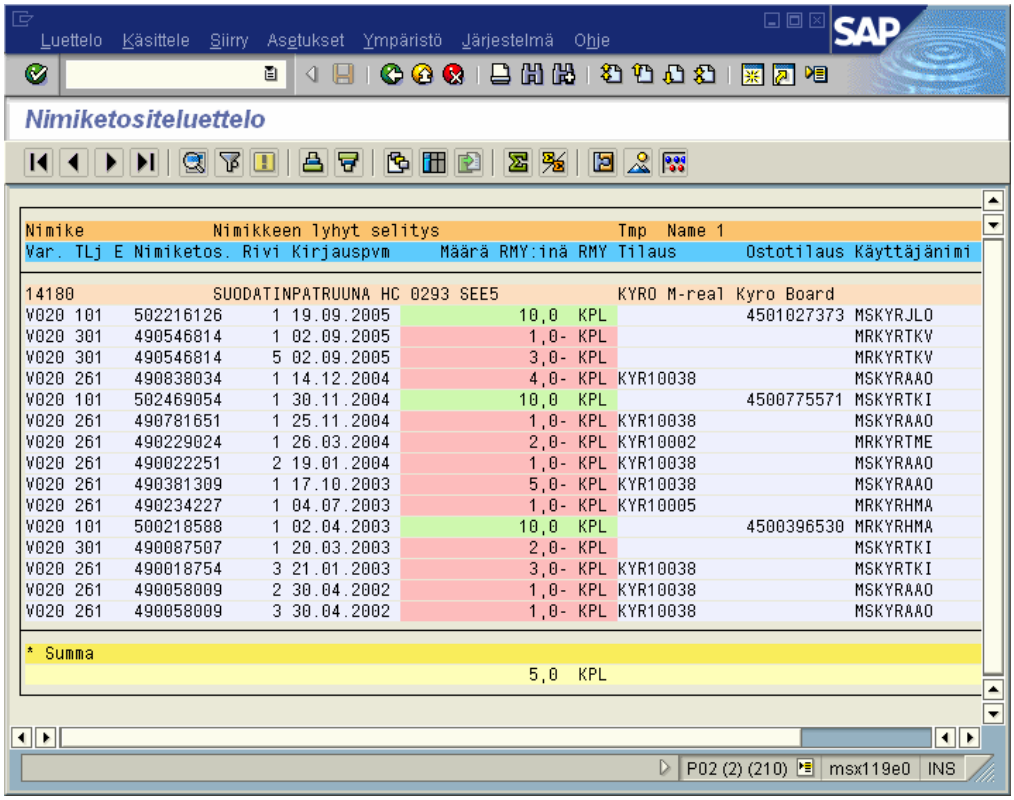
Kuva 2 Suodatinpatruunan, nimike 14180, varastotilanne

Monesti halutaan myös tietää, missä eri kohteissa kyseistä osaa käytetään. SAP-järjestelmästä on sekin selvitettävissä (kuva 3), jos vain tiedot on aikanaan talletettu huolellisesti.



Kuva 3 Suodatinpatruunan, nimike 14180, käyttökohteet.

Kunnossapidon tarvikkeiden hankintasuunnittelua helpottaa tieto siitä kuinka usein jotakin komponenttia on otettu varastosta. Samalla nähdään, kuinka usein ja minkä kokoisissa erissä sitä on varastoon hankittu (kuva 4).

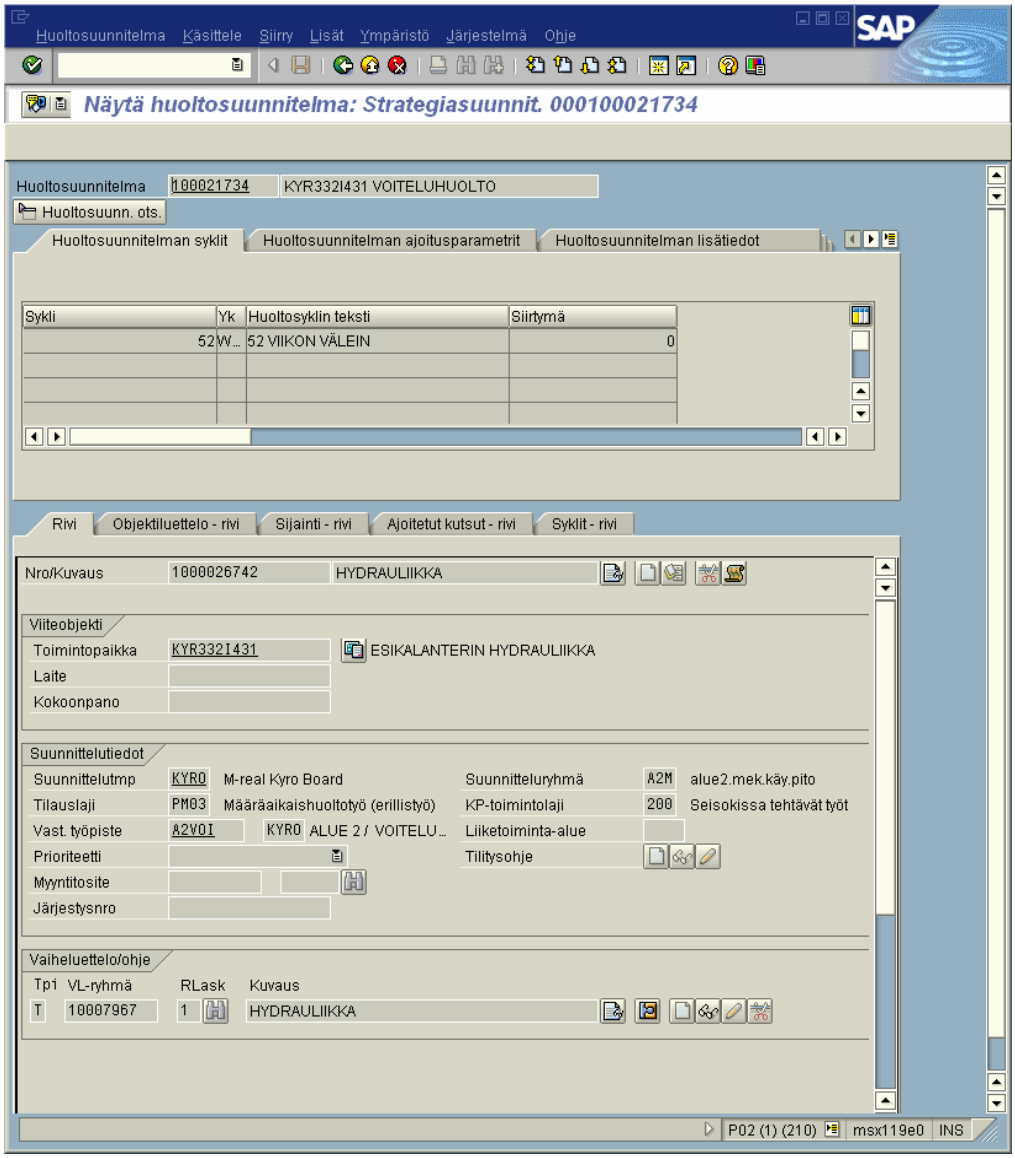


Nimike			Nimikkeen lyhyt selitys				Tmp	Name 1		
Var.	TLj	E Nimiketos.	Rivi	Kirjauspvm	Määrä	RMY:inä	RMY	Tilaus	Ostotilaus	Käyttäjänimi
14180				SUODATINPATRUUNA HC 0293 SEE5				KYRO M-real Kyro Board		
V020	101	502216126	1	19.09.2005	10,0	KPL			4501027373	MSKYRJLO
V020	301	490546814	1	02.09.2005	1,0-	KPL				MRKYRTKV
V020	301	490546814	5	02.09.2005	3,0-	KPL				MRKYRTKV
V020	261	490838034	1	14.12.2004	4,0-	KPL	KYR10038			MSKYRAAO
V020	101	502469054	1	30.11.2004	10,0	KPL			4500775571	MSKYRTKI
V020	261	490781651	1	25.11.2004	1,0-	KPL	KYR10038			MSKYRAAO
V020	261	490229024	1	26.03.2004	2,0-	KPL	KYR10002			MRKYRTME
V020	261	490022251	2	19.01.2004	1,0-	KPL	KYR10038			MSKYRAAO
V020	261	490381309	1	17.10.2003	5,0-	KPL	KYR10038			MSKYRAAO
V020	261	490234227	1	04.07.2003	1,0-	KPL	KYR10005			MRKYRHMA
V020	101	500218588	1	02.04.2003	10,0	KPL			4500396530	MRKYRHMA
V020	301	490087507	1	20.03.2003	2,0-	KPL				MSKYRTKI
V020	261	490018754	3	21.01.2003	3,0-	KPL	KYR10038			MSKYRTKI
V020	261	490058009	2	30.04.2002	1,0-	KPL	KYR10038			MSKYRAAO
V020	261	490058009	3	30.04.2002	1,0-	KPL	KYR10038			MSKYRAAO
* Summa										
					5,0	KPL				

Kuva 4 Suodatinpatruunan varastotapahtumat

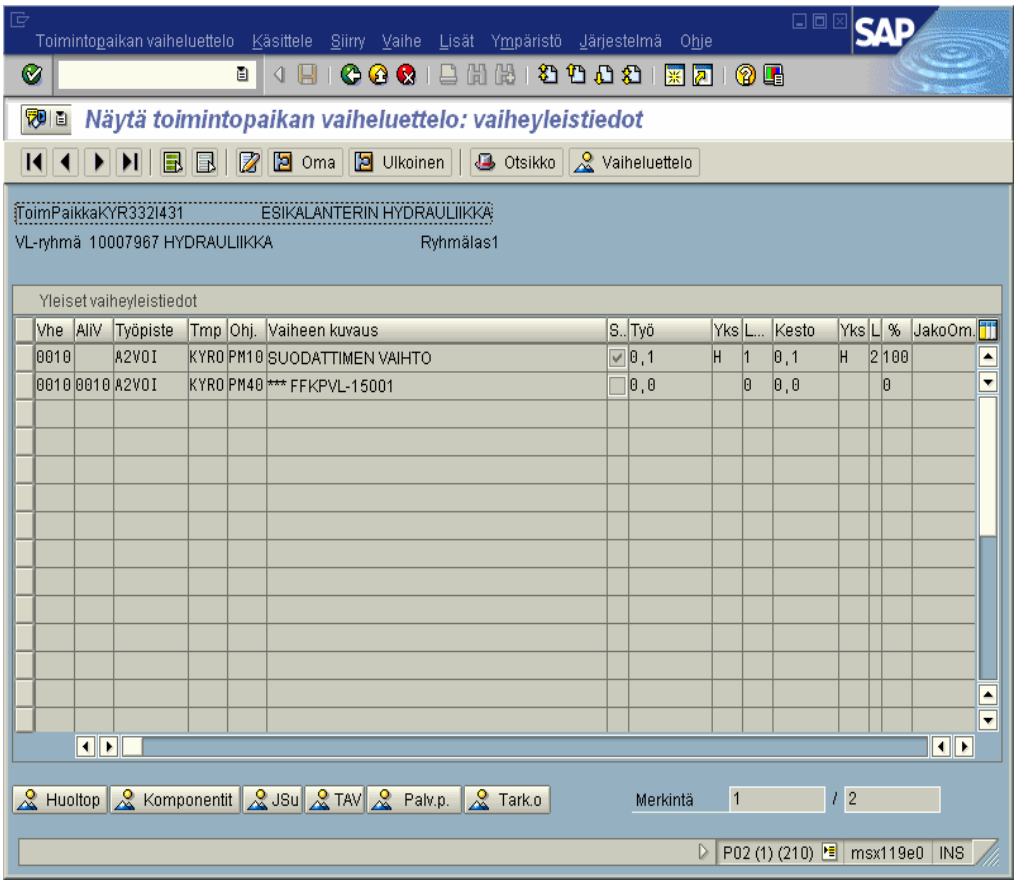
2.4 Ennakkohuollot

Kunnossapitojärjestelmään voidaan laatia ennakkohuolto-ohjelmia (kuva 5). Toistuvalle työlle, kuten suodattimen vaihdolle, asetetaan vaihtoväli. Tämä aika arvioidaan toimittajan suositusten ja kokemuksen perusteella. Kun asetettu aika saavutetaan, järjestelmä generoi kunnossapitotilauksen (ns. työmääräin). Asentaja tekee työn ja kuittaa sen valmiiksi, josta hetkestä alkaa uusi laskentasykli. Näin varmistetaan, etteivät määräajoin suoritettavat työt unohdu ja valmiit tehtävät tulevat kirjatuiksi tietokantaan.



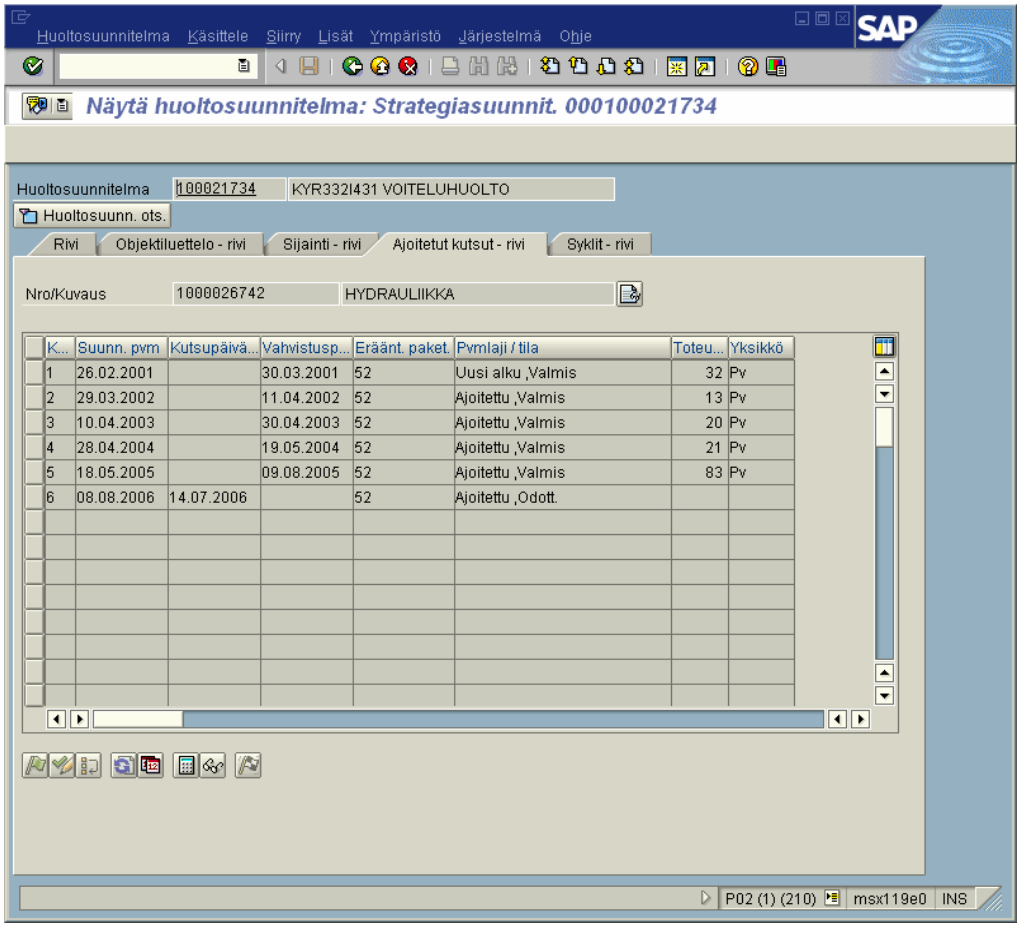
Kuva 5 Ennakkohuoltosuunnitelma esikalanterin hydrauliikalle

Työn vaihenäytöstä selviää työn kohde, mille työryhmälle tehtävä on suunniteltu annettavaksi, arvioitu kesto, varsinainen tehtävä ja tarvittavat osat (kuva 6).



Kuva 6 Ennakkohuollon tehtävä ja tarvikkeet

Huoltosuunnitelman ajoitettujen kutsujen listalta voidaan seurata, koska työ on harkittu tehtäväksi ja monenko päivän kuluttua suunnitellusta se on toteutunut (kuva 7). Näytöllä on myös huoltojaksojen väli ja aika, koska tämä työ seuraavan kerran tulee tehtäväksi.



Kuva 7 Toteutuneet ennakkohuollot ja seuraava syklin mukainen tehtävä

3 ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN

Hydrauliikkajärjestelmien oikealla ennakkohuollolla on ratkaiseva merkitys laitteiston käytettävyyteen ja elinikään. Suunnittelematonta seisokkia ja prosessihäiriötä voidaan pitää pahimpana asiana, joka teollisuuslaitoksen kunnossapito-osastolle voi sattua. Selvitettiin huoltoikään vaikuttavia tekijöitä eri lähteistä. Mietittiin tärkeimpiä ennakkohuoltotehtäviä ja tehtiin kooste tärkeimmiksi katsotuista asioista. Tutustuttiin SAP-järjestelmään jo laadittuihin ennakkohuoltosuunnitelmiin. Todettiin, että niissä oli pääsääntöisesti huomioitu vain suodattimien vaihdot.

3.1 Painetason ja viskositeetin vaikutus

Painetason ja viskositeetin vaikutus huoltoikään on merkittävä /5/.

$$L_1 / L_2 = (M_2 / M_1)^{10/3}$$

L = huoltoikä (h)
M = momentti (Nm)

$$L_1 / L_2 = (v_1 / v_2)^{0,6}$$

L = huoltoikä (h)
v = viskositeetti (cSt)

Esimerkiksi paineen noustessa kaksinkertaisesti huoltoikä putoaa yhteen kymmenenteen osaan tai viskositeetin pudotessa puoleen (tason ollessa vielä >40 cSt) moottorin huoltoikä voi pudota jopa 30 %. Öljyn lämpötilan nousu pudottaa viskositeettia.

3.2 Pumppujen ennakkohuolto

Pumpun toimintakunnosta saadaan tietoa mittaamalla pumpun tuotto eri kuormituksilla ja vertaamalla sitä kierrostilavuuden ja pumpun pyörimisnopeuden avulla laskettuun teoreettiseen tuottoon. Hyötysuhteen pudottua alle 0,6 pumppu on korjattava. Pumpun häviöt muuttuvat pääosin lämmöksi. Eräs keino on mitata pumpun vuotoöljyn lämpötilaa, joka nousee nopeasti vuotojen lisääntyessä.

Pumppujen käyttötunnit pitää tietää, jotta huoltovälit voidaan suunnitella. Automaatiojärjestelmään kytkettyjen pumppujen käyttötuntilaskurit voidaan tehdä ohjelmallisesti. Osalla pumpuista laskurit ovat jo olemassa, mutta moneen kohteeseen ne pitää lisätä. Toimittajilta pitäisi saada laskennalliset käyttöikätiedot, joihin verrataan toteutuneita käyttötunteja.

Teollisuudessa on yleensä puhtaammat öljyt ja pienemmät paineet kuin esimerkiksi liikkuvissa työkoneissa. Yleisen kokemuksen perusteella kierrostilavuudeltaan 45–100 cm3 pumppujen vaihtoikä on 40 000–45 000 h (5–6 vuotta). Mitä suurempi pumppu on avopiirissä, sitä lyhyempi sen käyttöikä on kavitaation vuoksi. Imukanava on liian pieni, kun pumpun tuotto on 250–700 cm3. Tällöin pumpun vaihtoväli on noin 10 000 h. Pumpun säätölevyn kulma vaikuttaa myös ratkaisevasti pumpun käyttöikään. Pienellä kulmalla saadaan pitkä käyttöikä. Kartonkitehtaassa hydrauliikan käyttöpaineet ovat noin 140 baria ja öljyt pysyvät puhtaina. Kokemus myös osoittaa, että pumput toimivat hyvinkin yli edellä mainitun 6 vuoden vaihtovälin. Tärkeimmissä kohteissa on myös varapumput, jotka käynnistyvät automaattisesti pääpumpun pysähtyessä tai paineiden laskiessa alle alarajan. SAP-järjestelmän ennakkohuolto-ohjelmaan lisätään pumpuille 6 vuoden huoltoväli, jotta saavutetaan luotettava toiminta lisäämättä kustannuksia. Nykyisillä pumpuilla vain osalla on käyntiajan laskenta, joten muiden käyntiajat

pitää arvioida asennusajankohdan perusteella. Pumppu kannattaa vaihtaa ajoissa, jotta järjestelmään ei pääsisi metallia pumpun äkillisesti vaurioituessa.

Uutta vinokulmapumppua asennettaessa öljytäyttö unohtuu helposti ja laakerit käyvät kuivina. Myös säätimeen voi jäädä ilmaa, ilmaus tehdään säätimen tulpasta. Kotelopaineen ja imupaineen ero on ratkaiseva vinolevypumpuissa. Vinolevypumppujen vuodon lisääntyessä kotelopaine kasvaa, kun vuotokanava ei pysty johtamaan öljyä pois. Männät irtoavat hetkeksi imuvaiheessa alustasta ja niiden osuessa uudelleen alustaansa syntyy iskuvaurioita. Vinolevypumppujen ongelmat ovat yleisimmin laakereissa. Jos vinolevypumpun nollasäätö ei toimi eli sitä ei saada säädettyä, syynä voi olla kuluma säätölaitteessa.

Kannen aukaisu kertoo paljon pumpusta, ja suurennuslasi on hyvä työkalu kunnon tutkimiseen. Männän kengän päästä, pinnasta, näkyy öljyn puhtaus.

Pumppuihin on saatavissa korjaussarja. Sitä asennettaessa on laakeritiukkuus huomioitava, tarvittaessa hiottava sovituslevy ja lopuksi mitattava akseliliike. Käytännössä M-real Kyro ostaa nämä työt ulkopuoliselta toimittajalta.

Pumppujen lämpökuvaukset kannattaa tehdä toimivista laitteista ja tallentaa. Niihin on hyvä verrata myöhemmin vaikkapa vikatilanteessa otettuja kuvia.

3.3 Venttiilit

Venttiilien toimintaan vaikuttaa voimakkaasti öljyn puhtaus. Pienten välysten vuoksi kara juuttuu herkästi tai takertelee ohjattaessa. Suuntaventtiilien kulumisongelma on lisääntyneet vuodot ”vääriin” linjoihin ja painevahvistuksen muuttuminen. Myös tilavuusvirtakäyrä saattaa muuttua epäsymmetriseksi ja nollapisteen säätö käydä vaikeaksi. Paineventtiilien vuodot johtavat toimilaitteiden valumiseen ja voiman puutteeseen.

Venttiilien toiminnan perusteellinen tarkastus vaatii erityisen testipenkin, jossa paineet, tilavuusvirrat ja ohjaukset voidaan mitata ja taltioida tietokoneelle ja näyttää trendeinä. M-real Kyron tehtaalla ei tällaista laitteistoa ole, vaan tarvittaessa turvaudutaan toimittajan huoltoon. Lämpökamera on hyvä työkalu myös venttiilien toiminnan valvontaan ja vian hakuun. Lämpötilan nousu paljastaa mm. jatkuvasti vuotavan paineenrajoitusventtiilin.

3.4 Letkut

Kumiletkut vanhenevat sekä käytössä että varastoinnissa /1/. Kumiletkun käyttöikä on enintään 6 vuotta, johon sisältyy enintään 4 vuoden varastointi valmistajan suosittelemissa olosuhteissa. Huomattiin, että varastointiolosuhteita on syytä parantaa. Nykyisen varaston huonelämpötila on liian korkea, yli 20 ºC, ja siellä on vuorokaudet ympäri päällä oleva loisteputkivalaistus. Se synnyttää kumille haitallista ultraviolettisäteilyä. SAP-järjestelmän ennakkohuolto-ohjelmiin pitää lisätä letkujen vaihtotyö. Vaihtoväliksi asetetaan 4 vuotta.

Termoplastiset letkut ovat pitkäikäisempiä. Käyttöikä voi olla jopa 20 vuotta, kunhan letkun kunto tarkastetaan välillä koeponnistuksella. Koeponnistuksen toteuttaminen on vaikeaa tehdasolosuhteissa, jossa seisokkeja on harvoin.

Liittimen sisäosa ja holkki muodostavat parin. Erityyppisiä osia ei saa sekoittaa. Eri valmistajilla on valtava määrä omia sovelluksia. Valmistajan asennusohjeita pitää aina noudattaa.

Mitoituksessa ja asennuksessa tulee huomioida seuraavaa: /1/

- Mitoitetaan öljyn virtausnopeudeksi korkeitaan 4–6 m/s.
- Kohdistetaan letkuun vain yhdensuuntaista liikettä, ei kiemurtelua.
- Pituussuuntaista vääntöä ei anneta syntyä.
- Vetorasitusta ei saa esiintyä.
- Tuetaan letku niin, ettei letkun ja sen sisältämän öljyn massa synnytä sivuttaisvääntöä.
- Tarvittaessa käytetään pyöriviä liittimiä.
- Käytetään kulmaliittimiä ja nippoja saattamaan letku taivutuksen kannalta oikeaan asentoon.
- Otettaan huomioon pituuden muutos paineisena, jopa -4…+2 %.
- Otetaan huomioon liikkeen tarvitsema pituus.
- Valmistajan antamaa pienintä taivutussädettä ei aliteta.
- Estetään letkun joutuminen taivutukseen välittömästi liittimen jälkeen.
- Vältetään asennuksia, joissa letku hankautuu.
- Käytetään esimerkiksi muovispiraalia letkujen suojaamiseen ja niputtamiseen.
- Öljytään kierre ja tiiviste ennen asennusta.
- Kiristetään liittimet oikeaan momenttiin.

Letkuasetelman laadun ja laitteiston käytettävyyden varmistamiseksi:

- Ei tingitä letkujen ja liittimien laadusta.
- Käytetään testattua letku, liitin ja holkki -yhdistelmää oikein kuorittuna ja puristettuna.
- Selvitetään käyttöpaikan sekä sisäiset että ulkoiset olosuhteet.
- Uusitaan letkut kausihuollossa riittävän usein. Suositeltu käyttöikä on kaksi vuotta.
- Tarkastaan säännöllisesti, löytyykö näkyviä vaurioita ja vuotoja.

Parker Hannifin /6/ laatima taulukko 2 selvittää letkujen vaurioitumissyitä ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

Taulukko 2 Letkun vioittumissyyt (laatu ja kestävyys)

Syy	**Vikalaji**	**Vaikuttava laadullinen ominaisuus**
Ulkopuolinen kuormitus	Kuoren hankautuminen & kuluminen Letkuvahvikkeen asennuksen jälkeinen korroosio Otsooni pääsee kuoren läpi Letkun nurjahtaminen Letkun tukkeutuminen Kuluminen	Ulkokumin seoksen sitkeys ja tartuntakyky Ulkokumin seoksen sitkeys ja tartuntakyky Ulkokuoren kumiseoksen otsonin kestävyys Letkun reititys ja lujuus Raaka-ainemateriaalin soveltuvuus väliaineelle ja letkun taivesäde
Sisäinen paine	Halkeaminen Liittimen irtoaminen Liitoksen vuotaminen	Vahvikemateriaali Valmistussuunnittelu Valmistusprosessi Letkun ja liittimen yhteensopivuus Letkun ja liittimen yhteensopivuus
Sisäinen väliaine	Sisäputken halkeaminen korkeassa öljyn lämpötilassa Pienten reikien syntyminen sisäputken turpoamisen vuoksi	Kumisien aineosien lämpötilankestävyys Kumisen aineosan öljynkestävyys

3.5 Sylinterit

Sylinterit ovat luotettavia toimilaitteita. Ne tosin siirtävät männänvarteen kerääntynyttä ympäristön likaa öljyyn. Luotettava toiminta säilyy, kun tarkistetaan, ettei käytön aikana ympäristöstä tuleva materiaali kiilaudu ahtaisiin rakoihin ja estä mekanismin liikettä ja lisää kitkaa. Samoin tarkistetaan, ettei männänvarren ympärille pääse kertymään epäpuhtauksia, jotka voivat syövyttää tai kuluttaa männänvartta ja tiivisteitä taikka kulkeutua liikkeen mukana sisälle järjestelmään. Varmistutaan, että sylinterin ulkopuolinen korroosiosuojaus on hyvin tehty ja pysynyt kunnossa. Seurataan, ettei kaksitoimisissa sylinterissä tapahdu

lämmönkehitystä. Voimakas lämpeneminen viittaa vuotoon männän tiivisteen ohi. Jatkuvasti paikallaan olevassa, staattisesti kuormitetussa sylinterissä öljy pilaantuu, koska se ei vaihdu. Sylintereiden huoltoväli on 5–10 vuotta (tiivisteiden vaihto) /4/.

3.6 Öljyt ja suodattimet

Hydrauliikkaöljyn huononeminen havaitaan sen viskositeetin kasvamisella. Öljy on käyttöikänsä loppupuolella, kun viskositeetti on kasvanut 10 %. Äkillinen viskositeetin lisääntyminen voi johtua jäähdytysviasta.

Valtaosa (70 % - 90 %) hydraulijärjestelmän ongelmista johtuu suoraan öljyn epäpuhtauksista. Jokaisella hydrauliikkajärjestelmällä on oma jatkuvan toiminnan hiukkastasonsa. Järjestelmän sisäänajon aikana syntyy paljon kulumishiukkasia. Suodatin poistaa niistä suurimmat, mutta osa kiertää järjestelmässä jatkuvasti jauhautuen samalla pienempiin osiin. Käyttöympäristön tai suodatuksen muuttaminen ei vaikuta tähän tasoon. Jatkuvan toiminnan hiukkastaso voidaan määrittää 3–6 kuukauden aikana otetuilla näytteillä /3/.

Hydrauliikkakomponenttien välykset ovat hyvin pieniä, 1–50 mikrometriä. Vikaantumisen kannalta merkittävimmät ovat juuri välysten suuruusluokkaa olevat kiinteät ja kovat partikkelit.

Kunnonvalvonnan kannalta on tärkeätä tietää hydrauliikkaöljyn epäpuhtauksista

- minkä kokoisia kiinteitä epäpuhtauksia siinä on
- miten paljon niitä on
- mistä epäpuhtaudet koostuvat.

Hiukkasjakauman perusteella voidaan määrittää öljyn puhtausluokka. ISO 4406 standardin mukaan määritellään yli 4 µm, yli 6 µm ja yli 14 µm kokoisten hiukkasten määrät.

Nykyiseksi standardiksi on vahvistettu ISO 4406 vuodelta 1996.

Taulukko 3 Eri standardien mukaisten puhtausluokkien vastaavuudet /3/

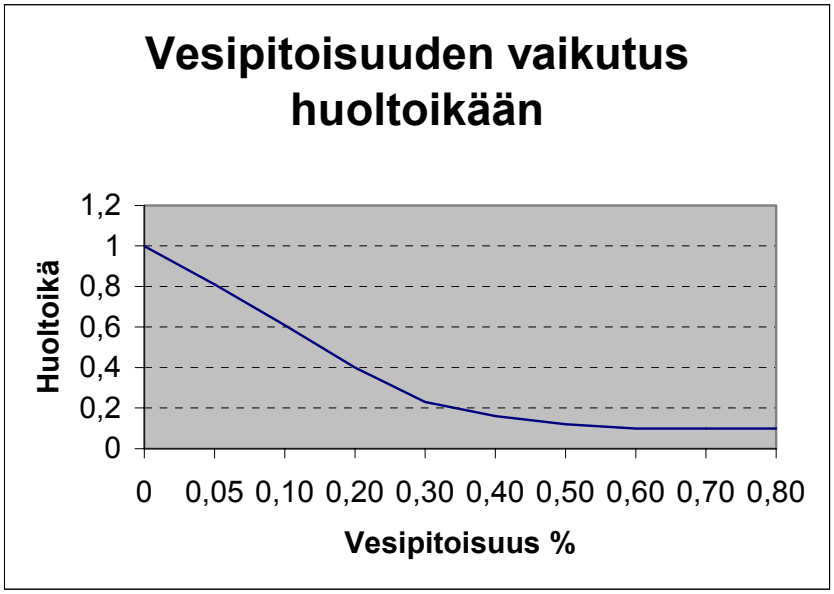
	ISO 4406 (1987) >2 µm/>5 µm/>15 µm 100 ml:n näyte	ISO 4406 (1996) >4 µm/>6 µm/>14 µm 1 ml:n näyte	NAS 1638
servojärjestelmät	(17)/13/10	18/13/10	NAS 4
proportionaalijärjestelmät	(18)/15/12	20/15/12	NAS 6
muut järjestelmät	(19)/16/13	22/16/13	NAS 7

Hydrauliikka öljyjen suodattimien vaihto pitää tehdä riittävän usein, jottei tukkeutuneen suodattimen paine-erosta avautuva ohitusventtiili päästä

suodattamatonta öljyä kiertoon. Hyödyllistä olisi lisätä paine-eromittaus tai paine-erokytkin tarkkailemaan suodattimen yli syntyvää painetta. Tukkeutuvasta suodattimesta saadaan näin hälytys esimerkiksi paperikoneen valvomoon. Tutkimalla käytettyyn suodattimeen jäänyttä likaa voidaan saada paljon tietoa järjestelmän kunnosta.

Öljyn vaihto tehdään vain analyysin perusteella. Tarpeettomasta öljynvaihdosta tulee vain ylimääräisiä kustannuksia ja paljon lisää likaa järjestelmään. Uusi öljy sisältää yleensä enemmän partikkeleita kuin järjestelmässä jo oleva öljy.

Hydrauliikkaöljyjen vesipitoisuudella on merkittävä vaikutus huoltoikään. Vesipitoisuuden noustessa 0,2 %:iin huoltoikä voi pudota puoleen /5/. Yleensä hyväksytään 0,05 %:n (500 ppm) vesipitoisuus.



Kuva 8 Vesipitoisuuden vaikutus huoltoikään /5/

3.7 Vuodoton järjestelmä

Vuotojen haittavaikutukset voidaan jakaa ympäristöystävällisyyttä, työturvallisuutta, taloudellisuutta, käytettävyyttä ja imagoa heikentäviin seikkoihin /2/. Vuoto myös maksaa öljyhävikin muodossa. Yhdestä tipasta 10 s välein syntyy 95 litran hävikki vuodessa, ja kolme tippaa sekunnissa kuluttaa 2800 litraa vuodessa /6/. Pyrittäessä kohti vuodotonta järjestelmää työ pitää tehdä suunnitelmallisesti. Tutkitaan, miksi vuotoja tapahtuu, tehdään korjaussuunnitelma ja kehitetään sekä parannetaan laitteistoja /6/.

Kokemuksen perusteella havaittuja vuotokohteita ovat:

- Vanhentunut letku tihkuu.

- Letkun paineluokka on sovellutukseen liian alhainen, ja letku tai letkuliitin pettää täydellisesti.
- Halkaisijaltaan suurten matalapaineputkistojen laipat vuotavat.
- Öljysäiliöiden liitokset vuotavat (suuria kierreliitoksia tai laippapintojen tasomaisuusvirheitä).
- Huonosti tuetun putken värähtely johtaa putken tai liittimen murtumiseen.
- Putkien lämpölaajenemista ei ole huomioitu riittävästi, ja lämpölaajenemisen aiheuttamat muodonmuutokset johtavat vuotoihin.
- Järjestelmässä esiintyy paineiskuja, joita ei ole otettu huomioon suunnitteluvaiheessa.

O-renkaista aiheutuvien vuotojen syitä:

- O-renkaan laatu ei ole riittävän hyvä, ja muodonmuutosvakio (DVR-arvo) on suuri. DVR-arvo ilmoittaa renkaaseen jäävän pysyvän muodonmuutoksen. Mitä pienempi arvo on, sitä parempi on tilanne tiivistyksen kannalta.
- Tiivistemateriaali on sopimaton käyttökohteeseen.
- O-rengas on vahingoittunut asennuksen yhteydessä.
- Uusien tiivisteiden varastoinnissa ei ole huomioitu oikeita olosuhteita, kuten varastointilämpötilaa, valolta ja ilmalta suojaamista ja oikeaa kosteutta.

Asennuksesta aiheutuvien vuotojen syitä:

- Liitettävät kappaleet on kohdistettu väärin.
- Putken esivalmistelu on tehty huonosti.
- Käytetään kuluneita työkaluja.
- Liittimet on yli- tai alikiristetty.
- Asennuksen tarkastus on tehty puutteellisesti.
- Putki on huonosti tuettu.

Suunnittelusta aiheutuvien vuotojen syitä:

- Mitoitus on tehty väärin.
- Materiaalivalinnoissa on epäonnistuttu.
- Koulutus on puutteellinen.
- Komponenttien valinta on epäonnistunut.

Olosuhteista aiheutuvien vuotojen syitä:

- Järjestelmässä syntyy korkeita paineiskuja.
- Laitteisto joutuu muodonmuutoksille alttiiksi.
- Laitteistoon kohdistuu voimakkaita värinöitä.

4 VIANETSINTÄMENETELMÄT

4.1 Yleistä vian etsinnästä

Hydraulijärjestelmän vikaantumiselle on niin paljon erilaisia mahdollisuuksia, että se tapahtuu väistämättä jokaiselle järjestelmälle jossakin vaiheessa laitteiston elinkaarta.

Tuntemalla ja hallitsemalla hydraulijärjestelmien vikaantumisen päätekijät saadaan järjestelmien koko elinkaari mahdollisimman hyvin tuottavaan käyttöön.

Ammattitaitoisella suunnittelulla, asennuksella, käyttöönotolla, käytöllä ja kunnossapidolla voidaan pienentää järjestelmän vikaantumistodennäköisyyttä johonkin rajaan asti, mutta sattuman vaikutusta vikaantumiseen ei voida kuitenkaan täysin välttää. Tällöin tehokkaalla ja järjestelmällisellä vianetsinnällä ja korjaamisella voidaan palauttaa laitteisto nopeasti sille tarkoitettuun käyttöön.

Hydraulijärjestelmän toimintokuvauksista on merkittävä apu järjestelmän vikaantuessa. Varsinkin laajojen järjestelmien ollessa kyseessä hyvin ja yksityiskohtaisesti laadittu toimintaselostus nopeuttaa vian määritystä huomattavasti. Hyvin laaditun kuvauksen pohjalta myös järjestelmän toimintaan perehtymätön henkilö saa nopeasti kuvan toimintaperiaatteista ja kykenee siten ratkomaan ongelma- ja vikatilanteita. Jos dokumentointi sisältää myös mittaustiedot ja painekäyrästöt eri toimintatilanteissa, on vikatilanteessa helppo toistaa mittaukset ja verrata tuloksia alkuperäisiin.

Toimintahäiriöiden alettua haitata koneen käyttöä järjestelmä olisi käytävä läpi laiteella, jolla voidaan mitata hydrauliikkaöljyn paine, tilavuusvirta ja lämpötila.

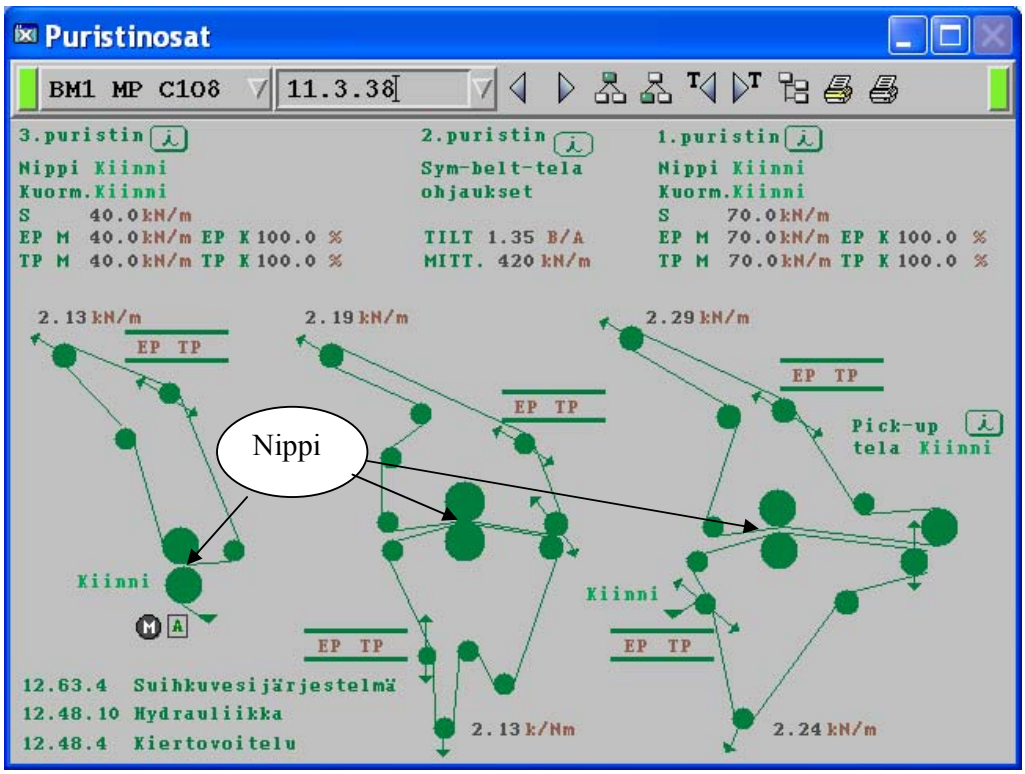
Järjestelmän kunnosta saadaan kuva ajamalla sylintereitä edestakaisin ja mittaamalla sekuntikellolla aika, joka kuluu työliikkeeseen. Kun mitataan samanaikaisesti tilavuusvirta, voidaan päätellä sylinterikoon perusteella, onko järjestelmässä ylimääräisiä vuotoja (tiivistevuodot, venttiilivuodot). Myös lämpökameralla otettu kuva paljastaa esimerkiksi sylinterin männän ohivuodot helposti. Vuotokohdassa syntyy painehäviö, joka lämmittää voimakkaasti sylinteriä.

Hydrauliikassa vikaantuminen ilmenee toimintahäiriöinä, äänekkyytenä, komponenttien ja putkiston lämpenemisenä, männänvarsien ryömimisenä, liikkuvan osan värähtelynä tai öljyn vuotamisena.

Hydrauliikkalaitteiden ja -komponenttien toimittajilta on saatavissa hyviä ohjeita vianhakuun ja kunnossapitoon. Nämä dokumentit ovat helposti saatavissa internet-sivuilta. Liitteessä 1 on esimerkkinä Vickersin Hydraulic Hints & Trouble Shooting Guide, jossa on mm. systemaattiseen vianetsintään soveltuvia kaavioita ja ohjeita kunnossapitoon ja asennukseen.

4.2 Selvitys vian etsinnästä puristinosalla

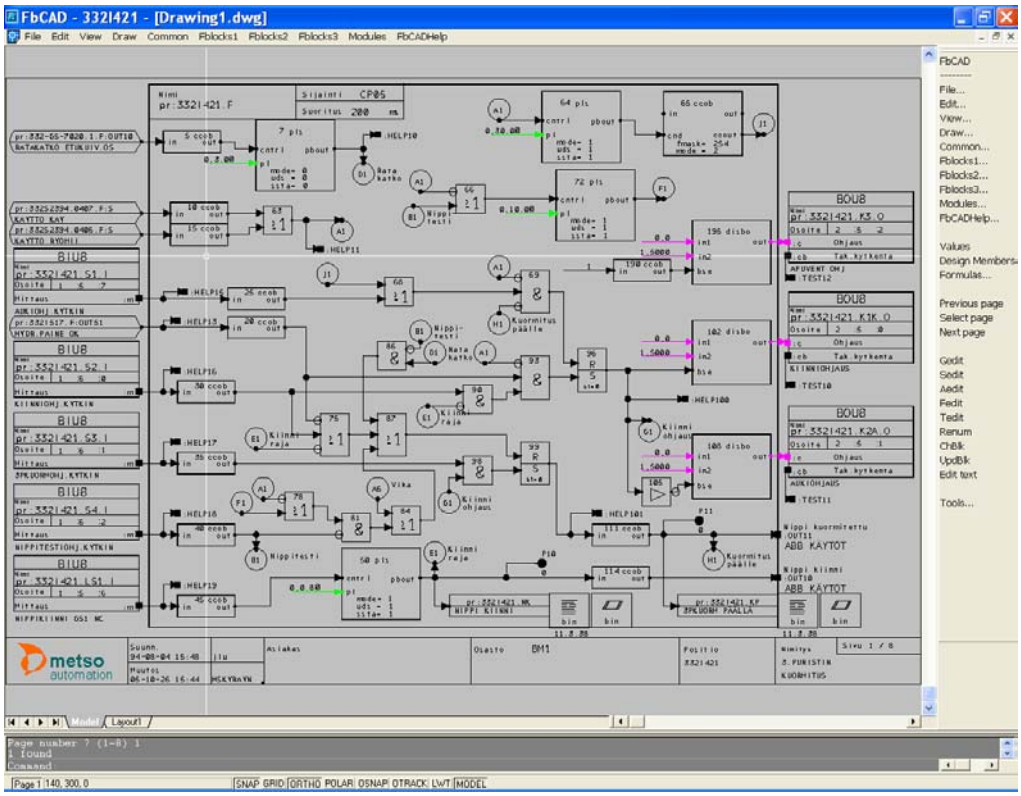
Kartonkikoneessa rainan muodostusosan jälkeen vedenpoisto tapahtuu puristinosalla. Siellä massa johdetaan huopien välissä kahden telan muodostaman puristinnipin läpi. Vesi puristuu massasta huopiin. Huovista vesi poistetaan imemällä ilmaa ja sen mukana vettä imulaatikosta, jonka yli huopa kulkee. Kolmen puristimen jälkeen massan vesipitoisuus on vähentynyt noin 30 %. Automaatiojärjestelmän näytöllä on periaatteellinen kuva puristinosasta. Siinä näkee huopien kierrot ja telat koneen sivusta päin katsottuna. Kartonkiraina ajetaan oikealta vasemmalle 1. puristimen nipistä 2. puristimen kautta 3. puristimelle. Näytöltä näkee myös nipin tilan ja kuormituksen tilan. Kun nippi on auki, ovat telat irti toisistaan. Kiinni-tilassa telat ja niiden välissä olevat huovat koskettavat toisiaan. Kuormitustilassa teloja ja sitä kautta kartonkirainaa ja huopia puristetaan halutulla kuormalla kN/m. Nipin ohjaukset suoritetaan puristimen lähellä olevasta kytkintaulusta, koska käyttäjän pitää tarkkailla puristimen toimintaa kiinniajotilanteessa. Kuormituksen asetusarvo S ja haluttu vinokuormitus (näytöllä prosenttiluku EP K ja TP K, kuva 9) annetaan automaatiojärjestelmän operointiasemalta.



Kuva 9 Kartonkikoneen puristinosa /11/

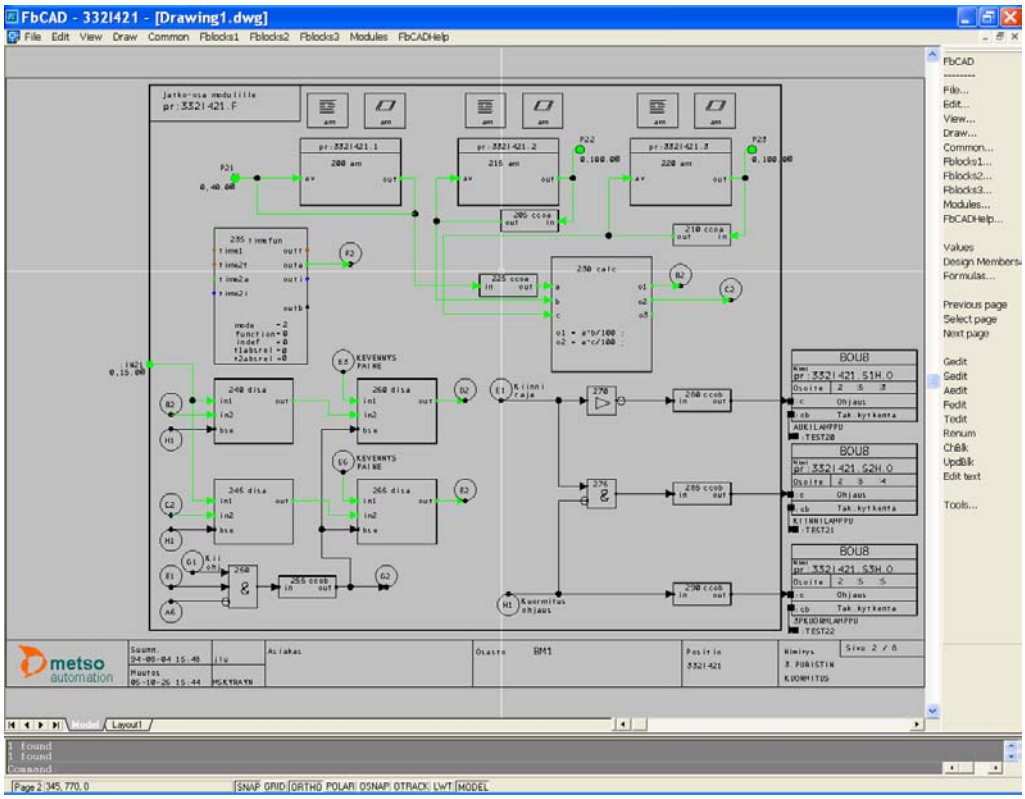
3. puristimen ylempi tela on kiinteästi laakeroitu runkoon ja alatelaa voidaan nostaa ja laskea vipuvarsien ja kaksitoimisten hydrauliikkasylintereiden avulla. Haluttu kuormitus saadaan aikaan säätämällä sylintereiden hydrauliikkapaineita. Painesäätimet on toteutettu ohjelmallisesti automaatiojärjestelmässä. Ohjelmallisesti on myös tehty mahdollisuus säätää kuormitusta eri suuruisiksi telan eri päissä.

Kuvassa 10 näytetään ohjelmakaavio, jossa paikallisohjauskytkimiltä BIU8-binäärituloille tuotu ohjaus annetaan suuntaventtiilille SV1. Sitä ohjataan apureleiden välityksellä binäärilähdöillä 332I421.K1K ja 332I421.K2A. Kytkimet ovat painonappeja, joten ohjelmassa on jouduttu käyttämään RS-kiikkuja käskyjen tallentamiseen. Koneen käynti- ja ratakatkotietoja käytetään lukituksina varmistamaan oikeat ohjaukset. Telan kuormitus hydrauliikkapainetta nostamalla sallitaan, kun nippi kiinni -rajakytkin on havahtunut. Kuvassa 19 on ohjausten sähköinen kytkentä.



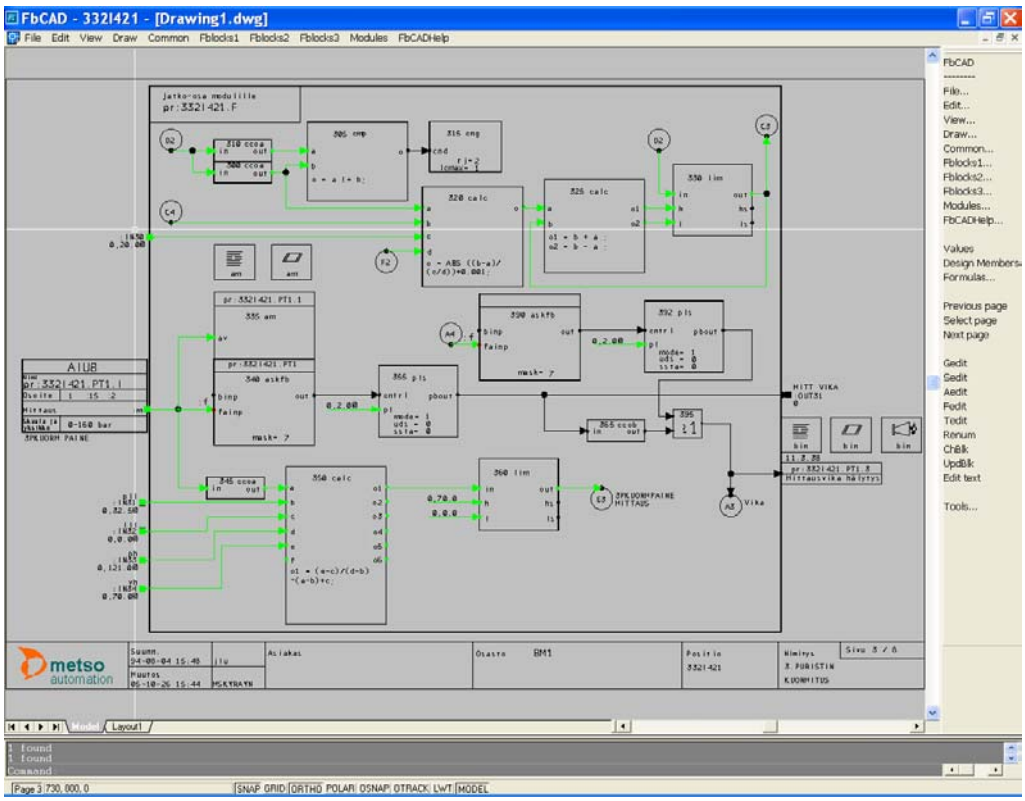
Kuva 10 Puristinnipin ohjelmakaavio, auki- ja kiinniohjaus /11/

Automaatiojärjestelmän ohjelmiston kautta suoritetaan haluttujen kuormitusten asettelu ja kytkinkotelossa olevien merkkilamppujen ohjaus. Kuvan yläosan am-moduuleilla vastaanotetaan käyttäjän valvomosta antamat kuormitusohjearvot. Kuvassa 11 on näihin toimintoihin liittyvät ohjelmat ja johdotuksen kytkennät nähdään kuvasta 20.



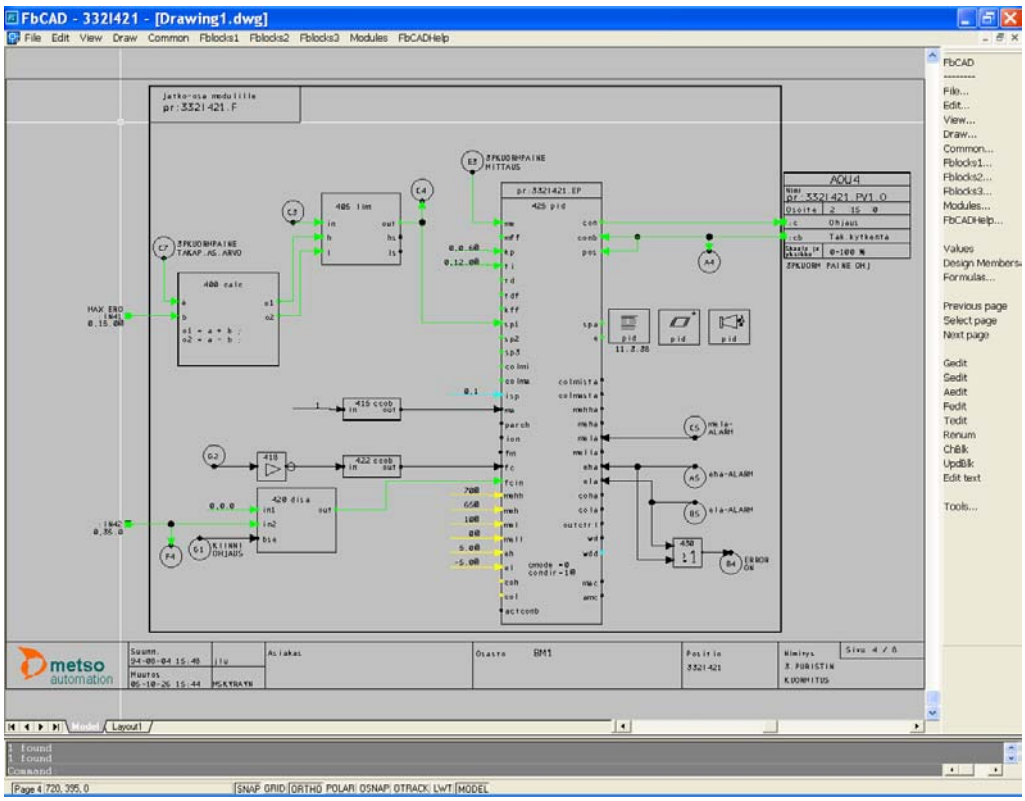
Kuva 11 Kuormituksen asettelu ja merkkilamppujen ohjaus /11/

Käyttäjä asettelee haluamansa puristuksen eli viivapaineen käyttäen yksikköä kN/m. Telan eri päille voidaan myös asetella erilaiset kuormitukset. Ohjelmistossa lasketaan viivapaineesta tarvittavan hydraulisen paineen asetusarvo. Yksikkönä käytetään baria. Laskentakaava on koneen toimittajan antama, ja siinä huomioidaan mm. sylintereiden koko, vipuvarsien pituus ja telan massa. Kuvassa 12 on esitetty tämä osuus ohjelmistosta sekä paineen mittaus säätimen takaisinkytkentätiedoksi.



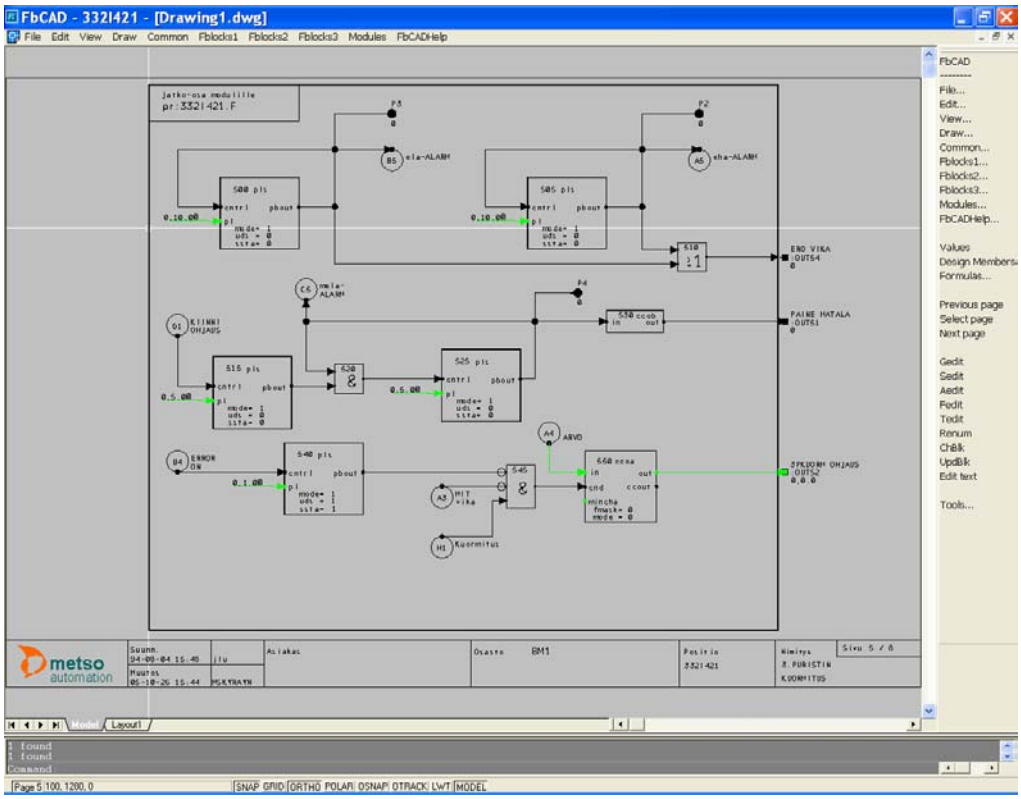
Kuva 12 Kuormituksen laskenta ja paineen mittaus /11/

Varsinainen proportionaaliventtiiliä ohjaava pid-säädin ja sen lähtöviestin kytkentä analogialähtöön AOU4 ovat luettavissa kuvasta 13. Takaisinkytkentä prosessista tapahtuu painelähettimellä ja asetusarvo lasketaan annetusta viivakuormasta. Langoitetut kytkennät liityntäkortilta vahvistinkortin kautta proportionaaliventtiilille on dokumentoitu kuvan 17 esittämällä tavalla. Telan toisen pään sylinterillä on samanlainen ohjelmisto.



Kuva 13 Säädin ja analogialähtöyksikkö /11/

Ohjelmistoteknisin keinoin halutaan myös varmistaa, etteivät viat ja häiriöt aiheuttaisi kone-elimille vaurioita. Kuvassa 14 ohjelma valvoo eroarvoa, mittausvikaa ja asetettuja painerajoja.



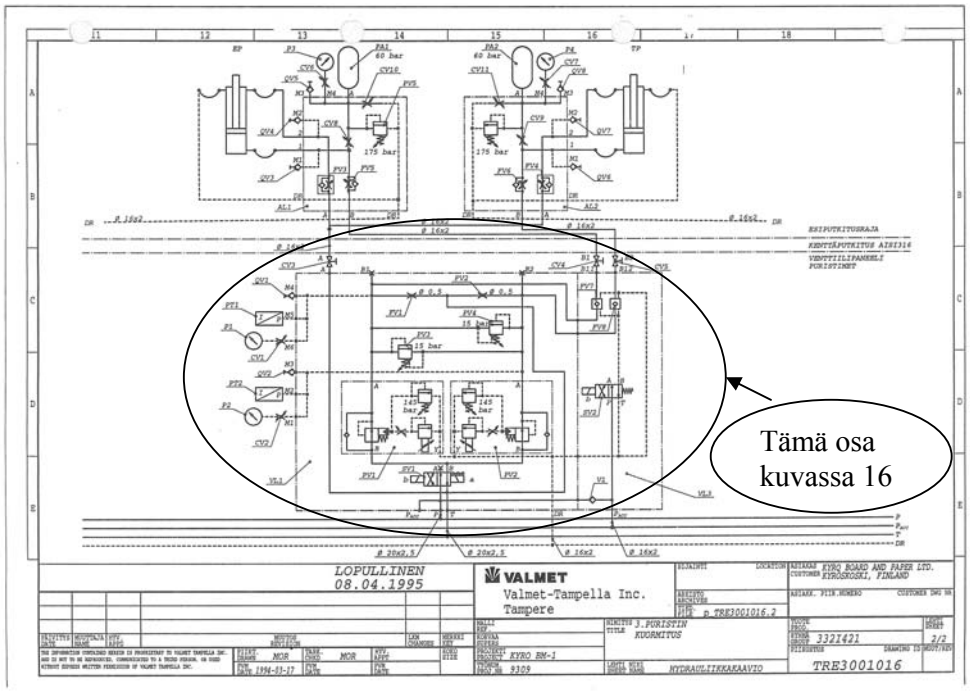
Kuva 14 Häiriötilanteiden valvonta /11/

Kartonkikoneelta ilmoitettiin, että 3. puristimen telan takapuoli ei saavuta haluttua nippikuormaa. Rainan kosteusprofiili oli vino, koska etupuolella on suurempi puristus kuin takana. Automaatiojärjestelmän näytöltä voitiin todeta, että takapuolen säätimen lähtöviesti nousee 100 %:iin, mutta silti jää pysyvä eroarvo asetusarvon ja mittausvietin välille. Etupuolella telaa painemittaus saavuttaa asetusarvon, kun lähtöviesti on noin 55 %.

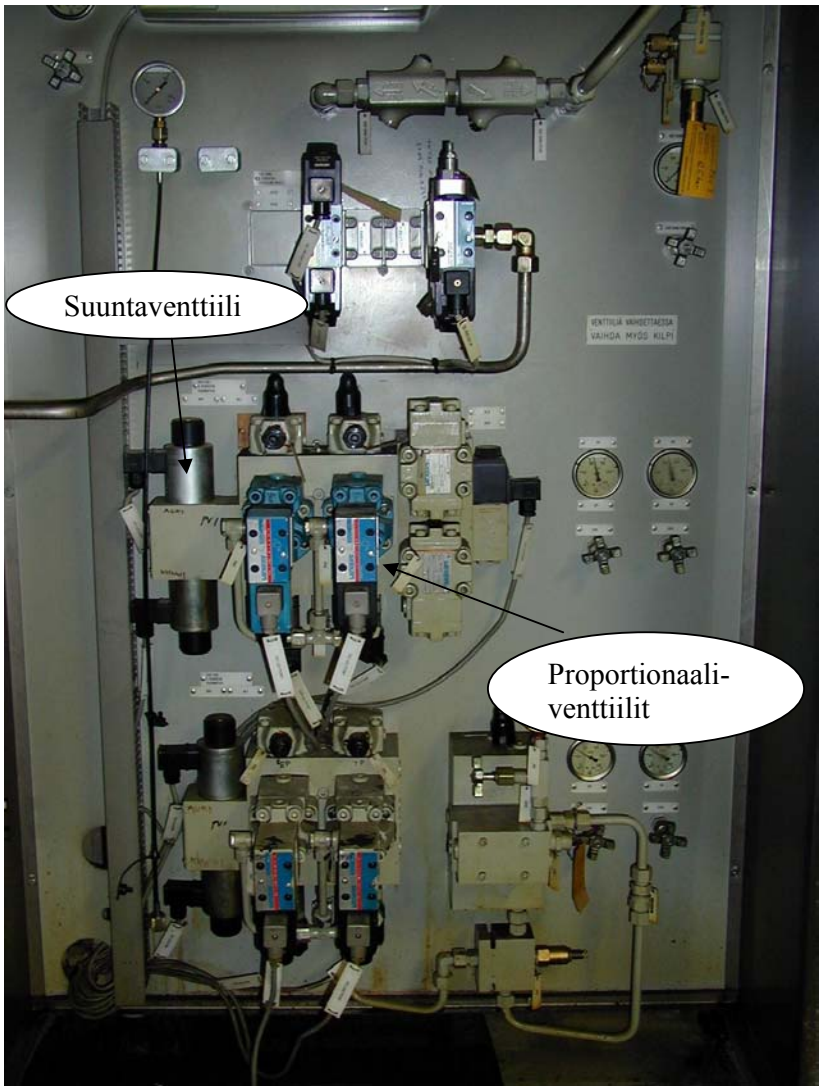
Tuotantoa voitiin kuitenkin jatkaa keventämällä 3. puristimen kuormitusta, ja siten korjaustoimenpiteet voitiin siirtää seuraavaan suunniteltuun huoltoseisokkiin.

Käynnin aikana tarkastettiin, että automaatiojärjestelmään kytketyt painelähettimet (kuvassa 15 PT1 ja PT2) antoivat saman painelukeman kuin taulumittarit (kuvassa 15 P1 ja P2). Käsin tunnusteltiin hydrauliikkaputkiston lämpötiloja. Todettiin, että proportionaaliventtiililtä lähtevät paineputket olivat kuumia, mutta paluuputki oli ympäristön lämpötilassa. Sylinterien läheisyyteen asennetun venttiiliryhmän paine- ja vuotolinjaputki olivat kuumia. Paluuöljyputki ja sylinterien lämpötilat eivät poikenneet ympäristön lämpötilasta. Näistä havainnoista voitiin jo päätellä, että molemmissa sylintereiden venttiiliryhmissä oli jotain vialla, koska staattisesti

kuormitettujen sylintereiden putkilinjoissa ei pitäisi juurikaan olla öljyn virtausta. Nyt korkeapaineista öljyä purkautuu vuotoöljylinjaan, joka kuumenee paineen laskussa vapautuvasta energiasta. Hydrauliikkakaaviota tutkimalla todettiin, että vuoto tulee joko paineakkujen tyhjennysventtiileistä (kuvassa 15 CV10 ja CV11) tai viallisista paineenrajoitusventtiileistä (kuvassa 15 PV5 ja PV6).



Kuva 15 3. Puristimen hydrauliikkakaavio /11/



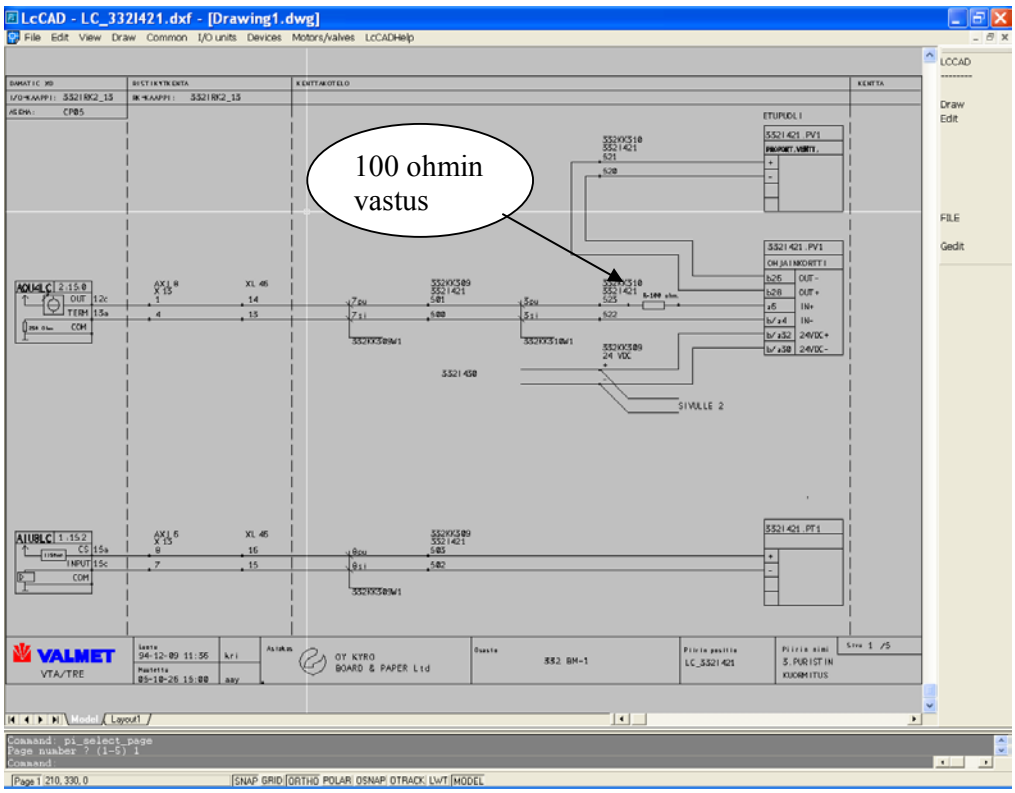
Kuva16 Venttiilipaneeli edestä

Koneen huoltoseisokin alettua puhdistettiin päältä päin paksun lian peittämät, sylintereiden läheisyyteen sijoitetut venttiiliryhmät. Seuraavaksi suljettiin venttiilipaneelista (kuva 24) käsiventtiilit CV3, CV4 ja CV5, jottei paineellinen öljy aiheuta vaaraa työskentelylle. Todettiin, että ennakkoepäily venttiilien CV10 ja CV11 auki olemisesta piti paikkansa. Samalla tarkistettiin paineakkujen PA1 ja PA2 60 barin esitäyttöpaineet. Akkuun PA2 jouduttiin lisäämään typpikaasua. Paineen laskun syynä voi olla vuoto kumirakossa, joka erottaa typpikaasun öljystä. Päätettiin tarkistaa uudelleen paineiden pysyvyys seuraavassa seisokissa.

Avattiin venttiilipaneelista aiemmin suljetut käsiventtiilit ja tehtiin testikuormitus puristimelle. Automaatiojärjestelmän näytöltä nähtiin, ettei takapuolen paine vieläkään saavuta asetusarvoa. Avattiin puristin ja huomattiin, ettei etupuolen sylinteri laskeudu ala-asentoon. Hydrauliikkakaaviosta todettiin, että öljyn pitäisi purkautua vastusventtiilin FV3 kautta. Koetettiin avata sitä ja huomattiin, että se oli

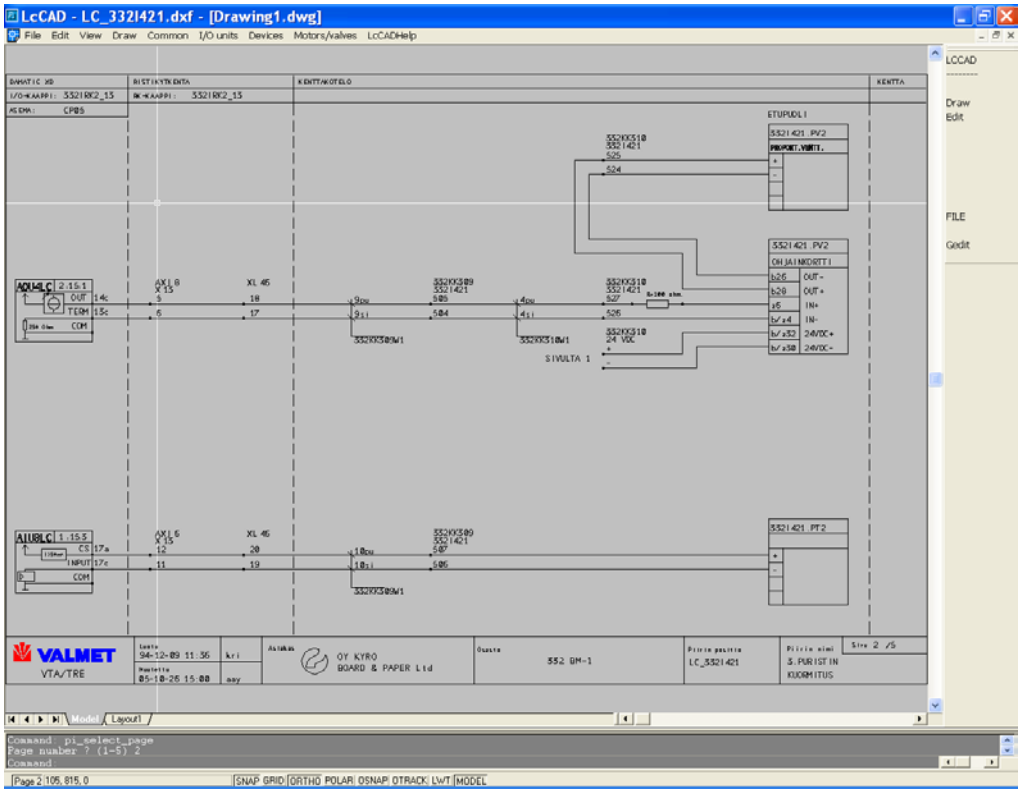
täysin kiinni. Pääteltiin, että jonkin aiemman häiriötilanteen tai huoltotoimen yhteydessä venttiilit CV10 ja CV11 olivat unohtuneet auki. Puristin oli toiminut, koska pumpun tuotto oli riittävän suuri korvaamaan vuotoöljylinjan kautta poistuvan virtauksen. Puristimen avaus toimi öljyn purkautuessa CV10:n kautta, vaikka venttiili FV3 oli kiinni. Tästä ohikierrosta oli aiheutunut kuitenkin turhaa energian kulutusta ja haittaa öljyn puhtaudelle. Vuotoöljy palaa suoraan säiliöön, kun taas varsinainen paluuöljy johdetaan suodattimien kautta säiliöön.

Tehtiin taas uudet kuormituskokeet, joiden yhteydessä mitattiin, että automaatiojärjestelmän analogialähtökortilta AOU4 saatiin tarvittaessa täysi 20 mA:n ohjaus proportionaaliventtiilin vahvistinkortille. Kuvassa 17 analogialähtökortti on merkitty AOU4 2:15:0, ja sen antama viesti venttiilin vahvistinkortille 332I421.PV1 on mitattavissa jännitteenä 100 ohmin vastuksen yli (kuva 21). Siinä ohjaus 0–100 % vastaa jännitettä 0,4–2 V (virtaviestillä 4–20 mA). Seuraavaksi vaihdettiin etu- ja takapuolen vahvistinkortit ristiin ja havaittiin, että vika siirtyi etupuolelle. Palautettiin etupuolen kortti alkuperäiselle paikalleen ja haettiin varaosavarastosta uusi vahvistinkortti takapuolen proportionaaliventtiilin ohjaukseen. Tehtiin koekuormitus, ja nyt puristin toimi moitteettomasti.



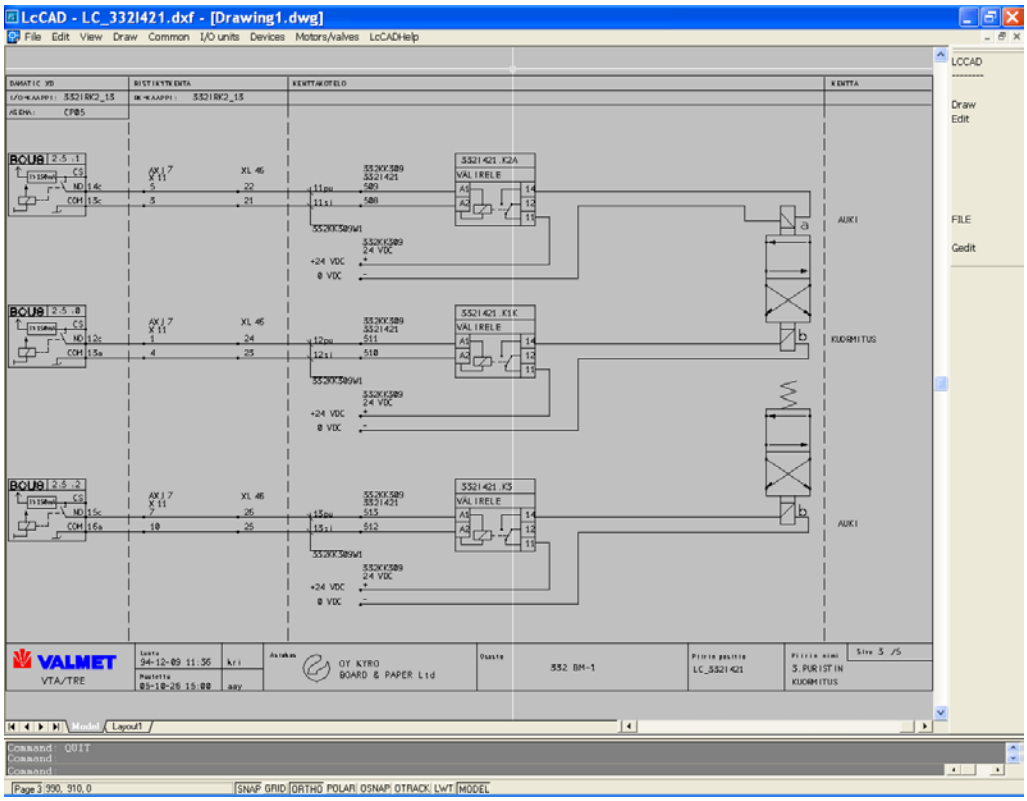
Kuva 17 Painemittauksen PT1 ja proportionaaliventtiilin PV1 kytkentä automaatiojärjestelmään /11/

Kuvasta 18 nähdään telan toisen pään kytkentä. Automaatiojärjestelmän analogialähtökortilta (AOU4) milliampeerisignaali proportionaaliventtiilin vahvistinkortille (”ohjainkortti” kuvassa 18). Vahvistinkortti saa apuenergian 24 V:n tasajännitelähteestä. Hydrauliikan paine mitataan painelähettimellä, joka on kytketty automaatiojärjestelmän analogiatulokortille (AIU8).



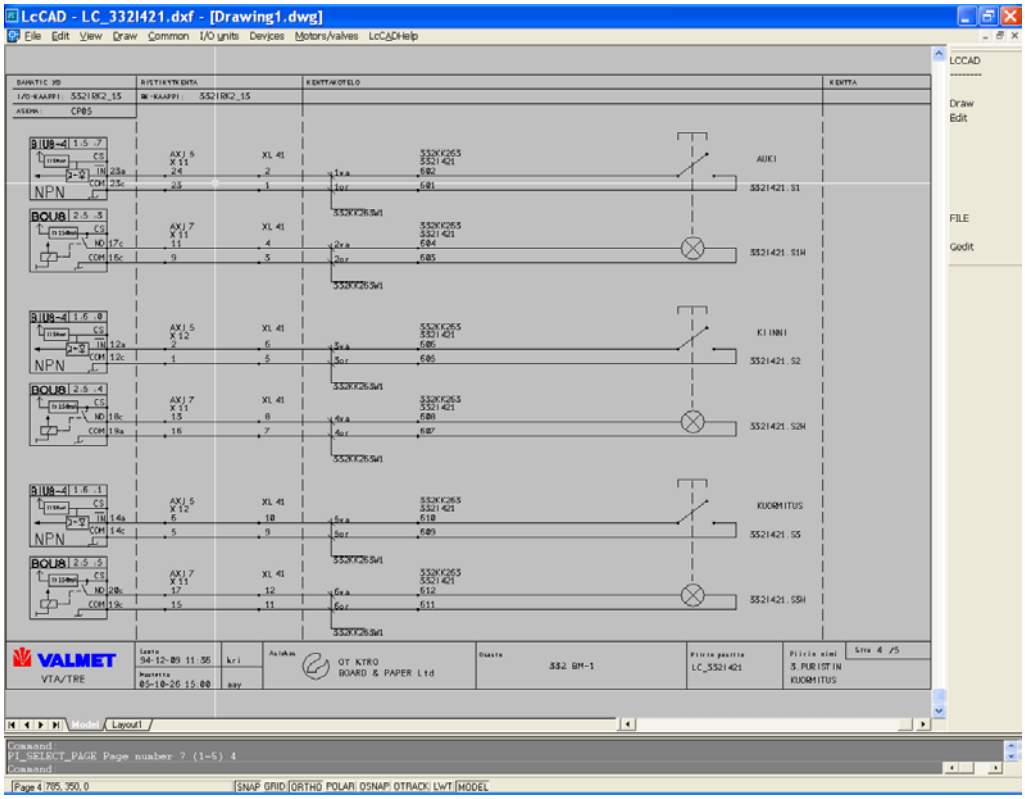
Kuva 18 Painemittauksen PT2 ja proportionaaliventtiilin PV2 kytkentä automaatiojärjestelmään /11/

Telan liikeohjaus tapahtuu suuntaventtiilillä, jonka kytkentä tehtaan automaatiojärjestelmään nähdään kuvasta 19. Kun tela on ensin ajettu kiinnirajalle, siirtyy ohjaus proportionaaliventtiileillä ohjatulle kuormitussäädölle. Ohjaukseen tarvittava tasajännite saadaan edellä mainitusta virtalähteestä. Automaatiojärjestelmän liityntäkortti (BOU8) pystyy tuottamaan välireleen ohjaukseen tarvittavan tehon.



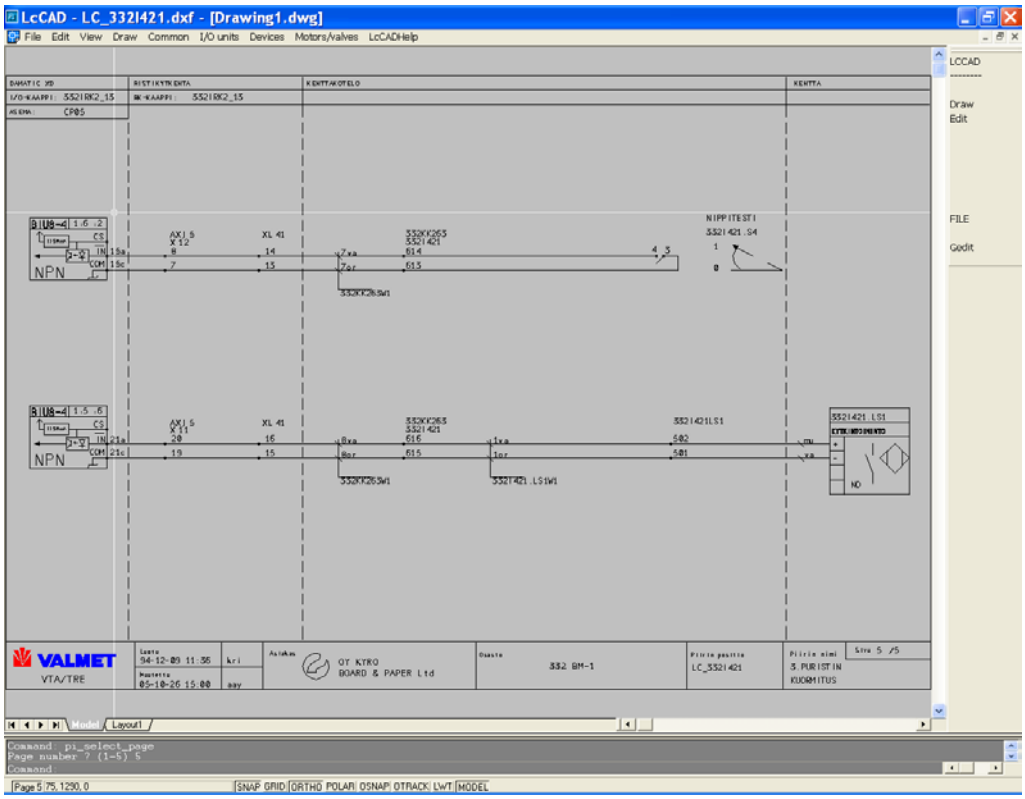
Kuva 19 Suuntaventtiilien kytkennät /11/

Ohjauskoteloon lähelle puristinta asennettujen kytkintietojen ja merkkilamppuohjausten kytkennät automaatiojärjestelmään ovat kuvan 20 dokumentissa. Puristimen viereen koteloon asennetut kytkimet on johdotettu automaatiojärjestelmään binääritulokortille (BIU8). Merkkilamppua vastaavasti ohjataan binäärilähtökortilla (BOU8) järjestelmästä. Kaikki ohjaukset kiertävät automaatiojärjestelmän ohjelmiston kautta. Suoria, langoitettuja ohjauksia ei laitteiden välille ole tehty.



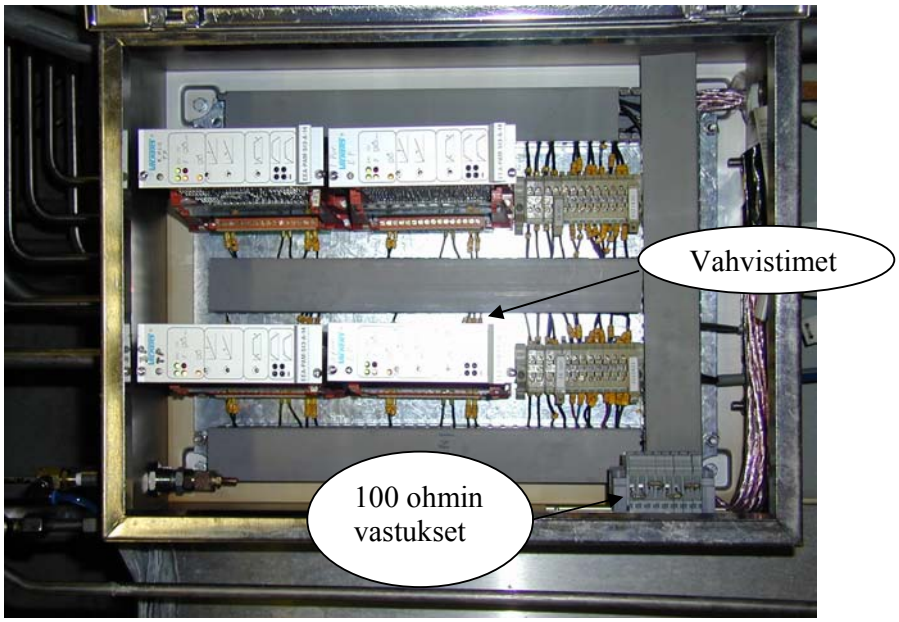
Kuva 20 Ohjauskytkimien ja merkkivalojen kytkennät /11/

Nipin kuormituskykyä ja -profiilia testataan tarvittaessa telan mittaisella itsejäljentävällä paperilla. Hitaasti ryömintänopeudella ajetaan paperi kuormitetun nipin läpi, jolloin saadaan visuaalinen kuva nipin tasaisuudesta kopiopaperiin painuneena mustejälkenä. Tämän testin suorittamista varten ohjauskoteloon on lisätty nippitestikytkin. Sen ja nippi kiinni -rajakytkimen johdotukset ovat kuvassa 21.

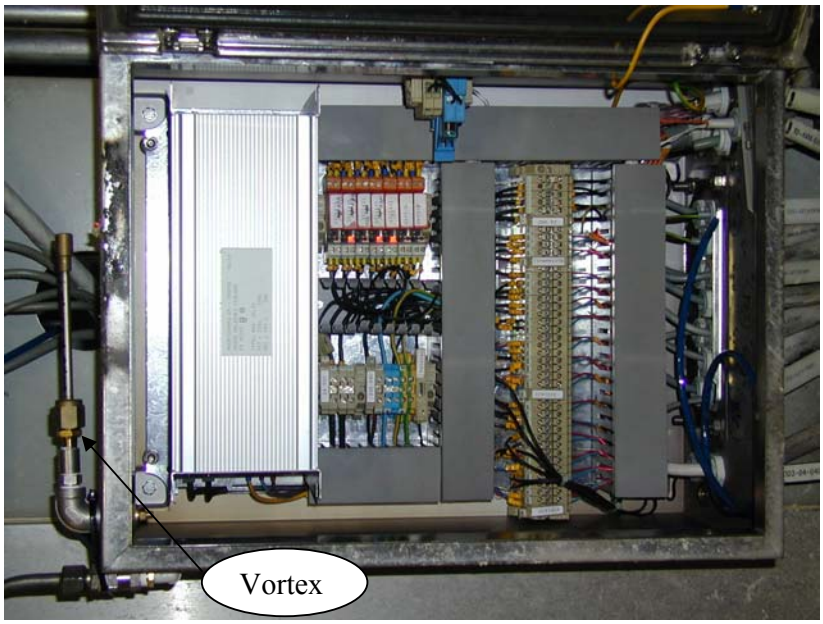


Kuva 21 Nippi kiinni -rajakytkin ja testauskytkin /11/

Korjauksen jälkeen pohdittiin vielä syitä kortin vikaantumiseen. Vuorosähkömiehet tiesivät, että korttia oli ennenkin vaihdettu. Käytiin vielä tarkastamassa kotelo, jossa kyseiset vahvistimet sijaitsivat (kuva 22). Kädellä tunnustelemalla havaittiin elektroniikan lämpötilan olevan korkea, arviolta noin 40 ºC astetta. Kotelo oli varustettu paineilmaverkostosta putkitetulla ilmapuhalluksella, mutta kotelossa putken päässä oleva suodatin oli tukkeutunut eikä jäähdytys siten toiminut. Suodatin vaihdettiin ja lisättiin kotelon paineilmalla toimiva vortex-jäähdytin. Se nähdään kuvan 23 vasemmassa alanurkassa. Nyt elektroniikan lämpötila saatiin laskettua noin 22 ºC :n paikkeille. Se säädettiin kuitenkin niin lämpimäksi, ettei kosteutta tiivisty kotelon pintaan.



Kuva 22 Proportionaaliventtiilien vahvistinkortit



Kuva 23 Vahvistinkorttien jännitelähde, suuntaventtiilien välireleet ja laitekaapeleiden kytkentä runkokaapeliin

5 TYÖTURVALLISUUS

5.1 Perusteet

Teollisuudessa hydraulisen järjestelmän käyttäjä ei yleensä ole hydrauliikan vaikutusalueella. Pitkälle automatisoidussa kartonkitehtaassa häiriöiden poistamisessa sattuneiden tapaturmien osuus on huomattavan suuri laitoksen varsinaisen käytön aikana esiintyneiden tapaturmien lukumäärään verrattuna. Turvallisuustoimenpiteiden painopiste hydraulisissa järjestelmissä on näin ollen keskeytys- ja häiriötilanteiden aiheuttamissa vaaroissa. Siten kaikki toimet, jotka vähentävät häiriöitä ja niiden seurauksia sekä helpottavat häiriön poistamista, ovat omiaan parantamaan turvallisuutta. Laitteiston käyttöturvallisuudelle ja -varmuudelle asetettujen vaatimusten kasvaessa on suunnittelijan käytettävä tehokkaampia menetelmiä haluttujen toimintojen takaamiseksi

- turvallisen vikaantumisen periaate -suunnittelussa (vikaantunut laite asettuu aina turvalliseen tilaan)
- luotettavuustekniset kytkennät (varmennukset rinnakkaiskomponenteilla, vian aktiiviseen käsittelyyn tähtäävät kytkennät).

5.2 Lainsäädäntö

Konelain /8/ soveltaminen ja vaatimukset.

Sovellutusalue määritellään seuraavasti:

- Valmistaja, maahantuoja, myyjä tai muu henkilö, joka luovuttaa olennaisessa määrin työssä käytettäväksi tarkoitetun laitteen Suomen markkinoille tai käyttöön.

Laki edellyttää seuraavaa:

- Valmistajan tulee suunnitella ja valmistaa tekninen laite rakenteiltaan, varusteiltaan ja muilta ominaisuuksiltaan sellaiseksi, että se soveltuu tarkoitettuun käyttöön eikä tällaisessa käytössä aiheuta tapaturman vaaraa eikä terveydellistä haittaa.

Hydraulisia laitteita koskee konepäätös /9/, ja se on takautuva päätös, joten vanhatkin laitteet pitää kunnostaa.

Konepäätöksessä on koneiden ja laitteiden suunnittelua ja rakennetta koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Hydrauliikkaan viittaavia kohteita on konepäätöksen liitteen 1 yleisissä kohdissa:

- 1.3.2 rikkoutumisvaara käytön aikana
- 1.5.3 muusta energiasta kuin sähköstä aiheutuva vaara
- 1.5.6 palovaara

- 1.5.7 räjähdysvaara
- 1.5.13 pöly-, kaasu- tai muista päästöistä aiheutuvat vaarat
- 1.6.3 energian syötön katkaisu
- 1.7.2 varoittaminen jäljelle jääneistä vaaroista

Käyttöpäätös /10/ koskee
- työnantajaa
- työvälineitä sekä niiden valintaa, hankintaa, käyttöä, kunnossapitoa, käyttöönottoa, tarkastamista.

Käyttöpäätös /10/ sisältää

- työnantajan velvollisuudet
- yleiset säännökset
- työvälineiden rakenteellista turvallisuutta koskevat säännökset
- turvallista käyttöä koskevat säännökset
- tarkastamista koskevat säännökset.

Standardi SFS-EN 982 /12/ määrittelee hydraulisten järjestelmien perusvaatimuksiksi seuraavat:

- Komponenttien ja järjestelmän on sovittava yhteen.
- Järjestelmän osat on suojattava maksimipainetta vastaan.
- Paineenrajoitusventtiilit tai muut vastaavat on oltava järjestelmän kaikissa osissa.
- Paineiskut ja painevahvistus on minimoitava eivätkä ne saa aiheuttaa vaaraa.
- Paineen häviäminen tai kriittinen aleneminen eivät saa altistaa henkilöitä vaaralle.
- Sisäiset tai ulkoiset vuodot eivät saa aiheuttaa vaaraa.
- Ohjausenergian tai energiansyötön (odottamattomat tai tarkoitukselliset) toiminnot tai tapahtumat eivät saa aiheuttaa vaaraa kuten syötön kytkeminen päälle tai pois, syötön vähentyminen tai energian syötön katkeaminen tai palautuminen.
- Komponenttien luokse on päästävä helposti, ja niitä voidaan säätää ja huoltaa turvallisesti.
- Järjestelmä on voitava luotettavasti erottaa energianlähteistä, ja hydrauliikkanesteen paine on purettavissa järjestelmästä odottamattoman käynnistymisen estämiseksi.
- Tarkoitetut eivätkä tarkoittamattomat mekaaniset liikkeet (esim. massojen kiihtyvyydestä, hidastuvuudesta, nostamisesta tai paikallaan pitämisestä aiheutuvat) eivät saa johtaa henkilöiden turvallisuutta vaarantavaan tilanteeseen.
- Koneen tulee melutasoltaan olla vaatimusten mukainen.
- Järjestelmän käyttölämpötilan on oltava hydrauliikkanesteen ja komponenttien vaatimusten mukainen.

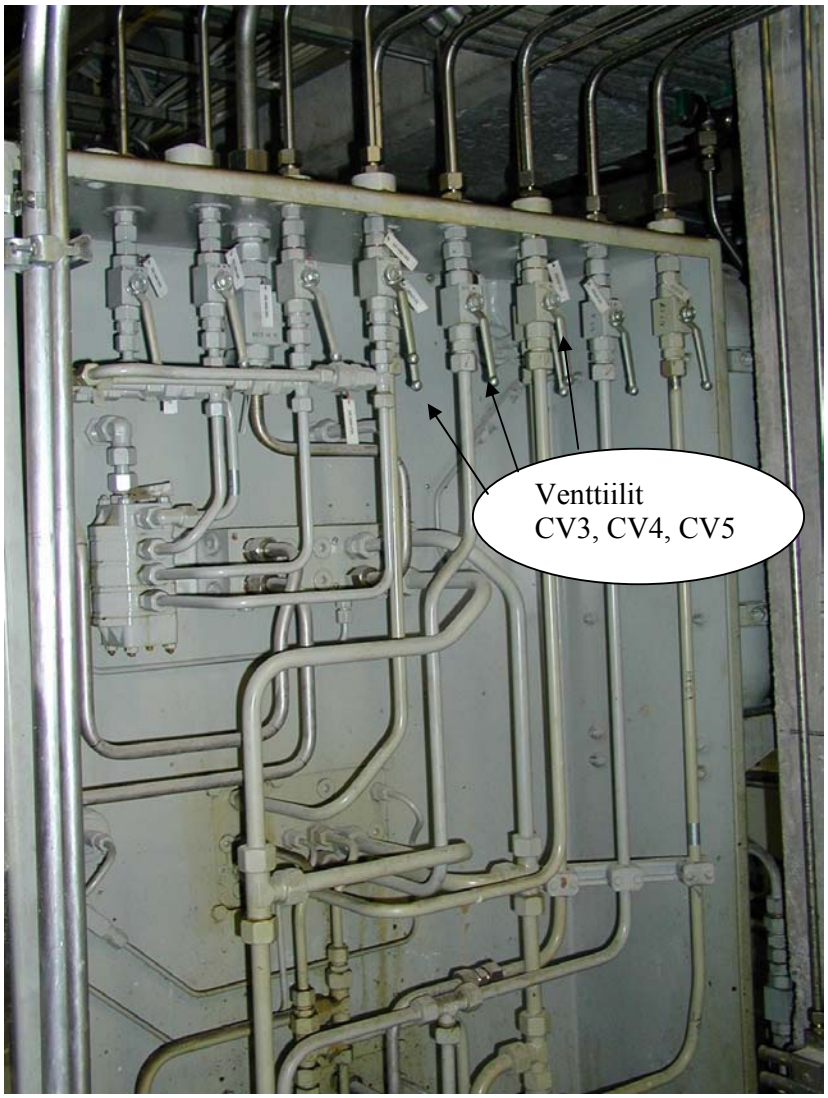
- Hydrauliikkajärjestelmä on suunniteltava sellaiseksi, ettei henkilö joudu kosketuksiin kuumien pintojen kanssa. Tarvittaessa pinnat tulee varustaa suojuksilla.

5.3 Turvallinen korjaustyö

Turvallinen huolto ja korjaus, muistilista työskentelyä varten /7/:

- Energiansyöttö on katkaistu toimilaitteilta, moottoreilta ja niiden ohjauksilta luotettavasti.
- Hydrauliikan varassa olevat kuormat on laskettu alas tai tuettu luotettavasti.
- Paineakkujen varaukset on purettu tai akkupiiri eristetty muusta järjestelmästä.
- Korjaus- ja huoltotyötä tekevät ovat perehtyneet hydraulijärjestelmän rakenteeseen ja toimintaan sekä osaavat lukea hydraulikaavioita.
- Varmista aina, kun irrotat letkua, että se on paineettomassa tilassa.
- Älä koskaan sivele tai käsittele paineenalaista letkua.

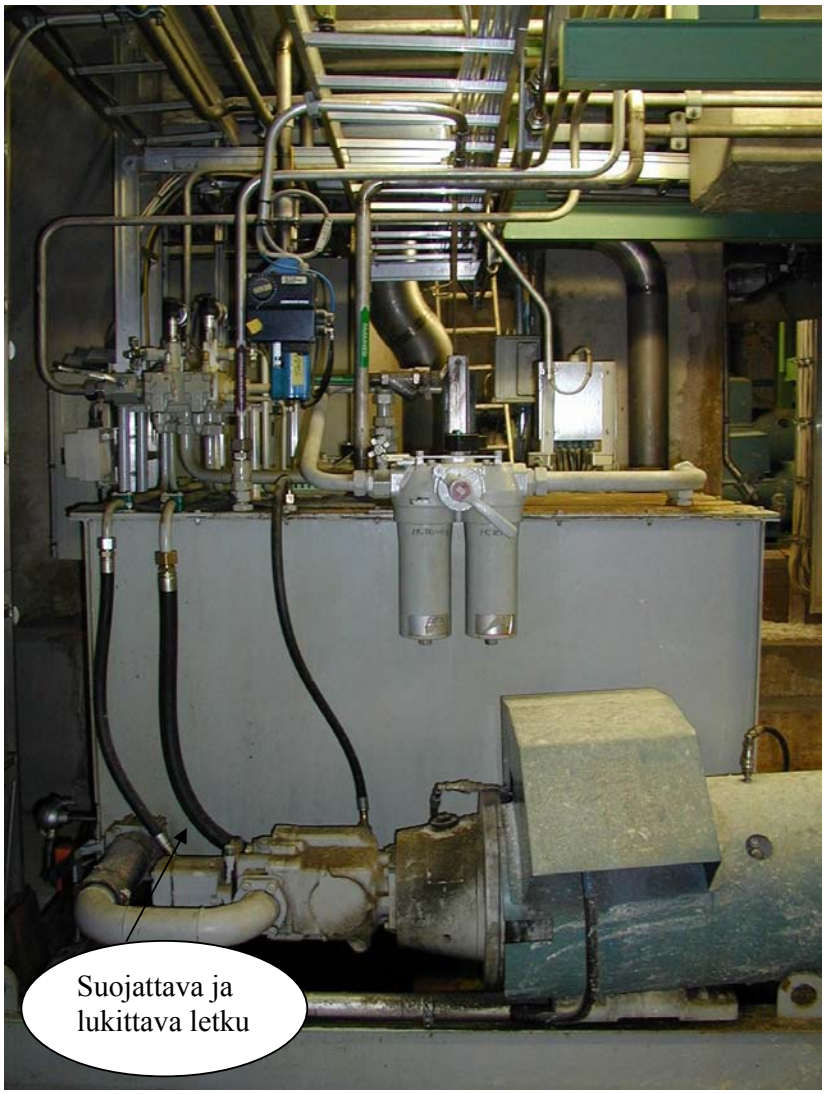
Sulkuventtiileillä voidaan eristää huollon kohteena oleva hydrauliikkapiiri muusta järjestelmästä. Venttiilit pitää merkitä luotettavasti ja selvästi. Kuvassa 24 sulkuventtiilit on merkitty positiotunnuksin, mutta niissä olisi hyvä olla lisäksi selväkielinen merkintä. Työn ajaksi suljettuun hanaan tulisi asettaa kilpi, josta selviää tekijän nimi ja päivänmäärä. Merkinnän saa poistaa ja venttiilin avata vain kilven asettaja.



Kuva 24 Venttiilipaneeli takaa, sulkuventtiilit

5.4 Letkurikkoihin varautuminen

EN -standardit määrittelevät, ettei letkurikko saa aiheuttaa vaaraa tai henkilövahinkoa. EN982-standardi edellyttää, että mikäli letkukokoonpanon vaurioituminen aiheuttaa vaaraa, mm. letkun tai putken piiskamaista iskua, on niiden isku estettävä tai letku suojattava (kuva 25).
Kaikkien letkujen suojaamiseen tarkoitetun suojasukan tärkein ominaisuus on estää letkurikosta johtuvat vahingot pidättämällä paine ja neulanreikäsuihku sisällään. Samalla öljyn valuminen ympäristöön estyy.



Kuva 25 Puristimen hydrauliikkakoneikko

6 HANKINTAOHJEET

Hydraulijärjestelmän suunnittelija voi parhaiten vaikuttaa käyttövarmuuden osatekijöistä luotettavuuteen ja huollettavuuteen. Jo suorituskykyyn pohjautuvassa suunnitteluvaiheessa kiinnitetään huomiota vikojen lukumäärän vähentämiseen ja tällöin käyttövarmuuden lisääntyminen liittyy läheisesti laitteen laadun parantamiseen. Kerättiin eri lähteistä näkemyksiä mitä asioita tulisi huomioida ennen kuin hankintasopimus allekirjoitetaan.

Ennen hankintaa on selvitettävä, että mikä on tulevan laitteen toivottu elinikä / huoltoikä. Mitoitusjaksot ovat 20 000 h, 40 000 h, 60 000 h, 80 000 h tai 100 000 h. Valintaan vaikuttavat järjestelmän paikka prosessissa (ohitusmahdollisuus), varaosien saanti ja niiden toimitusaika, vikaherkkyys laitteissa ja koneissa ym. kriteerit. Mikäli muuta tietoa ei ole, niin normaali mitoitus on 40 000 h /5/.

Järjestelmästä pitää saada yksityiskohtaiset toimintakuvaukset. Toimintakuvaus on hyvä jakaa kahteen osaan siten, että ensimmäisessä osassa käydään läpi itse koneen toiminta ja periaate yleensä ja toisessa osassa varsinaisen hydraulijärjestelmän toiminta. Koneen toimintakuvauksessa tulee käydä ilmi koneen ja koneikon tekniset tiedot ja käyttötarkoitus. Siinä on kuvattu koneen normaali käyttäytyminen sen eri työskentely- ja toimintatilanteissa. Hydraulijärjestelmän toimintakuvauksen tulee sisältää piirikohtainen selvitys toiminnasta ja lukitusehdoista. Kaikista komponenteista, joiden toiminta ei käy ilmi kaavion piirrosmerkeistä, on oltava toimintaselvitys. Toimintakuvaukseen on syytä liittää hydraulikaavioiden ja osaluetteloiden lisäksi halkileikkauskuvat tärkeimmistä komponenteista kuten pumpuista ja venttiililohkoista, sekä sähköpiirikaaviot. Toimintakuvaukseen pitäisi kuulua myös kriittisten osien mittaustiedot eri toimintatilanteissa. Vikatilanteessa on helppo toistaa tehdyt mittaukset ja verrata tuloksia.

Pumppujen ja moottorien vuotoputkissa pitäisi aina olla suodattimet mutta kotelopaineet eivät silti saa kasvaa yli sallitun. Pumppujen painepuolen lähdössä suodatin, jotta ei mahdollisesta vaurioitumisesta irtoavat metallihiukkaset pääse muualle järjestelmään.

Tiiveydestä pitää saada takuut, vuodottomuus on testattava ja mitoituksesta pitää olla myös dynaaminen tarkastelu, kuten painevaihtelujen ja iskujen vaikutuksista.

Tarkistetaan, että järjestelmän huollettavuus on huomioitu. Säiliössä pitää olla pinnankorkeuden ja lämpötilan mittaus, ja niillä sekä paikallisnäyttö että tiedonsiirto automaatiojärjestelmään. Säiliössä pitää olla myös öljyn näytteenottoyhde. Pumpuilla ja painelinjoissa tulee olla paineenmittausyhde, painemittari ja käsisulkuventtiili jokaisen pumpun jälkeisessä painelinjassa. Vuotoöljymäärän mittausmahdollisuus tulee myös olla. Käyttömoottorin ottaman tehon tai virran pitää olla mitattavissa. Suodattimilla pitää olla paine-eron mittaus ja hälytys kytkettynä automaatiojärjestelmään, jottei tukkeutuvan suodattimen ohivirtausventtiilin kautta kierrä likaista öljyä. Venttiiliryhmien syöttöpainelinjoissa tulee olla käsisulkuventtiili. Paineenalentimen jälkeen tulee olla mittausyhteet.

Paluulinjoissa tulee olla näytteenottoyhde ennen paluusuodatinta.

Toimilaitelinjoissa tulee olla paineenmittausyhteet sekä vähintään yksi painemittari ennen käsisulkuventtiiliä ja paineenmittausyhteet myös a- ja b-linjoissa. Toimilaitteet tulisi sijoittaa siten, ettei esimerkiksi kotelointi estä lämpökamerakuvauksia.

Säätöpiireissä painelähettimet tulee sijoittaa käsisulkuventtiilin ja säätöventtiilin väliin. Esiohjauspiireihin tulee asentaa paineenmittausyhteet.

Sähköohjattujen venttiilien pistokkeet varustetaan ohjausta osoittavalla led-lampulla. Säätöventtiileitä on voitava koestaa valvomosta käsin tai erillisellä koestuslaitteella kentällä.

Sylinteriin kohdistuvat ulkoiset voimat saattavat olla huomattavasti suurempia kuin itse sylinterin aikaansaamat. Liikkuvan massan liike-energia voi saada hetkellisiä suuria voimia, mistä seuraa suoraan mekaanisesti väsymisvaurioita tai muodostuvan paineen kautta vaurioita hydrauliikalle. Sylinterit asennettu niin, etteivät kertyvät epäpuhtaudet rajoita liikkeitä eikä likaa keräävää taskua ole männänvarren ympärillä. Männänvarret on suojattu mekaanisilta kolhuilta.

7 PÄÄTELMÄT

M-real Kyron tehtaalla ei ole ollut merkittäviä kunnossapidollisia ongelmia hydraulijärjestelmien kanssa, vaan ne ovat toimineet sangen luotettavasti. Edellä kappaleessa 5.2 kuvatunlaiset venttiilien asetteluvirheet johtunevat kesken tuotantoa tapahtuneesta häiriötilanteesta. Laitteistossa on ollut häiriö, jota ei ole saatu heti selvitetyksi. Huoltohenkilökunta on kovassa työpaineessa yrittänyt eri konsteja, ja jossain vaiheessa laitteet ovat alkaneet taas toimia. Tuotanto on taas kiireellä käynnistetty, ja laitteiston asetuksiin ei ole ehditty, haluttu tai uskallettu enää koskea. Sirkka Heinosen raportissa /14, s. 52/ ennustetaan, että tulosvastuun lisääntyessä ja kilpailun kovetessa organisaatioissa vaaditaan työn suorittamista yhä nopeammin. Työn nopea suorittaminen laskee helposti toiminnan laatua. Seurauksena voi olla kasvava onnettomuusriski varsinkin toimittaessa monimutkaisten, korkeapaineisten ja suurienergisten hydrauliikkajärjestelmien kanssa. Laitteiden ja komponenttien yksiselitteinen ja luotettavasti kiinni pysyvä tunnusmerkintä on sekä työn tehokkuuden ja turvallisuuden kannalta ensiarvoisen tärkeää. Tunnusten pitää täsmätä hydrauliikkakaavion merkintöjen kanssa. Dokumentoinnin paikkansapitävyyteen pitää kiinnittää huomiota. Henkilökunnan koulutukseen on panostettava, jotta ammattitaito ja turvalliset työtavat pysyvät mielessä.

Hydrauliikkalaitteistojen systemaattinen ennakkohuolto ja testaus ovat ensiarvoisen tärkeitä luotettavan toiminnan takaamiseksi. Ennakkohuollon kehittämisessä onkin runsaasti tehtävää. Toimintakuvaukset puuttuvat tai ovat vajavaisia osasta järjestelmiä. Ne tulee laatia, ja niihin pitää liittää mitatut arvot oikein toimivasta järjestelmästä. Turvallisuuden kannalta on ainakin pumpuilta lähteviin letkuihin asennettava suojaputket ja irtoavat letkun lukituslaitteet.

Öljyanalyysien käytön lisäämistä on syytä harkita. Säännöllisin välein tehty analyysi antaa hyvän kuvan koko laitteiston kunnosta. Kuten jo aiemmin on todettu, suurin osa hydrauliikkajärjestelmien ongelmista johtuu öljyjen epäpuhtauksista.

Lämpökuvaukset ovat myös nopea ja edullinen tapa etsiä kehittymässä ja jo olemassa olevia vikoja. Lämpökameran käyttöä kannattaa lisätä.

Hyvin hoidettu kunnossapito on kannattava sijoitus. Kunnossapitoyhdistyksen julkaisussa ”Kunnossapito Suomessa” /13/ selvitetään huollon merkitystä ja sen vaikutuksesta liiketoimintaan (kuva 26).

Kuva 26 Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan /23/

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

1 Fluid Forum -seminaari Tampereella 13.–14.10.2004, luennoitsija Volanen Janne; Dunlop Hiflex koulutusmateriaali (moniste)

2 Fluid Finland -lehti 2-2004, Fluid klinikka no 8, Lahtinen Juha Metso, Paper Oy

3 Hydrauliikan mittaukset ja vianetsintä seminaari Tampereella 15.–16.3.2005, luentomoniste, Iljana Paavo, Pailtec Oy

4 Kunnossapitoyhdistyksen Teollisuushydrauliikan vianetsintä -tapahtuma Tampereella 6.–7.4.2005, luentomoniste, Mattila Heikki, Polarteknik PMC Oy

5 Kunnossapitoyhdistyksen Teollisuushydrauliikan vianetsintä -tapahtuma Tampereella 6.–7.4.2005, luentomoniste, Ekström Kaj, Hägglunds Drives Oy

6 Kunnossapitoyhdistyksen Teollisuushydrauliikan vianetsintä -tapahtuma Tampereella 6.–7.4.2005, luentomoniste, Oinonen Ari, Parker Hannifin Oy

7 Kunnossapitoyhdistyksen Teollisuushydrauliikan vianetsintä -tapahtuma Tampereella 6.–7.4.2005, luentomoniste, Järvenpää Jorma VTT Työvälineet ja tuotanto

8 Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004

9 Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta 1314/1994

10 Valtioneuvoston päätös työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisuudesta ja tarkastamisesta 856/1998

11 M-real Kyron kartonkikoneen dokumentaatio, toimittaja Valmet Oy (nykyisin Metso Oy)

12 Standardi SFS-EN 982 Koneturvallisuus. Hydraulisten ja pneumaattisten järjestelmien sekä niiden komponenttien turvallisuusvaatimukset. Hydrauliikka, Suomen Standardisoimisliitto ry

Sähköiset lähteet

13 Kunnossapitoyhdistyksen julkaisu, kalvosarja Kunnossapito Suomessa, http://www.kupinet.fi/index.asp

14 Toimihenkilöunionin toimeksianto, Heinonen Sirpa, raportti tulevaisuuden työnteosta, vanhat paradoksit ja uusi paradigma. www.toimihenkilounioni.fi