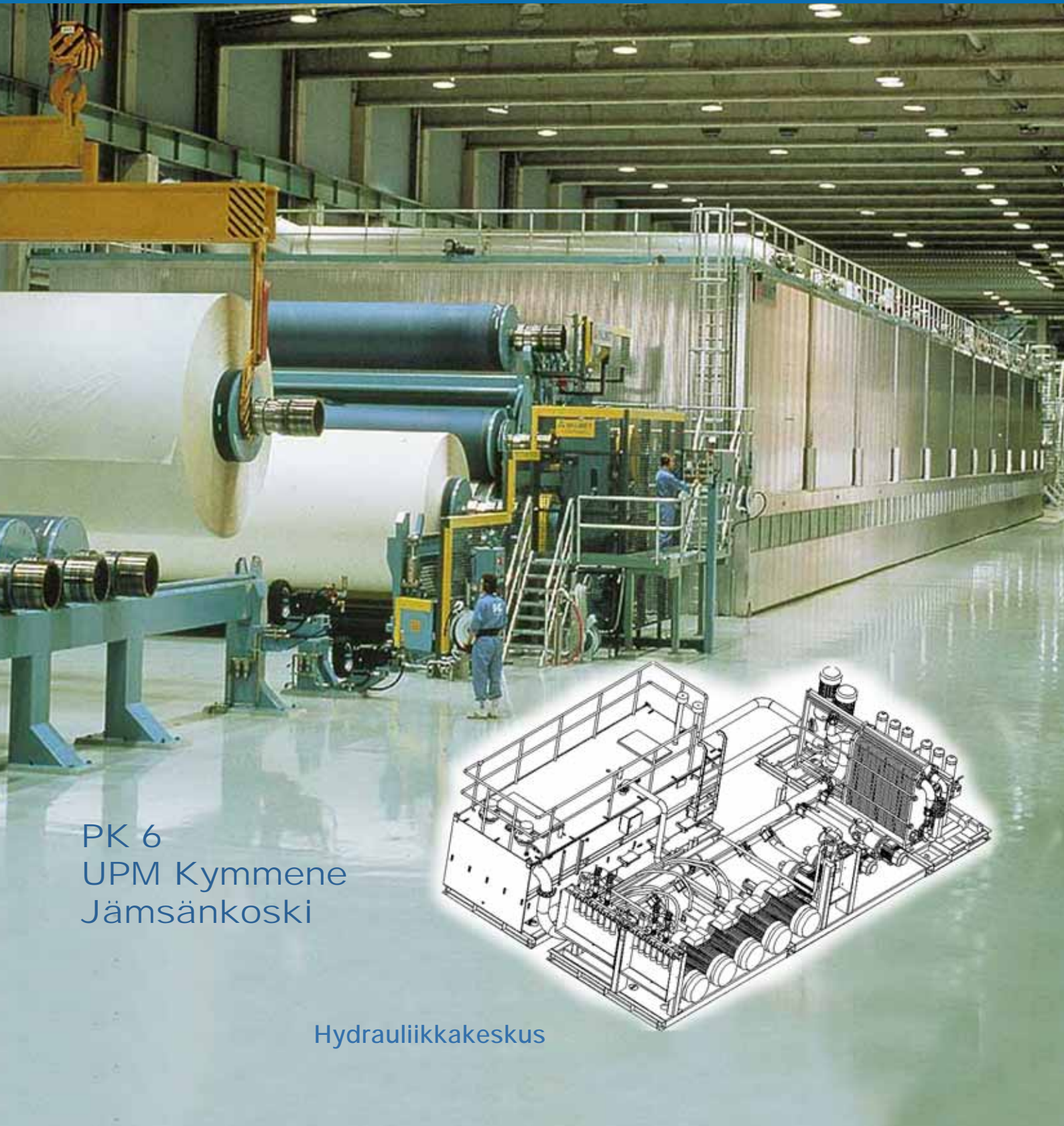


1  
2002



# FLUID Finland

Hydrauliikka  
Pneumatikka  
Voitelutekniikka



PK 6  
UPM Kymmene  
Jämsänkoski

Hydrauliikkakeskus



**Tarve:**  
Innovatiiviset kokonaisjärjestelmät mobilekoneisiin

**Ratkaisu:**  
Rexroth -mobilehydrauliikka

**Bosch Rexroth. Yksi toimittaja - yksi vastuu.**

Vahva projektitoimittaja hydraulikan, sähköservojen ja -ohjausten, lineaaritekniikan ja pneumaatiikan ratkaisuihin. Mitoitus, suunnittelu, koulutus ja huoltopalvelut. Kaikkeen tähän vain yksi partneri. Bosch Rexroth. **The Drive & Control Company**



Bosch Rexroth Oy, Ansatie 6b, 01740 Vantaa, puh. (09) 849111, [www.boschrexroth.fi](http://www.boschrexroth.fi)

Industrial Hydraulics

Electric Drives and Controls

Linear Motion and Assembly Technologies

Pneumatics

Service Hydraulics

Mobile Hydraulics

**Rexroth**  
Bosch Group

# KAIKKI HYDRAULIKASTA



**ETOLA**  
YHTIÖT



## NESTEPAINE OY

Mäkituvantie 11 01510 VANTAA  
Puh. (09) 613 633 Fax (09) 6136 3666

Kuoppamäentie 3 33800 TAMPERE  
Puh. (03) 254 8200 Fax (03) 254 8211

Teollisuustie 5 60100 SEINÄJOKI  
Puh. (06) 421 0700 Fax (06) 421 0733

[nestepaine@nestepaine.fi](mailto:nestepaine@nestepaine.fi), [www.nestepaine.fi](http://www.nestepaine.fi)

# Tässä numerossa



Hydrauliikka  
Pneumatiikka  
Voitelutekniikka

1. vuosikerta • ISSN 1458-7599

## Kustantaja

Visido Ky  
Valurintie 40  
05200 RAJAMÄKI  
puh. (09) 855 97 834  
faksi (09) 855 97 835  
fluid.finland@visido.fi  
www.visido.fi

## Päätoimittaja

Heikki Malkamäki  
0400 452 427

## Toimitusneuvosto

Matti Bärling  
Porin tekniikkaopisto  
Eero Hakonen  
UPM-Kymmene  
Jari Kallela  
Rautaruukki Steel  
Ilari Orpana  
Polarteknik PMC  
Matti Palin  
Avesta Polarit  
Paul Pallasto  
Bosch Rexroth  
Jari Rinkinen  
TTKK / IHA  
Kaarle Rähä  
Hydrauliikkahuolto K. Rähä  
Reijo Viinonen  
Kojaltek Yhtiöt  
Pekka I. Vuolle  
HYDAC

## Toteutus

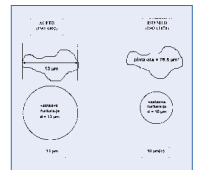
Malcast Oy

## Painopaikka

Itä-Uudenmaan Paino Oy  
Loviisa

Vuosikerran hinta on 25 €

-  5 Pääkirjoitus
-  6 FLUID referee, FLUID koulu - ennakkotietoa
-  7 Asiantuntijan näkökulma
-  8 Hydrauliikkaa paperitehtaassa
-  12 Uudistunut puhtausluokitus
-  14 Hydrauliikkaa 35 vuoden kokemuksella
-  16 Komponenttien toimittajasta kokonaisvastuun kantajaksi
-  18 Kaivurikuormaajien hydraulijärjestelmät
-  26 Hydrauliikkajärjestelmälle pitkää käyttöikää ja hyvinvointia
-  28 Vuotamatonta hydrauliikkaa ei ole - vai onko?
-  30 Putkiliittimet



Tätä "historiallista" ensimmäistä numeroa ovat tukeneet:

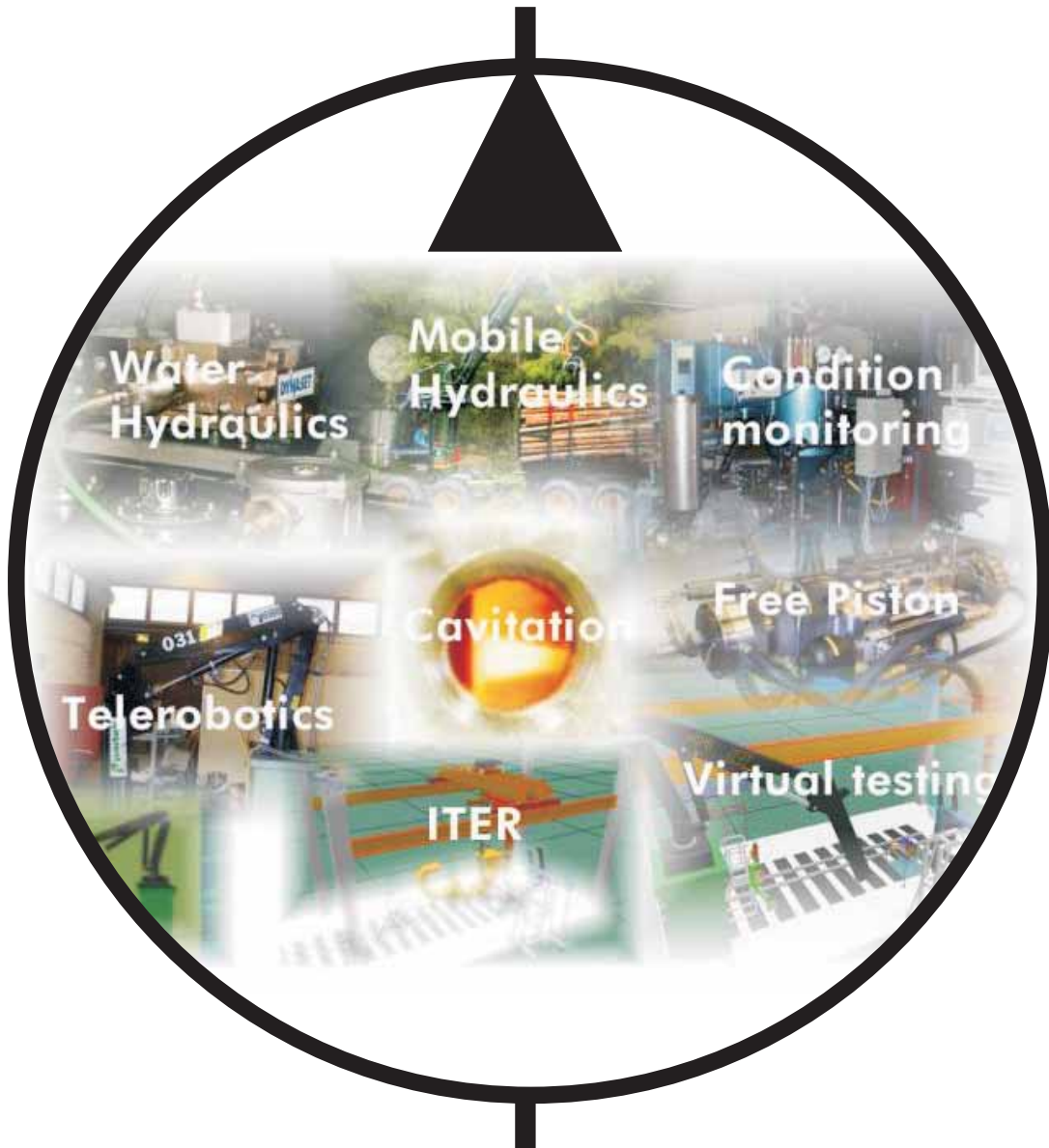
Bosch Rexroth  
Fluidcontrol  
HYDAC  
Hydrauliikkahuolto K. Rähä  
Hytaflex  
Kojaltek  
Masino-Hydrosto  
Nestepaine  
Parker Hannifin, FINN-FILTER  
Sauer-Danfoss  
TTKK / IHA



**IHA** Institute of  
Hydraulics and  
Automation  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



IHA:n tutkimusaktiviteetit perustuvat läheiseen yhteistyöhön kansainvälisen ja kotimaisen teollisuuden kanssa sekä tuotekehityksessä että perustutkimuksessa. Nykyiset päättutkimusalueet ovat mobile- ja vesihydrauliikka. Uudet kehittymässä olevat tutkimusalueet ovat teleoperointi sekä kunnonvalvonta ja virtuaalitestausta.



Hydrauliikan ja automatiikan laitos (IHA) on yksi Euroopan johtavista laitoksista hydrauliikan tutkimuksessa ja koulutuksessa. IHA on myös yksi Tampereen teknillisen korkeakoulun (TTKK) suurimmista laitoksista. Suomen Akatemia on nimennyt IHA:n tutkimuksen huippuyksiköksi vuosiksi 2000-2005.

Institute of Hydraulics and Automation  
Korkeakoulunkatu 6, P.O.Box 589  
FIN-33101 TAMPERE, FINLAND

tel.int. +358 - 3 - 3115 2264  
fax. +358 - 3 - 3115 2240  
internet: <http://www.iha.tut.fi>

## FLUID Finland -lehden synty



Heikki Malkamäki  
päätoimittaja

Suomi on yhdistysten ja myös erilaisten lehtien luvattu maa. Uuden lehden synnyttäminen tuntui alussa melko riskialttiilta hankkeelta. Alustavien keskusteluiden jälkeen ajatus kuitenkin kirkastui ja niin syntyi FLUID Finland.

### Onko elintilaa?

Kevään edetessä vahvistui usko siihen, että kapeassa raossa on tilaa, kun asetetut tavoitteet alkoivat toteutua. Kädessäsi on nyt uutukainen teknisten ammattilehtien joukossa.

### Miksi englanninkielinen nimi?

Nimeä pohdittaessa oli luonnollisena tavoitteena löytää iskevä suomenkielinen nimi, mutta sanalle FLUID ei ole löytynyt yhtä kattavaa kotimaista vastinetta, joten työnimi valittiin jälleen kerran varsinaiseksi nimeksi. Tuskin nimi lehteä pahentaa.

### Ketkä asiakkaana?

Tavoitteena on aikaansaada usealle eri tasolle ja taholle soveltuvia osioita tähän lehteen. Lehti uskoo tavoittavansa lukijoita opiskelijasta professoriin, asentajasta johtajaan, käyttäjästä suunnittelijaan, palvelun tarvitsijasta palvelun tarjoajaan, harrastelijasta asiantuntijaan eli lähes kuun taivaalta.

### Mitä tulevaisuudessa?

Lehti uskoo olevansa oiva yhdysside kaikkien fluid -tekniikan parissa työskentelevien kesken. Nyt on luotu kanava, jonka jatkuminen vaatii paljon yhteistyökumppaneita kaikilla tasoilla. Mikään ei synny itsestään - sisältö tekee lehden.



# FLUID

referee-level articles

Hydraulics  
Pneumatics  
Lubrication

FLUID Finland -lehteen tulee tieteellisesti korkeatasoinen englanninkielinen osio. Se on referee -statuksen omaava julkaisufoorumi alan asiantuntijoiden käyttöön.

Julkaistut kirjoitukset ovat läpikäyneet hyväksymismenettelyn. Tätä arviointia varten lehteen on perustettu alan asiantuntijoista koostuva "Referee board". Kunkin artikkeliehdotuksen tarkastaa aina kolme tästä ryhmästä valittua jäsentä. Lausuntojen jälkeen artikkeli saatetaan julkaisuvalmiiksi. Arviointimenettely on luonnollisesti luottamuksellista, eikä edes kirjoittajalle tiedoteta paperin arvioijien henkilöllisyyttä.

Referee -toimikunnan jäseniksi ovat lupautuneet seuraavat asiantuntijat:

Professori Asko Ellman	TTKK / IHA
Yliopettaja Jaakko Fonselius	Jyväskylän AMK
Kehityspäällikkö Jarkko Halme	Timberjack Oyj
Professori Heikki Handroos	LTKK / Mekatroniikka
Vanhempi tutkija Kalevi Huhtala	TTKK / IHA
Erikoistutkija Jyrki Kajaste	TKK / Koneensuunnittelu
Professori Kari Koskinen	TTKK / IHA
Tuotekehitysinsinööri Timo Käppi	Plustech Oy
Erikoistutkija Matti Linjama	TTKK / IHA
Erikoistutkija Jouni Mattila	TTKK / IHA
Erikoistutkija Jaakko Myllykylä	TTKK / IHA
Erikoistutkija Esa Mäkinen	TTKK / IHA
Professori Kalervo Nevala	Oulun yliopisto/Konetekniikka
Toimitusjohtaja Pekka Nikkilä	Alfa Hydraulikka Oy
Tuotekehitysjohtaja Marko Paakkunainen	Plustech Oy
Professori Matti Pietola	TKK / Koneensuunnittelu
Professori Jari Rinkinen	TTKK / IHA
Erikoistutkija Seppo Tikkanen	TTKK / IHA
Johtaja Arto Timperi	Timberjack Energy Technology
Yliopettaja Pasi Tuominen	Vaasan AMK / Tietotekniikka
Professori Matti Vilenius	TTKK / IHA
Professori Tapio Virvalo	TTKK / IHA

Lisätietoja referee -osiosta ja kirjoitusohjeista saa osoitteesta <http://www.visido.fi/fluid>



FLUID Finland -lehti kantaa huolta myös alalle tulleiden tai alalle tulevien ammatillisesta osaamisesta. Eikä kertaus liene pahasta alaa jo tuntevien keskuudessa.

Lehteen tulee siis suomenkielinen FLUID koulu, jossa valotetaan alan perusteista lähtien fluid -tekniikan eri osa-alueita "oppikirjamaisesti".

Ottakaa yhteyttä ideoinenne - lukijat ja kirjoittajat. Toimituksesta saa lisätietoja.

# Asiantuntijan näkökulma

## Tervetullut uutuus ammattilehtien joukkoon



Kauan kaivattu hydraulikka- ja pneumatiikka-alan suomalainen ammattijulkaisu on nyt toteutuksessa. Alan messujen rinnalle saadaan näin lisäkanava, jonka välityksellä uusia innovaatioita ja kehityksen kulkua voidaan käyttäjille esitellä sekä alan tunnettuutta lisätä. Tunnettuuden lisäämisestä voimme valmistaja- ja markkinointiportaassa olla vain iloisia.

Hydrauliikka- ja pneumatiikkamarkkinat edustavat Suomessa n. 310 milj. euron liikevaihtotasoa. Alan kokonaisvolyymi on siis suhteellisen pieni. Monessa koneenrakennusprojektissa hydraulikka/pneumatiikka on kuitenkin korvaamaton joko teknisten ominaisuuksiensa tai hinnan vuoksi. Esim. pneumaattinen toimilaite, etenkin liikkeissä, joissa ei tarvita asemointia, on ylivoimaisesti edullisin ratkaisu. Pneumaattiset laitteet ovat myös erittäin toimintavaroja ja pitkäikäisiä. Asennus on vaivatonta ja sujuu lähes ilman työkaluja. Pneumaattisiin toimilaitteisiin on myös saatavana lukematon määrä erilaisia tarttuja- ja jigi-sovelluksia.

Hydrauliset käytöt puolestaan ovat paikallaan, kun tarvitaan suuria voimia ja etenkin suurta voimaa pienessä tilassa. Tämä vaatimus tulee parhaiten esille liikkuvissa työkoneissa. Samoissa koneissa on myös hydrostaattinen voimansiirto oikea ratkaisu, sillä sen ohjaus voidaan kytkeä dieselmoottorin ohjaukseen ja näin optimoida dieselin käyttö eri työvaiheissa.

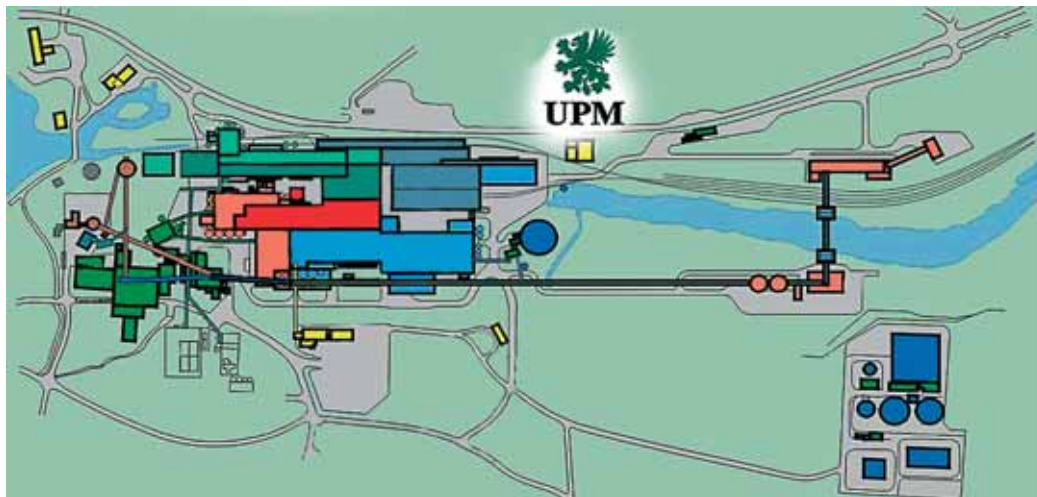
Hydrauliikka- ja pneumatiikka-alojen kehitystä tarkastellessa voidaan todeta, että ohjaustekniikka on se osa-alue, joka kehittyy nopeammin, siksi monet alan yritykset puhuvatkin mieluummin koneautomaatiosta ja voimansiirrosta. Näenkin, että koneenrakentajalla pitää olla mahdollisuus valita juuri hänen koneeseensa parhaat toimilaitteet, olivat se sitten hydraulisia, pneumaattisia tai sähköisiä. Näitä eri toimintoja ohjataan sitten yhteisellä ohjausjärjestelmällä, jonka toimittaa sama yritys kuin itse toimilaitteenkin. Näin koneenrakentaja voi keskittyä omaan erikoisosaamiseensa.

Uudelle lehdelle ja sen päätoimittajalle toivotan menestystä uuden väylän avaamisessa hydraulikan ja pneumatiikan maailmoihin.

BOSCH REXROTH OY



P. Pallasto



Heikki Malkamäki  
FLUID Finland

# Hydrauliikkaa paperitehtaassa

## UPM-Kymmene Oyj Jokilaakson tehtaat Jämsänkoski ja Kaipola

### Perusarvot

avoimuus  
luottamus  
aloitteellisuus

### Tärkeää

asiakkaiden tyytyväisyys  
kilpailukyky  
henkilöstön kehittäminen  
ympäristön vaaliminen

### Toiminto-osastot

tekninen ryhmä  
tehdaspalvelu  
kuitu  
talous  
henkilöstö  
hallinto

### Tuotanto

tuotantokyky 1465000 t/v  
vientä yli 90%  
liikevaihto 1042 milj €  
viisi tuotantoyksikköä  
tarrapaperiosasto

### Henkilöstö

#### Kaipola

LWC	129
News	123
MFS	79

#### Jämsänkoski

SC	185
MFC	91
Tarra	103

#### Jokilaakson yhteiset

tekninen ryhmä	192
tehdaspalvelu	426
kuitu	143
talous	33
henkilöstö	36
hallinto	245

### Tuotteet

SC-paperi  
LWC-paperi  
Newsprint  
MFS-paperi  
MFC-paperi  
Tarra- ja pakkauspaperi

### Raaka-aineet

Kuusipuu	1800000 m <sup>3</sup> /v
- kuumahierre	645 000 t/v
Sellu	190000 t/v
Keräyspaperi	180000 t/v
- kierrätyskuitu	150000 t/v
Täyte- ja päällystysaineet	360000 t/v

Hydrauliikalla on merkittävä osuus paperin tekemisessä. Mekatroniikkainsinööri Eero Hakonen UPM-Kymmenen Jämsänkosken tehtaalta jaottelee tehtaaseen sujuvasti kuitun eri hydrauliikkaosioon.

Ensimmäinen selvä kokonaisuus on määränpään hydrauliikka omine keskuksineen. Seuraava kokonaisuus on nykyteknikan johdosta nestevoilymiltään isoin ja merkittävin osio eli telahydrauliikka. Teloilla pääasiassa poistetaan vettä paperimassaa "litistämällä". Näissä nykyaikaisissa taipumakompensoiduissa teloissa vastustetaan maan vetovoimaa hydrauliikan avulla eli nippi pidetään suorana. Telan

vaippa pyörii ja sitä taipumakompensoidaan jopa 64 vyöhykkeellä toimivin ohjauksin, joita kutakin voidaan säätää erikseen.

Kolmantena kokonaisuutena hydrauliikan kannalta erotuu paperikoneen kuivapää. Se koostuu pääosin kuivaimista ja rullaimista. Neljäs osio on superkalanterit. Kalanteroinnin suorittavat pääasiassa telat, joten vertaus telahydrauliikkaan olisi kohdallaan. Nämä telat ovat kuitenkin rakenteeltaan niin erilaisia alkupään teloihin verrattuna, että ammattimiehet pitävät tätä osiota ihan omanaan. Myös nostolavat kuuluvat tähän kokonaisuuteen.







Mekatroniikkainsinööri Eero Hakonen työpöytänsä äärellä.



Mittaustulokset dokumentoidaan ja analysoidaan seisokkisuunnitteluun.

Jälkikäsitteily muodostaa seuraavan selkeän kohteen. Omien hydraulikkakeskusten takana ovat pituusleikkurit ja pakkauslinjat. Lisäksi tehtaalla on myös paljon erilaisia oheistoimintoja hydrauliiikan piirissä. Omilla yksiköillä ohjataan esimerkiksi luukkujen aukaisua, hissejä ja voitelukoneyksiköitä. Jämsänkoskella on yli sata erikokoista hydraulikeskusta hoitamassa edellämainittuja toimintoja.

#### Kunnossapitoa Jokilaakson tehtailla.

Jokilaakson tehtailla on yhteinen tehdaspalveluosasto, jossa oheisen taulukon mukaisesti työskentelee 426 henkilöä. Hydrauliiikan ammattilaiset ovat osa tätä osastoa. Kuitenkin yhteistyö kahden noin 10 km etäisyydellä toisistaan olevan tehtaan välillä on melko vähäistä. Toki yhteinen varaosahuolto kriittisten ja isojen kokonaisuuksien osalta toimii. Tietojen ja kokemusten vaihto kuukausipalavereissa on luonnollisesti tärkeää. Koska "omallakin" tehtaalla riittää tehtävää, ei asentajavaihtoa näin ollen paljoakaan ole.

Muun tehdaspalvelun tapaan myös hydrauliiikan kunnossapito on jaoteltu korjaavaan ja ylläpitävään toimintaan sekä ennakoivaan kunnossapitoon ja kehitykseen. Eero Hakonen on vastuussa Jämsänkoskella pääsääntö-

sesti ennakoivasta kunnossapidosta ja kehityksestä. Maantieteellisesti kunnossapitotoimintojen eri osa-alueet ovat lähekkäin, joten vuorovaikutusta on helppo synnyttää.

Vaikka laitteet ja järjestelmät ovat kalliita, on panostukset ennakointiin isossa tehtaassa helpompi perustella kannattaviksi, kuin pienissä yksiköissä. Mikäli iso paperikone joudutaan pysäyttämään,

ovat pelkät puutekustannukset yli 10 000 € tunnissa. Mahdolliset asiakasmenetykset tulevat siihen lisäksi, sillä paperia ei tehdä tänä päivänä varastoon, vaan imuohjaus toimii tälläkin alalla. Siisppä Jokilaakson tehtailla on ennakointi myös hydrauliiikan alalla lisääntyvää toimintaa, mutta panostuksilla on saattava korjaavan kunnossapidon osuutta vähenemään - muuten se ei kannata.

#### Mitä hydrauliiikan ennakoivan kunnossapidon osastolla tehdään?

Ensimmäisenä Eeron ryhmän tehtävistä tulee mieleen määraaikaismittaukset ja säädöt. Niiden tarkoitus on vähentää suunnittelematonta korjausta. Huollot voidaan tehdä silloin seisokkien yhteydessä suunnitellusti. Kriittisiin ja vaikeasti luoksepäästäviin kohteisiin on



Tuotantolaitteiden määräaikaismittaukset ovat jatkuva ja tärkeä vaihe ennakoivaa kunnossapitoa.

asennettu kiinteät mittalaitteet, joiden antamat tiedot on ohjattu pääsääntöisesti valvomoihin muiden kunnonvalvontatietojen yhteyteen. Kiinteät kunnonvalvontajärjestelmät on usein rakennettu opinnäytteinä.

Määräaikaismittauksen piirissä on paljon erilaisia kohteita, joiden mittaussvälit vaihtelevat ohjeiden tai kokemuksen kautta saadun tiedon perusteella päivästä vuoteen. Mittaustulokset analysoidaan ja raportoidaan. Analyysien pohjalta laaditaan vikailmoitukset seisokkisuunnittelun työohjelmia varten.

Vianetsinnällä paikallistetaan häiriökohteet ja ongelmanratkaisulla haetaan parannusta laitteisiin. Vianetsinnän työkaluina ovat kunnonvalvonnasta tutut monikanava-piirturit ja anturit yhdistettynä kunnonvalvonta-, prosessin-ohjaus- ja valvontajärjestelmiin. Tärkeillä alueilla ovat useat anturit kahdennettu, jol-



*Tehtaan sisäisellä koulutuksella varmistetaan oman ammattitaidon säilyminen sekä varamiesjärjestelmän ylläpito aluekunnossapidossa ja vuorokorjausryhmissä.*

loin ne valvovat kohteen lisäksi myös toisiaan. Lisäksi öljyjen puhtauden valvonnalla ja öljyanalyysijä tekemällä saadaan arvokasta tietoa kohteista. Tyypillisesti häiriöt liittyvät telojen kuormitukseen ja erasteisiin vuotoihin.

Menetelmät ja koneikot vanhenevat. Jatkuvalla kehitystyöllä hyödynnetään nykYTEKNIikkaa modernisoineissa ja uusinoissa. Oman osaamisen varmistamiseksi yhteyksiä pidetään laitetoimittajiin sekä koulutus- ja tutkimuslaitoksiin.

Hydrauliikan perusosaaminen tulee varmistaa myös lomien sekä ilta- ja viikonloppuvuorojen aikana. Niinpä mekatronikkaosastolla on koulutettu talon sisälle varamiesjärjestelmä aluekunnossapitoon ja vuorokorjausryhmiin. Sisäinen koulutus takaa jatkuvan ammattitaidon ylläpitämisen.

## Huoltotoiminta

Hydrauliikan huolto suoritetaan pääsääntöisesti itse. Tärkeiden alueiden oma osaaminen on katsottu tuotannon kannalta tärkeäksi, joten se on säilytetty tehtaalla.

Komponenttipuolella etenkin servo- ja proporsionaaliventtiilit kuuluvat oman huollon piiriin. Huoltamisen jälkeen kaikki venttiilit koestetaan koepenissä, ja niiden "kulaan tulee lappu", josta nähdään koestajan nimi, koestusaika ja se viritysarvo, mihin venttiili on säädetty. Näin voidaan varmistaa, ettei koesta-



mattomia venttiileitä asenneta koneisiin. Samat toimenpiteet tehdään myös uusille venttiileille ennen varastoon laittamista. Yksinkertaisia mekaanisia suuntaventtiileitä harvoin huolletaan, sillä riskikartoituksella on etsitty systematiikka romutuksen ja huollon välille. Toki ehjänä muun huollon yhteydessä vaihdettu osa huolletaan ja varastoidaan.

Yhteistyökumppaneiden tekemänä huolletaan yleensä pumput, sylinterit ja hydraulimoottorit. Tehtaalla tehdään vaurioanalyysjä voittuneille komponenteille eli selvitetään, miksi ne ovat vikaantuneet. Samalla arvioidaan tarkkaan huoltamisen kannattavuus ennen toimenpiteisiin ryhtymistä.

Ulkopuolinen kumppani hoitaa myös letkut ollen yleensä seisokeissa paikalla, putki-asennukset tekee samoin asiantuntijaliike. Hankintavarastoon on siirretty hydraulikan suodattimet eli komponenttia, jota ei huolleta, ei varastoida vaan pidetään avojakelussa paikallisen toimittajan toimesta. Aiemmin suodatin oli lukkojen takana keskusvarastossa, josta yleensä haettiin omaan kaappiin varalle varaosa, ettei kriittisenä hetkenä tarvinnut lähteä kaukaa hakemaan - näin tehtaalla oli usein moninkertainen varasto kulusosia.

#### Tekemisen meininkiä

Mekatronikkaosasto ratkoo ensisijaisesti ongelmia, jotka aiheuttavat tuotantokatkoksia. Strategiaa hahmoteltaessa on kohteen kriittisyys arvioitu. Tarkoituksena ei ole tehdä pelkästään kivoja hommia tekemisen itsensä vuoksi, vaan talon edun mukaisesti haetaan ne kohteet, joista on eniten hyötyä tuotannon sujumisen ja laaduntuottokyvyn säilymisen kannalta. Tätä kriittisyyksien arviointia ei tehtäne koskaan liikaa.

Öljyn puhtaus on hydraulikan elinehto, koska välykset ovat niin pieniä nykytekniikan myötä. Jämsänkoskella on puhtauden valvonta korkealla tasolla. Vaikka laitteet ovat kalliita, on valvonta tämän tyyppisessä teollisuudessa itsestäänselvyys ja niinpä ongelmista onkin likaisten öljy-

jen osalta päästy jo 1980 -luvulla - silti työn on jatkuttava.

Hydrauliikan monimutkistumisen myötä tuottaa säätöventtiilien elektroniikka joskus hankaluuksia. On jopa jouduttu vaihtamaan taipumakompensoidun telan kaikki 64 proportionaaliiventtiiliä, että tuotanto saadaan nopeasti käyntiin. Vasta huollossa on löydetty ongelmien aiheuttaja. Viritysarvot saattavat vieriä hiljalleen pois halutuista ja niitä joudutaan seuraamaan, sillä paperin laatu ei saa kärsiä, koska asiakkaat ovat entistä laatu-tietoisempia.

Kunnonvalvonnan oiva apuväline on myös lämpökamera. Telan päähän tulee 32 letkua ja ne ovat pikaliittimillä kiinni itse telassa. Kerran yhden liittimen kara takelteli haitaten öljyn läpäisyä, jolloin paine toteutui, mutta virtausta oli liian vähän. Lämpökameralla löytyi muita kylmempiä liittimiä. Myös sylinterien vuodot ovat lämpökameran käytölle otollinen kohde.

#### Summa summarum

Hydrauliikan osuus lisääntyy paperitehtaassa ja se monipuolistuu. Kapasiteetit kasvavat, tilavuusvirrat lisääntyvät, painetasoja nostetaan, käytetään monimutkaisia säätöpiirejä ja tarkempia ohjauksia. Kaikesta huolimatta hydraulikka ei kuitenkaan ole ongelmallinen alue, sillä se on hallittavissa asiantuntemuksella.

Hydrauliikka-asentajan monitaisuuden vaatimustaso kasvaa, sillä teknistä tietämystä tarvitaan hydraulikan lisäksi myös automaatiosta ja elektroniikasta. Kunnonvalvonta monipuolistuu.

Kokonaisuuksien hallinta lisääntyy. Enää ei riitä tietoa siitä, miten jokin osa liikkuu, vaan on selvitettävä, miksi se liikkuu ja mihin kaikkeen sen liike vaikuttaa? Tuotantotekniikan tuntemuksen on ulotuttava paperitekniikkaan asti.



**KOJALTEK SOLUTIONS**

**HYDRAULIC UNITS**

**DRIVES**

**AUTOMATION**

**CONTROL SYSTEMS**

**KOJALTEK**

[www.kojaltek.fi](http://www.kojaltek.fi)



**FLUID**  
forum  
2002

Sokos Hotel Ilves  
Tampere  
5. - 6.11.2002.

Tilaisuudessa on kaksi rinnakkaista aihekokonaisuutta kumpanakin päivänä.

Merkitse ajankohta kalenteriisi!

# Uudistunut puhtausluokitus

Öllyjen puhtaudenvalvonta teollisuudessa on parin viime vuosikymmenen aikana lisääntynyt ratkaisevasti. Ennakoiva kunnossapito edellyttää tiedon lisääntymistä myös puhtauden osalta.

Pekka I. Vuolle  
Hydac Oy

**K**enttäkäyttöisten hiukkaslaskijoiden käytön voimakas kasvu 90-luvulla lisäsi mahdollisuutta aktiivisesti seurata järjestelmien öljyn kuntoa säännöllisesti ja näin suunnitella toimenpiteet käyttöhäiriöiden eliminoimiseksi.

Sekä hydraulii- että voitelujärjestelmissä on ollut nähtävissä selvästi ensinnäkin tavoitteellisten puhtaustasojen määrittelyä sekä suuntautumista entistä puhtaampiin öljyihin. Ei ole enää poikkeuksellista, että kiertovoitelujärjestelmän puhtaustason tavoite paperitehtaassa on yhtä hyvä kuin korkeapainehydrauliikassa kymmenen vuotta sitten. Vaatimustason nousu on tietenkin parantanut vastaavasti suodattimien suodatus-tarkkuutta järjestelmässä.

Varhemmin puhtausstandardit määrittivät alhaisimmaksi puhtausarvoksi 5 µm:iä suurempien hiukkasten määrän. Uusissa standardeissa alhaisimmat puhtausarvot ovat "yhtä luokkaa" paremmat, eli 1 µm:in tasoa.

Hiukkasen koko määritellään uuden standardin mukaan aivan eri tavalla kuin varhemmin. Edellä olevat tekijät yhdessä aikaisemmin käytetyn testipölyn valmistuksen lo-

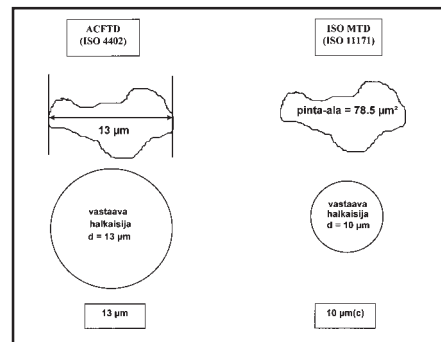
pettamisen myötä loivat tarpeen uuden standardin tekemiselle.

Uusi hiukkaskokomääritys uusien puhtausluokitusten kanssa tulleet aiheuttamaan käyttäjille melkoisia sekaannuksia. Käyttäjien tulee olla selvillä nykyisin vielä käytössä olevien ja uusien standardien mukaisten arvojen eroavuuksista. Jos esimerkiksi samalle suodatinpatruunalle, jolle varhemmin on ilmoitettu  $R_{60} = 200$  ilmoitetaan nyt arvo  $R_{60(c)} = 1000$ , käyttäjän tulee olla tarkkana, että ei tee vääriä johtopäätöksiä laadun parantumisesta! Uuden standardin mukainen merkintä (c) on syytä huomioida. Vertaa kuva 4.

## Uusia standardeja

Vuosikymmeniä käytössä ollut suodatintesteissä käytetty testipöly ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust) on korvattu ISO-standardin määrittelemällä ISO MTD (ISO Medium Test Dust) -testipölyllä, jonka sekä hiukkaskoko että -määrä on määritelty ja neutraalin instituutin valvoma (NIST – The US National Institute of Standards and Technology). ISO MTD soveltuu kalibrointikäyttöön SRM 2806 (Standard Reference Material).

Uudet standardit määrittelevät mm. automaattisten hiukkaslaskimien kalibroinnin, hiukkaslaskennan automaattisella hiukkaslaskimella (Multi-PassTestit) mikroskooppisen hiukkaslaskennan, komponenttien puhtauden ja tietenkin uudet ISO-puhtausluokat.



Kuva 1. Hiukkaskoon määrittely ja merkintätapa vanhan (ISO 4402) ja uuden (ISO 11171) standardin mukaan.

## Hiukkaskokojen uusi määrittely

Hiukkasen pisin halkaisija määritti varhemmin hiukkasen koon. Pisimmän läpimitan ollessa esimerkiksi 13 µm määriteltiin tämä hiukkaskooksi. Sen sijaan uuden standardin mukaan hiukkasen pinta-alaa vastaavan ympyrän halkaisija määrittelee hiukkaskoon (vrt. kuva 1).

Aikaisemmalla ACFTD-kalibroinnilla mitattu 1 µm:n hiukkaskoko vastaa nyt uutta ISO MTD-kalibroinnin hiukkaskokoa 4,2 µm(c), 3 1/2 µm vastaa kokoa 5,1 µm(c) ja 5 µm vastaa kokoa 6,4 µm(c).

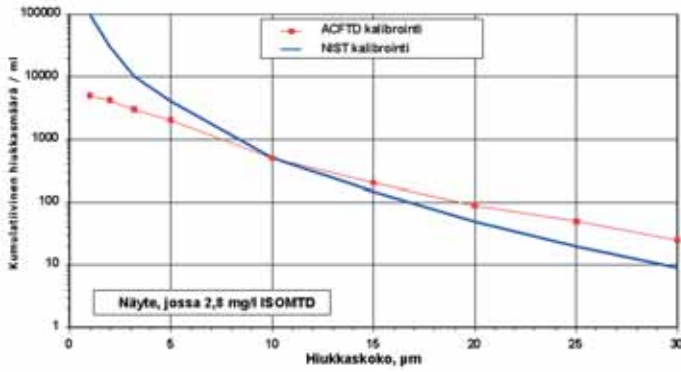
Läpimitaltaan yli 14 µm:n hiukkaskoot ovat selvästi ACFTD -hiukkaskokoja pienemmät. Taulukossa 1 on esitetty ACFTD -hiukkaskokoja vastaavat uudet ISO MTD -koot ja päinvastoin.

## Uuden testipölyn määrällinen jakautuma

Paitsi hiukkasten koon määrittely myös ISO MTD -testipölyn hiukkasten määrällinen jakautuma on määritelty uudelleen. Kuvassa 2 on esitetty ISO MTD -testipölyn eri kokoisten hiukkasten lukumäärä ACFTD -kalibroinnilla ja NIST -kalibroinnilla tehtynä.

Taulukko 1. Standardien ISO 4402 ja ISO 11171 mukaisilla kalibrointimenetelmillä saatujen hiukkaskokojen vertailu.

ACFTD-koko ISO 4402:1991 [µm]	ISO MTD NIST-koko ISO 11171:1999 [µm(c)]	ISO MTD NIST-koko ISO 11171:1999 [µm(c)]	ACFTD-koko ISO 4402:1991 [µm]
1,0	4,2	4	<1
2,0	4,6	5	2,7
3,0	5,1	6	4,3
5,0	6,4	7	5,9
7,0	7,7	8	7,4
10,0	9,8	9	8,9
14,0	13,0	10	10,2
15,0	13,6	14	15,5
20,0	17,5	15	16,9
25,0	21,2	20	23,4
30,0	24,9	25	30,1
40,0	31,7	30	37,3



Kuva 2. Eri kokoisten ISO MTD -hiukkasten lukumäärä ACFTD- ja NIST-kalibroinnilla.

Uudet testiolosuhteet vaikeuttavat suodatimien suoritusarvoihin eli niihin arvoihin, joita suodatustestien pohjalta ilmoitetaan. Sen sijaan käytännön olosuhteissa suoritusarvot eivät tietenkään ole muuttuneet. Sama patruuna pitää järjestelmän tasan yhtä puhtaana ja suojaa komponentteja yhtä luotettavasti kuin tähänkin saakka, vaikka  $\beta_{x(c)}$  olisikin noussut  $\beta_x$ -arvosta tuntuvastikin.

Hienoilla suodatinpatruunoilla (<6  $\mu\text{m}$ ) on uuden normin mukaisesti suoritetuissa testeissä taipumusta saada tulokseksi suurempi hiukkaskoko ja karkeammilla suodatinpatruunoilla (>15  $\mu\text{m}$ ) puolestaan pienempi. Liian kovat poikkeavat toisistaan vain hieman.

### Puhtausluokat

Kymmenen vuotta sitten oli Suomessa pääsääntöisesti käytössä vuonna 1987 vahvistettu ISO 4406 –standardin määrittelemät puhtausluokat. Esimerkiksi puhtausluokka 16/13 määritteli yli 5  $\mu\text{m}$ :n ja yli 15  $\mu\text{m}$ :n hiukkasten määrin ala- ja ylärajat 100 ml:ssa näytettä. Vastaavasti joissakin yrityksissä käytössä olleen NAS 1638:n puhtausluokka NAS 7 määritteli, kuinka monta 5-15, 15-25, 25-50, 50-100 ja >100  $\mu\text{m}$ :n hiukkasta sai olla 100 ml:ssa näytettä.

Nyt on kaikki sitten toisin. Uuden ISO 4406:1999 –standardin mukaan määritellään yli 4  $\mu\text{m}$ (c):n, yli 6  $\mu\text{m}$ (c):n ja yli 14  $\mu\text{m}$ (c):n kokoisten hiukkasten määrät. Eri luokkien lukumäärät ovat pysyneet entisenä paitsi, että varhemman

100 ml:n sijaan käytetään nyt 1 ml:n sisältämiä määriä eli lukumäärät ovat sadasosia entistä. Niinpä esimerkiksi puhtaustaso 22/16/13 sisältäisi 4  $\mu\text{m}$ (c):n hiukkasia millilitrassa väliltä 20.000-40.000, 6  $\mu\text{m}$ (c):n hiukkasia väliltä 320-640 ja 14  $\mu\text{m}$ (c):n kokoisia hiukkasia väliltä 40-80 kappaletta.

Amerikkalainen NAS (National Aerospace Standard) –standardi ei ole ainakaan toistaiseksi vahvistanut uutta luokitusta.

### Puhtausluokat saattavat muuttua

Kuvassa 3 on esitetty varsin laajan kenttätutkimuksen mielenkiintoinen tulos. Puhtausluokka on määritelty sekä vanhan että uuden standardin mukaisesti. Vain kaksi isointa hiukkaskokoluokkaa on huomioitu.

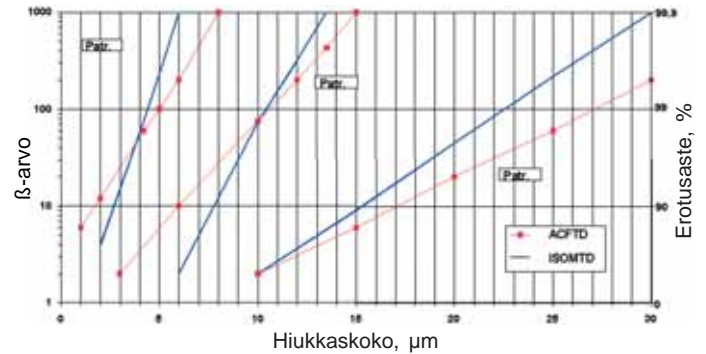
Puolessa mitatuista 713 tapauksesta puhtausluokka pysyi muuttumattomana, 43%:ssa tapauksista puhtausluokka nousi kokoalueella yli 6  $\mu\text{m}$ (c) yhdellä luokalla. Kokoalueella >14  $\mu\text{m}$ (c) saatiin sama tulos 96%:ssa ta-

Puhtausluokan nousu tai lasku uudesta vanhaan	> 6 $\mu\text{m}$ (c) / > 14 $\mu\text{m}$ (c) > 5 $\mu\text{m}$ / > 15 $\mu\text{m}$				
	0 / 0	+1 / 0	+2 / 0	+1 / -1	0 / -1
Kokeiden määrä	357	308	25	10	13
%-osuus	50%	43%	3,4%	1,3%	1,8%

Kuva 3. Puhtausluokan muuttuminen tehdyissä 713 kokeessa.

pauksista. Tulosten perusteella voitaneen tehdä johtopäätös, ettei liene radikaaleja muutoksia odotettavissa, kun aikanaan vertaillaan eri tavalla kalibroittujen mittalaitteiden antamia tuloksia keskenään samasta järjestelmästä otettuina. Yhden ja useamman luokan ero käytännön mittauksissa on aivan normaalia.

Kuvassa 4 on esitetty kolmen eri patruunan  $\beta$ -kuvat sekä ACFTD- että ISO MTD –testipölyillä mitattuina. Patruuna A on aivan ilmeisesti 5  $\mu\text{m}$ :n absoluuttipatruuna, sillä onhan sen  $\beta_5 = 100$  ja vastaavasti  $\beta_6 = 200$ . Mutta  $\beta_{6(c)}$  onkin jo 1000, mihin viitattiin esityksen alussa. On siis syytä olla tarkkana!



Kuva 4. Kolmen suodatinpatruunan suorituskyvyn välinen vertailu ACFTD- ja ISO MTD –testipölyillä mitattuna.

### $\beta$ -arvot myyntiargumentteina

Eurooppalaisilla ja amerikkalaisilla suodatinvalmistajilla on ollut mielenkiintoinen ero patruunoiden suodatustarkkuuksissa: 3, 5, 10 ja 20  $\mu\text{m}$  eurooppalaisilla ja vastaavasti 3, 6, 12 ja 25  $\mu\text{m}$  amerikkalaisilla. Tämä on aivan ilmeisesti johtanut  $\beta$ -arvoilla kilpailmiseen. Jotta amerikkalainen 6  $\mu\text{m}$ :n patruuna pärjäisi eurooppalaisten 5  $\mu\text{m}$ :n patruunoiden kanssa, täytyy sen  $\beta_6$ -arvon olla tuntuvasti suurempi kuin niin sanottu absoluuttipatruunan raja,  $\beta_x > 100$ , eli jos  $\beta_6 = 200$ , niin tällöin  $\beta_5$  ylittää vaaditun rajan.

### Pitkä siirtymäaika odotettavissa!

Vaikka uusien standardien vahvistaminen on tapahtunut jo vuonna 1999, uusituissakin suodatinesitteissä kerrotaan edelleen vain vanhan menetelmän mukaisista suodatustarkkuuksista. Kenttäkäyttöisistä hiukkaslaskijoista ainakin valtaosa mittaa edelleen vain vanhan standardin mukaisia arvoja jne.

Vasta laboratoriotasolla on alettu ilmoittaa myös uuden standardin mukaisia arvoja rinnan vanhojen kanssa. Kestääne vuosia ennen kuin puheissa käytetään 5  $\mu\text{m}$ (c):n suodatustarkkuutta nykyisen 3  $\mu\text{m}$ :n sijaan. Aika näyttä.

### VIITTEET

- ISO 4402/1991
- ISO 11171/1999
- ISO 4406/1987
- ISO 4406/1999
- ISO 4572/1981
- ISO 16889/1999
- Kunnossapitoyhdistys: Teollisuushydraulijärjestelmien suunnittelu- ja hankintaohje
- HYDACin mittaukset

# Hydrauliikkaa 35 vuoden kokemuksella

Denison Lokomecin nyt eläkkeelle vetäytynyt toimitusjohtaja Martti Jussila huomasi jo 1967 työelämäänsä siirtyessään, että ei hydrauliikka ihan hullu ala ole, vaan sitä voi tehdä jopa amatikseen. Hydrauliikka tarjosi uusia haasteita, sillä se tuntui "elävämmältä tekniikalta" perinteiseen mekaniikkaan nähden. Hydrauliikan osuus oli kasvussa, eikä katua ole tarvinnut.

---

Heikki Malkamäki  
FLUID Finland

---

Keskustelut Denison Lokomecin eläkkeelle siirtyneen toimitusjohtaja Martti Jussilan kanssa johtivat mielenkiintoisesti hydrauliikan kehitysvaiheiden pariin ja alunperin tavoitteena ollut henkilökuva jäi teollisen historian taakse.

Martti Jussila on lähtöisin Kangasalta, joten kotikonnuilla hän on saanut työuransa tehdä. Teknisen alkutietämyksen hän kävi hakemassa Tampereen teknillisestä opistosta. Koulun penkiltä hän ei vielä saanut hydrauliikan oppeja ja opiskelun lomilla haastateltava tutustui Lokomon konepajan eri osastoilla mekaanisten koneiden suunnittelusta tuotantopuolen työtehtäviin.

Lokomo oli hyvä paikka tehdä töitä, sillä siellä sai testata ja kokeilla käytännössä "tuoreeltaan" suunniteltujen laitteiden toimivuutta. Kehitetty laite vietiin koneeseen ja lähes heti näki, miten suunnitelmia tulee kehittää sekä tehdä mahdollisia korjauksia ja parannuksia. Näin sai luotua itselle varmuutta ja mielikuvaa, jolloin tekeminen ei jäänyt pelkän teorian varaan.

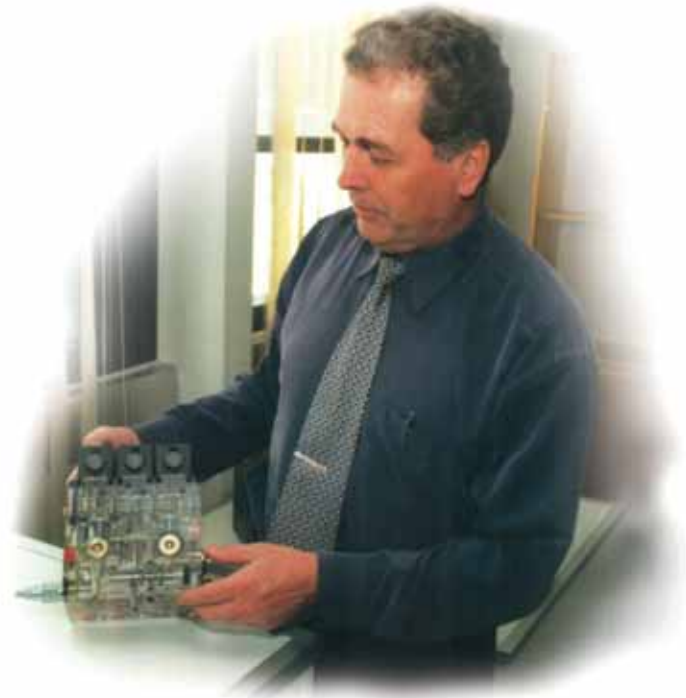
Martti Jussila valmistui insinööriksi vuonna 1967 ja Lokomosta tuli kuin luonnostaan ensimmäinen varsinainen työ-

paikka. Lokomon ote mekaanisissa koneissa oli perinteisesti vahva, mutta siirtyminen hydrauliikkaan alkoi kuusikymmentäluvun puolivälin aikoihin. Niinpä vastavalmistunut suunnittelija laitettiin hydrauliikan pariin. Nyt alkoi nuorella miehellä omatoiminen, hankala hydrauliikkatietojen hankinta erilaisista lähteistä, sillä oppikirjoja oli tarjolla melko niukasti.

## Uusi paineluokka otettiin käyttöön

Lokomolla oli tehty vuonna 1966 päätös nk. 300-sarjan koneiden teosta. Siinä nostettiin paineluokkaa oleellisesti eli siihen aikaan yleisesti käytetystä 210 barista aina 320 bariin asti. Päätös johti siihen, että jouduttiin suunnittelemaan paljon uusia omia komponentteja kestävämmän valittu paine. Piirustuslaudalle joutuivat useat venttiilit, sylinterit ja jopa putkistolaipat. Letkuvalmistajien kanssa haettiin uudet letkunormit. Kaikki tämä jouduttiin tekemään nopeasti, sillä vanhat komponentit eivät toimineet ja uudet koneet piti saada syntymään.

Tässä onnistuttiin, sillä kuten aiemmin todettiin, päästiin



Lokomon työkaluosastolla tekemään joustavasti ja suhteellisen nopeasti prototyyppejä. Koska samanaikaisesti oli koneita työn alla, saatiin prototyyppien koeajot suorittaa oikeilla koneilla. Kantapään kautta sitä kuulemma oppi pikku hiljaa tuntemaan hydrauliikkaa, sillä varsinaista oppi-isää verstaalla ei ollut.

Onnistumisia kuitenkin tuli, sillä Lokomon mobiilikoneet olivat erittäin korkealla teknisellä tasolla. Samalla ne olivat tavallaan liian hyviä, sillä taloudellisuutta niiden valmistukseen ei löytynyt ja ne jouduttiin melko pian lopettamaan ensin omassa tuotannossa ja sitten vielä uuden yrittäjän toimesta.

## Itäkauppa vauhditti hydrauliikan kehitystä

Lokomon hydrauliikkaosasto palasi muutaman pääkaupunkiseudulla vietetyn vuoden jälkeen takaisin Tampereelle 70-luvun alussa, sillä silloisen Rauma-Repolan puitteissa oli valtaisa buumi Neuvostoliiton kaupassa ja panostukset hydrauliikkaan olivat melkoiset.

Yhtenä tähän itäkauppaan liittyvänä haasteena olivat isot puristimet. Aiemmin käsi-

telttiin pääasiassa 150 - 200 litran virtausmääriä, mutta nyt jouduttiin kosketuksiin jopa 20000 litraa minuutissa käsitteleviin venttiileihin ja muihin toimilaitteisiin. Laskennallisin menetelmin selvitettiin, miten logiikka pelaa isoissa lastulevypuristimissa, sillä liikkeiden tulee hoitua hallitusti.

Puristin tulee nopeasti kofti lastumattoa, ajaa sitten hitaasti kiinni ja lopuksi tarvitaan sopivasti voimaa paiston ajaksi. Venttiilit oli rakennettava tuntemaan, milloin esimerkiksi korkeapaineakku on otettava mukaan eikä tuhlata tehoja liian aikaisin. Nopea liike oli saatava pysähtymään ajoissa, etteivät "purut pöllähdä maailmalle".

Tässä yhteydessä tuli patruunatekniikka tutuksi, jolloin vaimennukset, hidastukset ja paineohjaukset antoivat 2-3 vuodeksi uudenlaisia haasteita lastulevy- ja liimaustekniikan opiskelun lisäksi. Vaikka tavoiteasetanta oli usein määrittelemätön, saavutettiin laskennan, teoretisoinnin ja logistisoinnin avulla hyviä tuloksia, jotka sitten käytäntö vahvistivat. Neuvostoliiton hajoaminen päätti lopullisesti tämän puristinvalmistuksen.

## Lohkotekniikan pariin

Lokomossa alkoivat eriytystoimet 1980 -luvun alussa, jolloin metsäkoneiden, kaivinkoneiden ja tiehöylien valmistus siirtyi uusille yrittäjille. Erääksi painopistealueeksi tuli lohkotekniikka. Samanaikaisesti Martti Jussilaa alkoi kiehtoa oman yritystoiminnan kehittäminen ja niinpä hän oli perustamassa hydrauliiikan suunnitteluun keskittyvää insinööri-toimistoa vuonna 1986. Syntyi Hydex Oy.

Toimeksiantoja tuli edelleen Lokomo -tuotteisiin. Entinen Lokomon nosturi modifioitiin uuden yrittäjän toimesta At-Hoist -nimellä. Tämän nosturin hydrauliiikka toteutettiin lohkotekniikalla. Tässä projektissa pääsi vertaamaan lohkotekniikkaa perinteisen tekniikan putkisto- ja liitinasennuksiin ja toteamaan käytännössä sen merkittävät edut.

Yksi erittäin mielenkiintoinen kehityskohde oli syvänmeren sukellusvene. Työssä suunniteltiin paljon uusia erikoiskomponentteja, joiden piti toimia syvyyksissä olevissa olosuhteissa. Pari vuotta kului suunnittelupöydän ja testilaitteiston parissa. Aluksi suunniteltiin itse aluksen osat ja sitten meren pohjaan tulevan polttoainejärjestelmän laitteet.

Saadakseen energiaa toimintojensa ylläpitämiseen alus vei mukanaan rakettipolttoainetta alas, jossa siitä tehtiin turbiinijärjestelmällä sähköä.

Ulkoisten olosuhteiden asettamat vaateet olivat merenpohjassa melkoiset. Koska paine aluksen ympärillä oli 600 - 700 baria, aiheutti kokoonpuristuminen välyksien suunnitteluun omat lisänsä. Samoin oli rakennettava kompensatiojärjestelmä sinne, missä paine-eroa ei sallittu. Ulkoisen paineen lisäksi oltiin meriveden kanssa tekemisessä, joten projektissa jouduttiin käyttämään paljon erikoismateriaaleja. Rauma rakensi oman koestuskammion, jossa oli oikeanlaista merivettä ja oikea paine. Se oli valtava taloudellinen panostus tuotekehitykseen.

## Lokomecin synty

Jälleen kerran tuli uusia isoja haasteita eteen, kun vuoden 1991 keväällä aloitettiin Lokomecin toiminta. Se oli riskialtis haaste, mutta kuitenkin mielenkiintoinen. Lokomec ostettiin henkilöstön toimesta ja Martti Jussila tuli Hydexistä johtamaan. Raumasta siirtynyt henkilökunta oli motivoitunut ja innolla mukana.

Toiminta alkoi Rauma Oy:n kellarissa, mutta jo vuoden kuluttua siirryttiin nykyiseen paikkaan Ruskon teollisuusalueelle. Parin laajennuksen jälkeen hallit ovat saaneet nykyiset mittasuhteensa. Vaikka taloudellinen riski oli suuri, on tarkan markan politiikalla saatu kustannukset pysymään kurissa ja hallittu laajentuminen on onnistunut.

Kannattavan toiminnan edellytyksenä oli jo alkuvaiheessa rautainen ammattitaito. Lohkotekniikan osa-alueet olivat hallussa niin konstruktiosuunnittelun, tuotekehityksen, markkinoinnin kuin valmistustekniikan osalta.

Toimintafilosofian mukaan asiakkaan tarpeista ja ongelmista saatiin suunnittelun, valmistuksen, asennuksen, testausten ja säädön kautta syntymään ratkaisuna valmis kokonainen lohko sijoitettavaksi suoraan koneeseen. Lisäksi on suunniteltu omia toimikomponentteja. Tällaisia tarkkuudeltaan ja säätötekniikaltaan vaativia lohkotekniikan venttiilistöjä on kehitetty metsäkoneiden harvesteripään ohjaukseen, kalastus- ja kansivinttureiden ohjaukseen, kivenmurskauslaitteiden mobiilisovelluksiin, isojen vesiturbiinien säätölaitteisiin, öljyn-

porauslauttojen ja -alusten säätö- ja kompensointijärjestelmiin jne. Myös muiden valmistajien osat pyritään testaamaan lohkokon kiinnitettyinä. Näyttävien saavutus on tuotantolinjalta lähtenyt maailman suurin lohko. Se toimii öljynporauslautalla 14,5 tonnin painoisena ja se pitää sisällään yli 200 erilaista komponenttia.

Vuonna 1998 Denison osti Lokomecin liiketoiminnan ja Martti Jussila hoiti kolmen vuoden ajan toimitusjohtajuutta. Hän jätti seuraajalleen Tapio Lehdelle hyvässä kunnossa olevan yrityksen.

## Millainen on hydrauliiikan tulevaisuus?

Pitkän linjan kehittäjän mukaan uusia lennokkaita ajatuksia tarvitaan tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Vaarana on, että tällä hetkellä ollaan liian seisovassa tilassa jäämässä jalkoihin. Tehdäänkö vain tämän päivän bisnestä, jolloin uudet ajatukset jäävät huomiotta?

Huomattava kilpailija eli sähkötekniikka on innovatiivisen tutkimisen ja kehittämisen kohteena. Kilpailu on otettava vakavasti, sillä ensimmäiset menetetyn alueet ovat varoitusta, johon on reagoitava. Molempia tekniikoita tarvitaan, mutta hydrauliiikan säädettävyyttä ja tehokkuutta ovat sellaisia vahvuuksia, joihin on tukeuduttava.

Oppilaitoksissa on oltava oikea henki ja näkemys, mutta ilman isojen yritysten mukanaoloa reviirin puolustaminen ei taida onnistua. Vaikka tuote on toiminut hyvin, usein vasta pakon edessä huomataan, että aika on ajanut sen ohi. Vanha viisaus sanoo, että tee tuotteesta parempi tai poista se, sillä vanhoilla puolustusaseilla ei kannata taistella liian kauan.

Kehitys tuntuu kulkevan pienissä portaissa eteenpäin, jolloin kuvaavaa oli "tokaisu" uuden kehitysversion ilmentyneenä: "Mikset sä heti ole tehnyt tästä tämmöistä". Martti Jussilan loppuotemuksena voisi olla, että asiaan kannattaa paneutua perusteellisesti asenteella - teen tätä niin kauan kun siitä tulee hyvä.



Denison Lokomec pyrkii toimittamaan lohkot valmiina, jolloin ne voidaan asentaa suoraan koneisiin. Testipenkeissä komponentit säädetään toimimaan tavoitteiden mukaisesti.



# Komponenttien toimittajasta kokonaisvastuun kantajaksi.

Heikki Malkamäki  
FLUID Finland

Kojaltek on kasvanut runsaassa 30 vuodessa muuttaman henkilön myymälästä liki sata ammattilaista työllistäväksi yritysryhmäksi.



Kojaltek -konserni sai alkunsa 1.9.1970, kun Arvo Viinonen avasi Oulun Kone ja Laakeri Ky:n korjaamo-, konepaja- ja kunnossapitosektoria palvelemaan. Yrityksellä oli myös huoltotoimintaa, mutta se "unohtui" 15 vuodeksi muun tekemisen oheen. Seuraavalla

vuosikymmenellä huomattiin, että pelkkä komponenttien toimittaminen ei riitä, vaan palvelun pitää olla laajempaa, ja niin huoltotoiminta palasi oleelliseksi osaksi yhtiötä. Laman jälkeen palveluiden tuottaminen koettiin merkittäväksi ja niin vuonna 1994 perustettiin Kojalservice Oy. Myös teollisuuden kunnossapidon osuus asiakaskunnassa on kasvanut.

Yritys on laajentunut ja toimintaa harjoitetaan Suomessa jo kymmenellä paikkakunnalla - toiminta on siis monipaikkallista. Yhtiö harjoittaa omaa tuontia, vientiä ja sillä on myös toimisto Pietarissa.

## Miten tänä päivänä?

Kojaltekissa on liikeideaa mietitty ja nyt kysytään, mitä lisäarvoa yhtiö tuottaa asiakkaalle. Edellä todetun mukaisesti on toiminnan painopiste suuntautunut enenevässä määrin teollisuuteen. Pääasialliset asiakaskontaktit tulevat kuin luonnostaan metsäklusterista, terästeollisuudesta ja koneenrakennuksesta, mutta muitakaan asiakkaita ei ole unohdettu.

Tämän päivän teema teollisuudessa on, että tavarana ja palveluiden toimittajien lukumäärää karsitaan. Tämä asettaa vaatimuksia toimittajien yhteistyölle esimerkiksi verkottumisen muodossa. Kojaltekissa on siirrytty komponent-

tin toimittajan roolista hoitamaan kokonaistoimituksia. Sillä on vahvat yhteistyökumppanit, joka mahdollistaa, että tarjottu tuoteperhe on kattava ja laadukas.

Tekemisen tavaksi on valittu lähitoimittajan vaativa tehtävä. Yrityksellä on toimipisteitä asiakkaiden lähellä. Lisäksi asiakkaan prosessissa ollaan mukana ylläpitämällä palveluvarastoja käyttäjän "porttien sisäpuolella". Laaja tuotevalikoima ja hyvä tuoteosaaminen yhdistettynä laadukkaaseen service -palveluun tuo toimintaan asiakkaan kaipaamaa lisäarvoa. Sidosryhmien hyvä tunteminen on tärkeätä toiminnan onnistumiselle.

Kojalservice Oy harjoittaa myös tuotantoa, joka käsittää hydrauliikka- ja pneumatiikkayksiköt, pienputkistot sekä sopimuskokoonpanon. Onnistuminen vaatii omaa suunnittelua.

Kojaltek on lähitoimittaja ja toimiminen usealla paikkakunnalla on luonteenomaista. Tämä näkyy mm. siinä, että yhtiön perustaja ja nykyään hallituksen puheenjohtajana toimiva Arvo Viinonen hoitaa tehtäviään Teijossa, toimitusjohtaja Reijo Viinosen toimisto on Jyväskylässä ja muu hallinto on Oulussa, jossa on myös varatoimitusjohtaja Paavo Iljana. Hän on myös tekniikan vastuhenkilö.



Kojaltekillä on toimintaa Suomessa kymmenellä paikkakunnalla sekä lisäksi myyntikonttori Pietarissa.





*Kojalservice suunnittelee ja valmistaa koneikkoja Jyväskylän toimipisteessä. Marko Peltonen on kokoomassa Avesta Polaritin mittavaan laajennukseen Tornoon menevää koneikkoa.*

Usko tulevaisuuteen on vahva.

Reijo Viinonen uskoo, että toimintoja ja palveluita kehittämällä Kojaltek Yhtiölle riittää tekemistä. Sillä on kapea segmentti hoidettavanaan, mutta korkealla tietotaidolla sekä yhteistyöverkkojen ja sidosryhmien tuella saavutetaan tavoitteet. Yrityksen koko ja rakenne on pidettävä tämän päivän vaatimuksien mukaisena,

jolloin etenkin tietotekniikkaa, e-kauppaa ja logistista osaamista tulee kehittää. Yritysten välisiä yhteistyömalleja on kehitettävä.

Terveelle kasvulle saattaa asettaa rajoituksia ammattitaitoisen henkilöstön saanti, sillä jo nyt on kilpailu osajista arkipäivää. Työyhteisöllä, joka kykenee luomaan innostavan työilmapiirin ja edellytykset jatkuvalla oppimiselle, on

mahdollisuuksia kilpailtaessa henkisestä pääomasta. Reijo Viinonen näyttää itse oivaa esimerkkiä jatkuvasta oppimisesta opiskellessaan yliopistossa yrittäjyyden saloja.

Kojaltekin tärkeitä avainsanoja ovat: TYÖ, PALVELU ja IHMINEN.



*Vaikka palvelumyyntiä toimistolla ei suoritakaan, on toimitusjohtaja Reijo Viinosen takana kuitenkin melkoinen joukko komponentteja.*

# Kaivuri- kuormaajien hydrauli- järjestelmät



Kuva 1. Lännen 860 S kaivurikuormaaja. /3/

Ins. Pekka Kuusimaa  
Sandvik Corp. Tampere  
[pekka.kuusimaa@sandvik.com](mailto:pekka.kuusimaa@sandvik.com)

Prof. Jari Rinkinen  
TTKK/IHA  
[jari.rinkinen@tut.fi](mailto:jari.rinkinen@tut.fi)

Artikkeli on laadittu  
Tampereen teknillisen  
korkeakoulun  
Hydrauliikan ja Automatiikan  
laitoksen (IHA) kurssin  
"26131 Hydrauliteknikka II"  
P. Kuusimaan seminaarityön  
(syksy 2000) pohjalta.

## Johdanto

Hydraulikäyttöisten kaivureiden ja kaivurikuormaajien historia alkaa 1950-luvun alkupuolelta, jolloin valmistettiin muun muassa Vammaskosken tehtaalla "Riuku-Vamma" lempinimen saanutta kaivurimallia. Myöhemmin markkinoille tulivat muut merkit kuten Lännen, Valtra, James ja Ara. Tässä artikkelissa perehdytään kaivurikuormaajan rakenteeseen, jonka jälkeen käsitellään niissä käytettyjä hydrauliijärjestelmätyyppejä sekä vertaillaan hydrauliijärjestelmien keskinäistä paremmuutta. Kaivurikuormaajan esimerkiksi on valittu Lännen 860 S, jonka järjestelmään perehdytään tarkemmin.

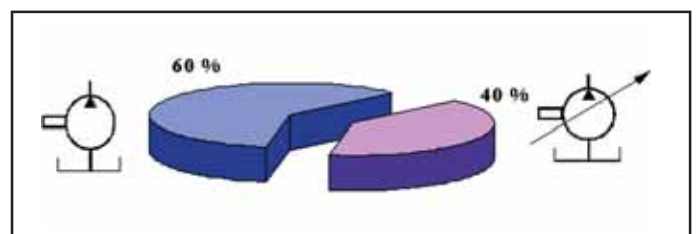
Kysyntää näille koneille oli jo elinkaaren alkupuolelta eli vuodesta 1954 lähtien, jolloin Suomessa aloitettiin hydraulikäyttöisen jo aikaisemmin mainitun Riuku-Vammaksen valmistus. Tuona aikana ja vielä 1980-luvun puoleen väliin saakka oli hyvin yleistä rakentaa kaivurit ja kaivurikuormaajat traktoriyksiköiden kuten Ford, Leyland, Valmet, Volvo, Nuffield jne. päälle. Toisin sanoen varsinaiseen traktorin runkoon kiinnitettiin "toinen" runko, jonka tehtävänä oli toimia kiinnitysalustana kaivulaitteelle, vastapainoille (kaivurit), ohjaamolle, öljysäiliölle, etuakselistolle, pohjapanssarille ja etukuormaajalle (kaivurikuormaajat).

Vähitellen kaivureiden ja kaivurikuormaajien valmistajat siirtyivät kokonaan omavalmisteiseen runkoon, joka toimi kiinnitysalustana niin moottorille ja akselistoille kuin kaivulaitteellekin. Etuina tässä ratkaisussa ovat muun muassa komponenttien vapaampi sijoittelu, pienempi paino ja yksinkertaisempi rakenne. Varsinaisena uranuurtajana Suomessa toimi Lännen-tehtaasta heidän esitellessä 1980-luvun alussa kaivurimallit S 9 ja S 10, joissa käytettiin pelkästään hitsattua kotelopalkkirunkoa.

Maininnan arvoista näissä koneissa oli myös hydrostaattismekaaninen ajovoimansiirto. Tuohon aikaan se oli vielä melkoinen kummajainen täysin mekaaniseen tai hydrodynaamismekaaniseen ajovoimansiirtoon tottuneiden kaivurimiesten keskuudessa. Ko-

neiden luotettava rakenne yhdistettynä hydrauliikan suureen voimaan ja täsmälliseen liikkeeseen olivat avaintekijöitä näiden koneiden menestykseen.

On vielä syytä selvittää melko monivaihteisia nimiä. Kaivuri on takana olevalla kaivulaitteella varustettu traktorin näköinen työkonetta, jota myös yleisesti kutsutaan traktorikaivuriksi (yleisnimi), vastapainokaivuriksi ja alan miesten keskuudessa "perseveivariiksi". Sen sijaan kaivurikuormaaja on takana olevalla kaivupuomilla ja edessä olevalla etukuormaajalla varustettu traktorin näköinen työkonetta, jonka muita nimiä ovat lusikka-haarukka, yhdistelmäkonetta ja Lännen koneiden käyttämä uusi nimitys pyöräkuormainkaivuri. Kuvassa 1 on Lännen 860 S runko-ohjattu kaivurikuormaaja.



Kuva 2. Kaivurikuormaajien pumputyypin jakautuminen prosentuaalisesti. /4/

## Hydraulijärjestelmät kaivurikuormaajissa

Nykyisin myynnissä olevat kaivurikuormaajat voidaan jakaa työhydraulijärjestelmien (etukuormaajan ja kaivulaitteen käyttö) suhteen kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä muodostuu koneista, joissa on kiinteätuottainen hammaspyöräpumppu ja suuntaventtiilissä avoin keskiasento. Tästä järjestelmästä käytetään nimitystä ympäripumppaava järjestelmä.

Nimitys kuvaa järjestelmän toimintaa, koska suuntaventtiilin karojen ollessa keskiasennossa, ohjautuu pumpun tuotto suuntaventtiilin vapaakiertokanavan kautta säiliöön. Järjestelmästä voidaan käyttää myös nimitystä CFO (Constant Flow Open Center). Toinen ryhmä muodostuu koneista, joissa on kuormantuntevalla säätimellä varustettu säätyvätuottainen pumppu ja suuntaventtiilissä suljettu keskiasento sekä kuormantunto-

kanavisto. Tästä järjestelmästä käytetään nimitystä kuormantunteva- tai LS-järjestelmä (Load Sensing).

Seuraavaksi luodaan katsoaus nykyisiin kaivurikuormaajiin, jotta voitaisiin todeta, kuinka monessa käytetään kiinteätuottoista ja kuinka monessa säätyvätuottoista pumppua. Kuvasta 2 nähdään prosentuaalinen jakautuminen sen suhteen, miten eri valmistajat käyttävät kiinteä- ja säätyvätuottoisia pumppuja. Taulukosta 1 käy selville kaivurikuormaajan merkki ja käytetty pumpputyyppi.

Taulukosta (1) huomataan, että hieman yli puolet valmistajista luottaa kiinteätuottoiseen pumppuun ja ympäripumppaavaan järjestelmään, joka voi olla jaettu etukuormaajan ja kaivulaitteen kesken eri piireihin. Kuormantuntevalla säädöllä varustettu säätyvätuottainen pumppu tarjoaa kuitenkin kaivurikuormaajakäytössä kiistattomia etuja, vaikka säätyvätuottoisen pumpun käyttäjät ovat vielä vuoden 2001 alussa tehdyssä tilastossa vähemmistönä.

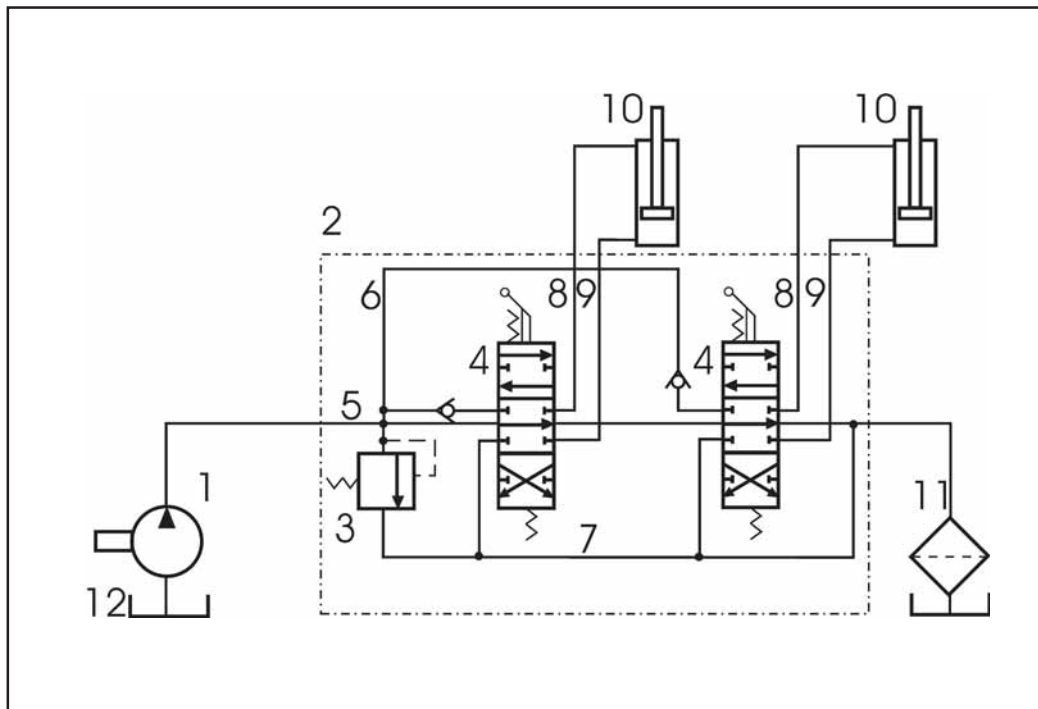
## Ympäripumppaava kiinteätuottainen järjestelmä

Ympäripumppaava kiinteätuottainen järjestelmä voi koostua kuvan 3 mukaisista komponenteista seuraavasti: kiinteätuottainen pumppu (1), suuntaventtiililohko (2), paineenrajoitusventtiili (3), suuntaventtiilin kara (4), suuntaventtiilin vapaakiertokanava (5), suuntaventtiilin syöttökanaava (6), suuntaventtiilin tankkikanava (7), suuntaventtiilin toimilaittekanava (8) ja (9), toimilaitte (10), suodatin (11) ja öljysäiliö (12). Pumpuna on tavallisesti hammaspyöräpumppu sen yksinkertaisen ja edullisen rakenteen takia. Myös vanhemmissa 1980-luvun kaivukoneissa ympäripumppaava järjestelmä oli hyvin yleinen, mutta pumpuna käytettiin tehosäädettyä säätyvätuottoista aksiaalimäntäpumppua.

Kaivureissa ja kaivurikuormaajissa ajo- ja työhydraulipumput on kiinnitetty dieselmoottoriin vauhtipyörän puolelle. Tällä ratkaisulla voidaan

Taulukko 1. Pumpputyypin jakautuminen merkeittäin. /4/

Koneen merkki	Pumpun tyyppi: K=kiinteätuotto, S=säätyvätuotto
Case	K
Cat	S
Ferrec	K
Fiat-Hitachi	K
Ford	K
Huddig	S
Hymas	K
JCB	K ja S
Lännen	S



Kuva 3. Ympäripumppaavan kiinteätuottoisen järjestelmän periaatekaavio.

moottoriteho ottaa pumppujen käyttöön rasittamatta liikaa moottorin mekaanista rakennetta. Yleensä pumppujen ja kampiakselin yhteys on kiinteä. Kiinteästä yhteydestä johtuen työhydraulipumppu tuottaa tilavuusvirtaa aina koneen käydessä, jolloin esimerkiksi siirtoajossa järjestelmässä vallitsee niin sanottu vapaakiertopaine. Kun tämä paine kerrotaan sen hetkellä tilavuusvirran määrällä, saadaan tulokseksi likimain järjestelmää ajon aikana lämmitävää häviöteho.

Asiaa voidaan tarkastella myös toisinpäin, koska tuotetulle hydrauliteholle on myös lyhytaikaista tarvetta. Siirtoajossa tarvitaan hydraulipumpun tuottamaa tilavuusvirtaa kaikissa kaivurikuormaajissa oleviin ohjauksenventtiileihin (orbitrol). Mikäli voimansiirtolajitelma on hydrodynamismekaaninen, toisin sanoen nestevaihte tai -kytkin ja power shift -vaihteet, kuluu tällöin hetkittäin osa pumpun tuotosta jarru- ja kytkinpakkojen käyttämiseen, joskin kyseessä on melko pieni paineen ja tilavuusvirran tarve.

Valtra CM 8 -kaivurikuormaajan siirtoajossa syntyvää häviötehoa on pienennetty rakentamalla sakarakytkin moottorin ja työhydraulipumpun välille. Näin ollen suuri tuottoinen työhydraulipumppu voidaan kytkeä irti, kun sen tuottamaa tilavuusvirtaa ei tarvita. Ohjaus sekä vaihteiston jarru- ja kytkinpakat toimivat pienikierrostitilavuuksisen pumpun avulla. Rakenne oli aikoinaan hyvin arvostettu koneyrityksien keskuudessa.

Kyseisellä ratkaisulla voitiin kylminä pakkasaamuina käynnistettäessä käyttää lähes koko akkujen teho moottorin pyörittämiseen sen sijaan, että osa tehosta olisi mennyt korkeaviskositeettiöljyn aiheuttamaan suuren vapaakiertopaineen voittamiseen.

Seuraavaksi tarkastellaan käynnistystilannetta, jossa ulkoilman lämpötila on -20°C ja koneessa on 12 voltin käynnistysjärjestelmä huonon akun varassa. Mikäli ympärumpuavaan järjestelmän pumppua tai pumppuja ei käynnistykseen ajaksi saa kytkettyä irti moottorista, on koneen käynnistyminen vaikeaa hydraulipumpun

pujen viedessä suuren osan akkujen tehosta. Tosin kylmäkäynnistystä voidaan helpottaa erillisellä lämmittimellä.

Lämmitin on "metsäojilla" olevissa koneissa yleensä vakiovaruste, koska lähimpään sähkönjakopisteeseen saattaa olla kilometrien matka. Nestekaasulla voidaan lämmittää moottorinlohkossa oleva jäähdytysneste ja säiliössä oleva hydraulioöljy. Vanhemmissa ahtamattomissa moottoreissa voitiin myös käynnistyksen aikana lämmitää nestekaasuliikkeillä imuilmaa.

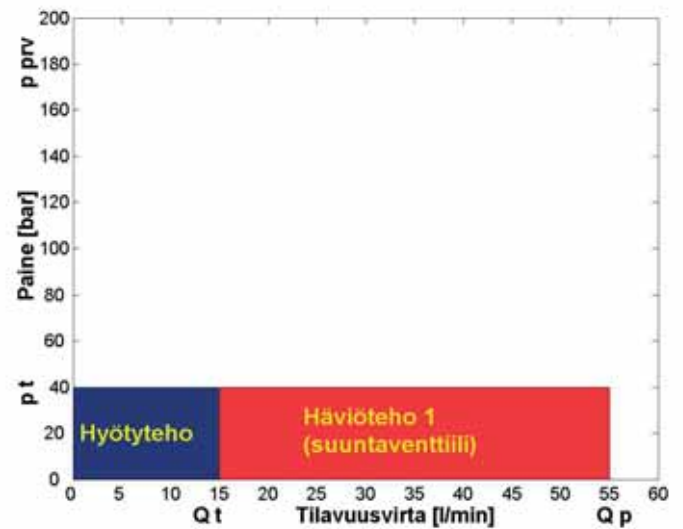
Käynnistysvaikeudet vaivasivat myös ensimmäisiä säätövätuottoisilla pumpuilla varustettuja metsäkoneiden vakio painejärjestelmiä. Säätimen toimintatavasta johtuen täytyi pumpun kehittää järjestelmän maksimipaine suuntaventtiiliin painelinjaan ennen kuin säädin pystyi pienentämään pumpun vinolevyn kulmaa. Akkujen kuormitus lisääntyi entisestään, mikäli painelinjassa oli vuotokohtia, jolloin maksimipaineen saavuttaminen kesti kauemmin.

Ympäripumppaavassa järjestelmässä tilavuusvirta määräytyy pumppua käyttävän moottorin kierrosnopeuden mukaan. Yhden toimilaitteen käyttötilanteessa järjestelmän paine voi määräytyä tarvittavan kuormituksen perusteella ja toimilaitteelle menevä tilavuusvirta määräytyy sille halutun käyttönopeuden perusteella. Tällöin häviöteho muodostuu käyttötilanteen ylimääräisestä virtauksesta suuntaventtiiliryhmän vapaakiertokanavassa.

Toisella venttiilirakenteella suuntaventtiiliin kara sulkee vapaakiertokanavan ennen toimilaittekanavan avautumista, jolloin paine nousee järjestelmän paineenrajoitusventtiilin asetusarvoon. Tällöin häviöteho kasvaa merkittävästi verrattuna edelliseen tapaukseen.

Esimerkki 1:

Ajatellaan halutun nopeuden aikaan saamiseksi tarvittavan 15 l/min suuruinen tilavuusvirta toimilaitteelle  $Q_t$ . Pumpun tuottama tilavuusvirta  $Q_p$  on kyseisellä hetkellä 55 l/min. Säiliöön ohjautuva häviötila-



Kuva 4. Hyöty- ja häviötehojen osuudet esimerkissä 1.

vuusvirta  $Q_{hä}$  saadaan yhtälöstä (1).

$$Q_{hä} = Q_p - Q_t \quad (1)$$

$$= (55,0 - 15,0) \text{ l/min}$$

$$= 40,0 \text{ l/min}$$

$$P_h = Q_t \cdot p_t \quad (2)$$

$$= 15,0 \text{ l/min} \cdot 40,0 \text{ bar}$$

$$= 1,0 \text{ kW}$$

Tällöin suurin osa pumpun tuotosta ohjautuu vapaakiertokanavan kautta säiliöön järjestelmään muodostuneella kuorman paineella aiheuttaen häviötehon 1;  $P_{hä1}$  (yhtälö (3) ja kuva 5).

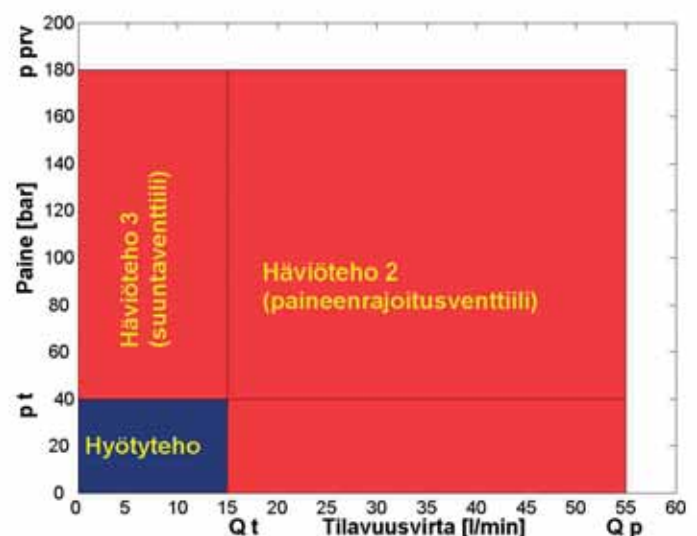
$$P_{hä1} = Q_{hä} \cdot p_t \quad (3)$$

$$= 40,0 \text{ l/min} \cdot 40,0 \text{ bar}$$

$$= 2,7 \text{ kW}$$

Tässä käyttötilanteessa ei synny muita häviötä kuin häviöteho 1.

Toimilaitte tarvitsee 40 bar paineen  $p_t$  voittaakseen liikettä vastustavat voimat. Tällöin järjestelmän paine nousee kuormitusta vastaavaksi, mikäli suuntaventtiiliin karassa on negatiivinen peitto ja vapaakiertokanava ei ole sulkeutunut. Hyötyteho  $P_h$  saadaan yhtälöstä (2) ja nähdään kuvasta 4. Huom. laskuissa ei ole otettu huomioon letku- ja kertavastushäviötä, sekä tulos on muutettu suoraan SI-yksiköiksi.



Kuva 5. Hyötytehon ja häviötehojen osuudet esimerkissä 2.

## Esimerkki 2:

Eniten häviötehoa syntyy edellä kuvatussa järjestelmässä, mikäli suuntaventtiilin kara sulkee vapaakiertokanavan ja toimilaitteelle menevän tilavuusvirran tarve on pienempi kuin pumpun tuottama tilavuusvirta. Tällöin nousee järjestelmän paine paineenrajoitusventtiiliin  $p_{prv}$  asetusravoon (esimerkissä 180 bar). Näin tapahtuu, vaikka toimilaitteen kuorma ei näin suurta painetta tarvitsisikaan. Järjestelmän paineen nousu lisää häviötehon määrää huomattavasti. Tässä käyttötilanteessa muodostuu runsaasti häviötehoa paineenrajoitusventtiilissä yhtälön (4) mukaan sekä suuntaventtiilissä yhtälön (5) mukaan. Syntyneen häviötehon kokonaismäärä on yhtälössä (6). Hyötytehoa saadaan edelleen yhtälön (2) osoittama määrä. Huom. laskuissa ei ole otettu huomioon letku- ja kertavastuhäviötä, sekä tulos on muutettu suoraan SI-yksiköiksi.

$$P_{hä2} = Q_{hä} \cdot p_{prv} \quad (4)$$

$$= 40,0 \text{ l/min} \cdot 180,0 \text{ bar}$$

$$= 12,0 \text{ kW}$$

$$P_{hä3} = Q_t \cdot (p_{prv} - p_t) \quad (5)$$

$$= 150,0 \text{ l/min} \cdot (180 - 40) \text{ bar}$$

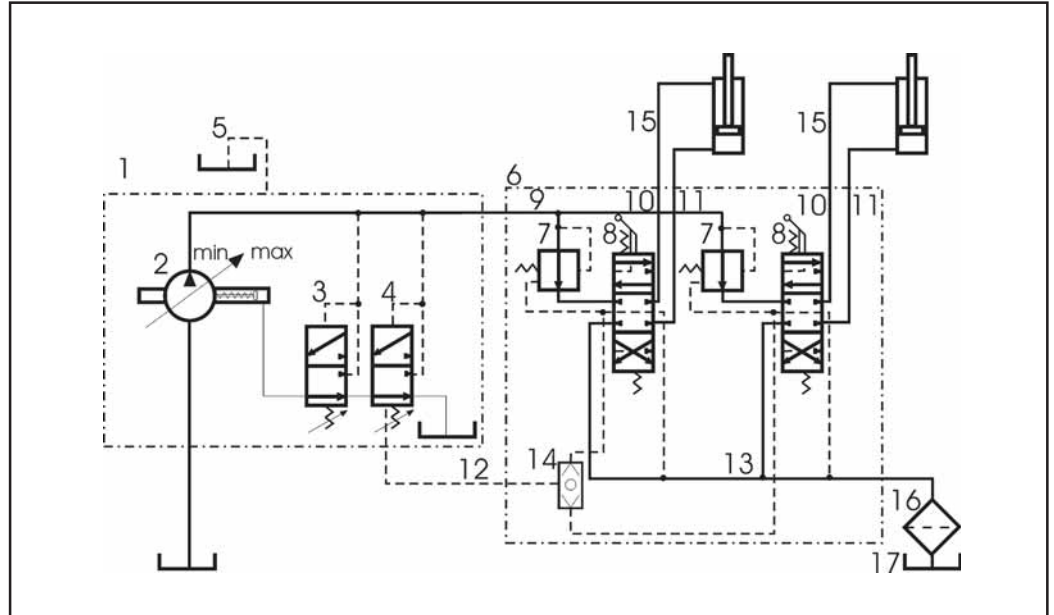
$$= 3,5 \text{ kW}$$

$$P_{kokonaishäviö} = P_{hä2} + P_{hä3} \quad (6)$$

$$= 15,5 \text{ kW}$$

Tosiasiasa edellä kuvatut käyttötilanteet ovat hyvin harvinaisia, koska kokenut koneenkuljettaja pystyy käyttämään useampia toimilaitteita saman aikaisesti. Näin ollen voi hyötytehon osuus olla huomattavasti suurempi. Myös järjestelmää suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon useampien toimilaitteiden yhtäaikainen käyttö, jotta pumpun tuottama tilavuusvirta saadaan sopivan suuriseksi.

Suuntaventtiilivalmistajat ovat myös merkittävässä asemassa optimoitaessa järjestelmää ja sen käyttömukavuutta. Liikutettaessa ympärilämpöpumppaavan järjestelmän suuntaventtiiliin karaa säädetään itse asiassa kolmea eri virtauspinta-alaa: pumppu à vapaakiertokanava, pumppu à toimilaitte ja toimilaitte à säiliö. Nämä ovat mekaanisesti yh-



Kuva 6. Kuormantuntevan ja säätyvätuottoisen järjestelmän periaatekaavio.

teydessä toisiinsa, jolloin yhtä virtauspinta-alaa muutettaessa muuttuvat toiset samanaikaisesti. Näissä syntyvään painehäviöön voidaan karasuunnittelulla vaikuttaa, haluttaessa joko parempaa hallittavuutta tai suurempaa hyötysuhdetta.

## Kuormantunteva säätyvätuottoinen järjestelmä

Kaivurikuormaajien hydraulijärjestelmien kehitysvaiheista puuttuvat tiettävästi kokonaan vakio paine- ja kevennetyt vakio painejärjestelmät, jotka olivat taannoin hyvin yleisiä metsäkoneissa. Seuraava kehitysvaihe ympärilämpöpumppaavan järjestelmän jälkeen kaivurikuormaajissa oli suuntaventtiiliin suljetulla keskiasennolla varustettu kuormantunteva järjestelmä.

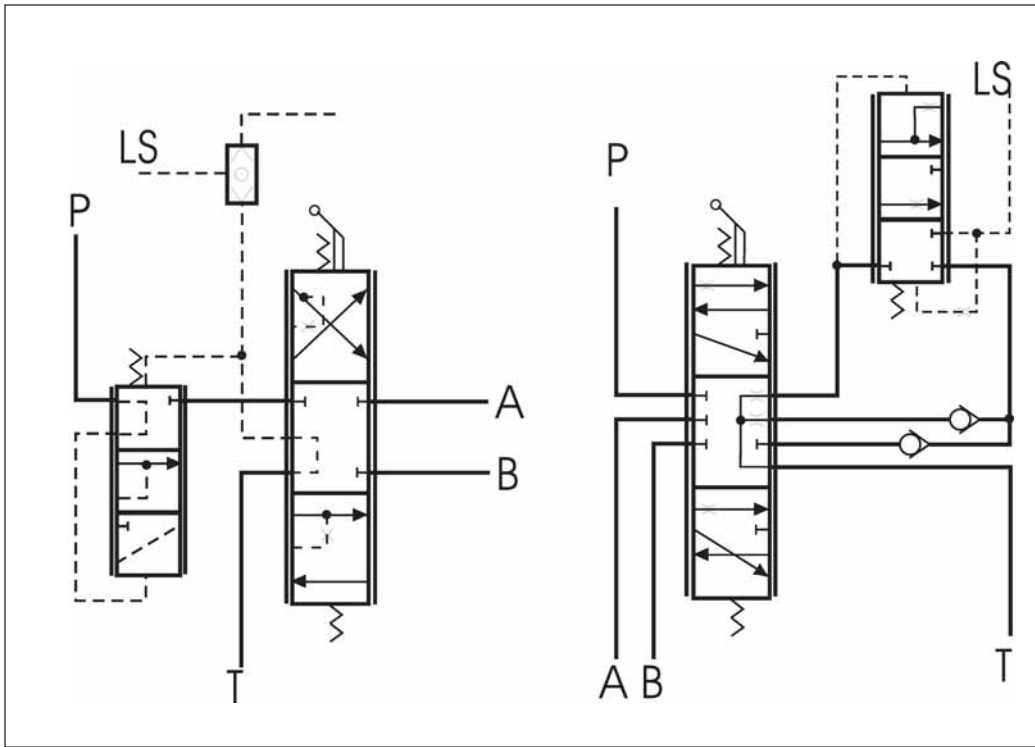
Säätyvätuottoinen, suuntaventtiiliin suljetulla keskiasennolla varustettu, kuormantunteva järjestelmä voi koostua kuvan 6 mukaisista komponenteista seuraavasti: pumppu-säätiminen (1), säätyvätuottoinen pumppu (2), maksimipaineen säädin (3) ja tilavuusvirran säädin (4), pumppu kotelovuotolinja (5), suuntaventtiililohko (6), painekompensoattori (7), suuntaventtiilin kara (8), suuntaventtiiliin

paine kanava (9), suuntaventtiiliin toimilaittekanava (10) ja (11), kuormantuntekanava (12), suuntaventtiiliin tankkanava (13), vaihtovastaventtiili (14), toimilaitte (15), suodatin (16) ja öljysäiliö (17). Pumppuna on yleensä vinolevytyyppinen aksiaalimäntäpumppu sen nopean reagoitokyvyn ja vinoakselipumppua pienemmän rakenteen takia.

Toisin kuin ympärilämpöpumppaavassa järjestelmässä ei kuvan 6 suuntaventtiilissä ole niin sanottua vapaakiertokanavaa. Tämän johdosta kaivulaitteen ja etukuormaajan karojen ollessa keskiasennossa vallitsee pumpun ja suuntaventtiililohkojen välillä tyhjäkäyntipaine, joka on yleensä noin 25 bar. Tässä tilanteessa sääty pumpun tuotto sellaiseksi, että kyseinen paine pystytään säätimen toiminnasta ja pienistä vuodoista huolimatta pitämään. Järjestelmän etuihin voidaan lukea kiinteätuottoiseen ympärilämpöpumppaavaan järjestelmään verrattuna muun muassa pienempi häviöteho, kun pumpun tilavuusvirta ei tarvita (ei ympärilämpöpumppausta) sekä työliikkeen aikana pumpulta tulevan tilavuusvirran säätö tarpeen mukaan.

Kuten otsikostakin voi päätellä, sääty pumpun tuotto ja samalla järjestelmän paine

myös toimilaitteen käytön yhteydessä. Tilavuusvirta ei varsinaisesti missään kohdassa järjestelmää mitata, vaan siihen vaikuttaa kuorman aiheuttama paine. Suuntaventtiileissä olevien porauksien kautta "tunnustellaan" toimilaitteen kuorman aiheuttamaa painetta. Tämä painetieto ohjataan pumpun säätimelle, joka säättää pumpun tuottoa niin, että painelinjassa on noin 25 bar kuorman aiheuttamaa painetta korkeampi paine. Mainittu 25 bar on saatu aikaan pumpun LS-säätimessä olevalla jousella (kuva 6 osa 4). Mikäli useita toimilaitteita käytetään saman aikaisesti, ohjautuu pumpun säätimelle vaihtovastaventtiilien avulla suurimman kuorman aiheuttama paine. Koska pumpun säätimelle ohjataan aina suurimman kuorman aiheuttama paine, helpottuu vähemmän kuormitettujen toimilaitteiden hallinta huomattavasti, mikäli suuntaventtiiliin karojen yhteyteen on rakennettu painekompensoattorit. Käytetystä sovelluksesta riippuu, onko valittu ohjauksiventtiili tyyppiltään painekompensoitu suuntaventtiili vai virtausta jakava kuormituskompensoitu suuntaventtiili (LUDV "LastUnabhängige Druchfluss Verteilung" eli kuormasta riippumaton tilavuusvirranjako)/3/.



Kuva 7. Painekompensoidun (vas.) ja virtausta jakavan kuormituskompensoidun suuntaventtiilin (oik.) periaatteelliset rakenteet. /1/

Painekompensoidun ja virtausta jakavan kuormituskompensoidun suuntaventtiilin periaatteellinen ero näkyy kuvasta 7. Normaalisti painekompensaattori kytketään pumpun ja suuntaventtiilin väliin. Painekompensaattoria käytetään mm. kuormantuntevissa järjestelmissä, joissa pumpun tarvitsema teho on mitoitettu riittävän suureksi. Tällöin tehollähteen mitoitus on tehty ns. nurkkapisteen mukaan, jolloin järjestelmässä voi esiintyä maksimipaine ja -tilavuusvirta yhtä aikaa. Painekompensaattorin tehtävä on pitää karakohtainen virtaus vakiona, vaikka tulopaine ja toimilaitekuorma vaihtelevat.

Virtausta jakavan kuormituskompensoidun suuntaventtiilin käyttö on perusteltu kohteissa, joissa samanaikaisesti käytettävien toimilaitteiden yhteinen tilavuusvirran tarve on suurempi kuin pumpun tuottama tilavuusvirta (ns. saturaatiotilanne). Tällä venttiilikytkenällä tilavuusvirran jakautuminen tapahtuu karojen avautuman suhteessa eli kaikkia toimilaitteita hidastetaan samassa suhteessa. Tällainen tilanne voi syntyä järjestelmissä, joiden pumpeissa

on kuormantunnon lisäksi tehosäätö. Tällöin järjestelmässä ei voi esiintyä maksimipaine ja -tilavuusvirta yhtä aikaa, jolloin tilavuusvirran jaon tarve järjestelmän paineen noustessa on ilmeinen pumpun tuoton alkaessa pienentyä tehorojoituksen vuoksi.

Virtausta jakavalla kuormituskompensoidulla suuntaventtiilillä estetään toimilaitteiden hallitsematon liike tilavuusvirran saturaatiotilanteessa. Mainittua ratkaisua käytetään mm. Lännen 860 S-käivurikuormaajassa.

Esimerkki 3:

Sovellettaessa ympäröpumppaavan järjestelmän laskuesimerkkiä, syntyy kuormantuntevassa säätävätuottoisessa järjestelmässä höytytehoa  $P_h$  edelleen yhtälön (2) osoittama määrä ja häviötehoa  $P_{hä}$  yhtälön (7) osoittama määrä. Pumpun paine  $p_p$  on 60 bar. Asia

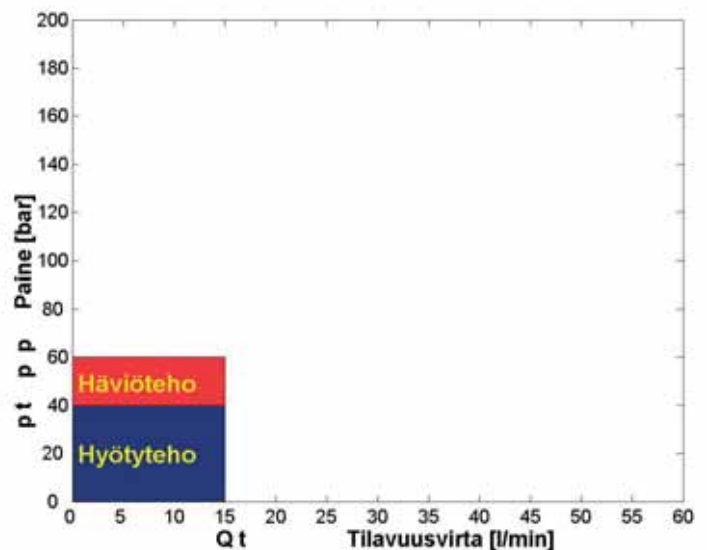
on myös havainnollistettu kuvalla 8. Huom. laskuissa ei ole otettu huomioon letku- ja kertavastus häviötä, sekä tulos on muutettu suoraan SI-yksiköiksi.

$$P_{hä} = Q_t * (p_p - p_t) \quad (7)$$

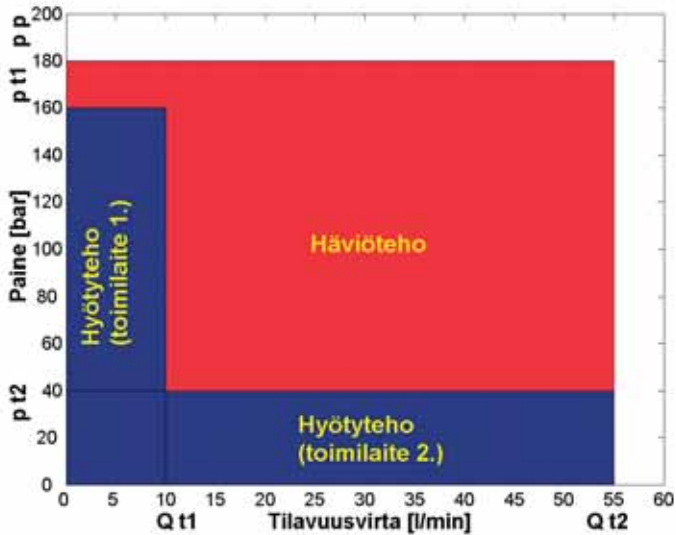
$$= 15,0 \text{ l/min} * (60 - 40) \text{ bar}$$

$$= 0,5 \text{ kW}$$

Toisaalta, jos käyttötilanne vaatii likimain täyden hydraulitehon järjestelmästä, kapeenee kiinteätuottoisen ympäröpumppaavan ja säätävätuottoisen kuormantuntevan järjestelmän häviötehojen ero lähes olemattomaksi. Tilanne kärjistyy käyttötilanteessa, jossa ohjataan kahta eri toimilaitetta.



Kuva 8. Hyöty- ja häviötehon osuudet esimerkissä 3.



Kuva 9. Hyötytehojen ja häviötehojen osuudet kahden toimilaitteen esimerkissä (4)

#### Esimerkki 4:

Eniten häviötehoa syntyy edellä kuvatussa järjestelmässä, mikäli ensimmäiselle toimilaitteelle tarvitaan pieni tilavuusvirta  $Q_{t1}$  (10 l/min) ja suuri paine  $p_{t1}$  (160 bar) sekä toiselle suuri tilavuusvirta  $Q_{t2}$  (50 l/min) ja pieni paine  $p_{t2}$  (40 bar). Tästä seuraa, että pumppu säätyy maksimituotolle ja suuntaventtiilissä olevilla painekompensaattoreilla täytyy kuristaa virtausta, jotta toimilaitteiden nopeudet pysyisivät halutun suuruisina. Ensimmäisen toimilaitteen hyötyteho  $P_{h1}$  on yhtälössä (8) ja toisen toimilaitteen hyötyteho  $P_{h2}$  yhtälössä (9), sekä häviöteho  $P_{hä}$  yhtälössä (10). Kuvassa 9 on havainnollistettu häviötehon syntyä. Huom. laskuissa ei ole otettu huomioon letku- ja kertavastus häviötä, sekä tulos on muutettu suoraan SI-yksiköiksi.

$$P_{h1} = Q_{t1} \cdot p_{t1} \quad (8)$$

$$= 10,0 \text{ l/min} \cdot 160,0 \text{ bar}$$

$$= 2,7 \text{ kW}$$

$$P_{h2} = Q_{t2} \cdot p_{t2} \quad (9)$$

$$= 45,0 \text{ l/min} \cdot 40,0 \text{ bar}$$

$$= 3,0 \text{ kW}$$

$$P_{hä} = (Q_{t1} + Q_{t2}) \cdot p_p - (P_{h1} + P_{h2}) \quad (10)$$

$$= (10 + 45) \text{ l/min} \cdot 180,0 \text{ bar}$$

$$- (2,7 + 3,0) \text{ kW}$$

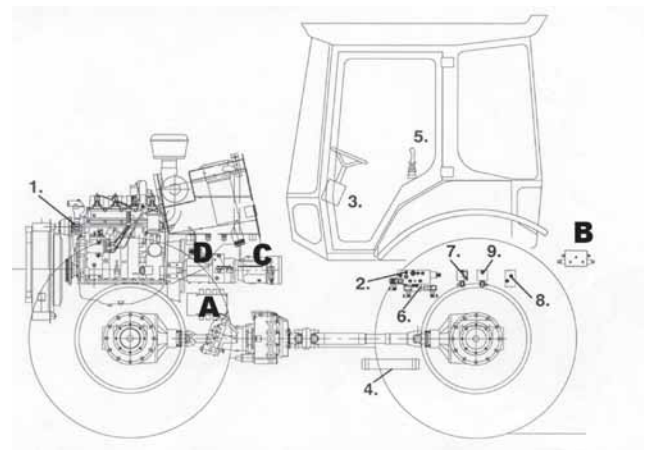
$$= 10,8 \text{ kW}$$

#### Lännen 860 S kaivurikuormaajan hydraulijärjestelmä

Lännen 860 S on runko-ohjattu kaivurikuormaaja (kts. kuva 1), joka sijoittuu Lännenkoneiden mallistossa keskiraskaaseen sarjaan.

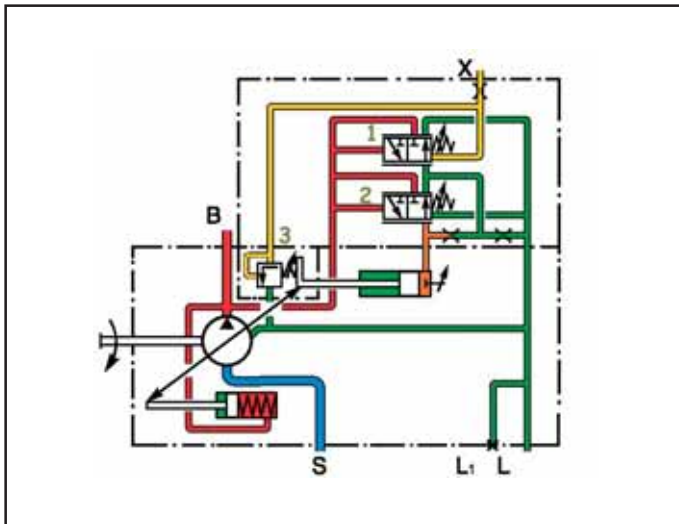
Kaivurikuormaajan hydraulijärjestelmä voidaan jakaa kolmeen eri osaan, joita ovat

- \* Ajovoimansiirron suljettu hydraulijärjestelmä
- \* Työhydraulijärjestelmä, jonka pumppuna toimii aiemmin mainittu kuormanantunteva- ja tehosäädetty aksiaalimäntäpumppu
- \* Hallintahydraulijärjestelmä, jonka toimilaitteet kuten: esiohjaus, jarrut, ohjaus, jne. toimivat työhydraulijärjestelmän maksimipainetta huomattavasti pienemmällä paineella. Kyseisten toimilaitteiden kuluttama tilavuusvirta voidaan ottaa paineenalennusventtiiliin kautta suoraan työhydraulijärjestelmästä, tai kuten Lännen 860 S-kaivurikuormaajassa, näille toimilaitteille on erillinen hammaspyöräpumppu (kuva 10, nro 1).



Kuva 10. Lännen 860 S-kaivurikuormaajan hydraulijärjestelmän pääosat. /3/

- A. Etukuormaajan suuntaventtiili,
- B. Kaivulaitteen suuntaventtiili
- C. Työhydraulipumppu
- D. Ajovoimansiirron hydraulipumppu
1. Dieselmootorin jakopäähän kiinnitetty hammaspyöräpumppu (hallintahydr. pumppu)
2. Lohkoventtiili (sisältää mm. prioriteettiventtiiliin)
3. Ohjausventtiili (orbitrol)
4. Paineakku
5. Hydraulisesti esiohjattu hallintavipu
6. Kaivujarrun hallintaventtiili
7. Lohkoventtiili (sylinteri ja moottorihydrauliikan esiohjauksen vaihtoventiilit)
8. Lohkoventtiili (kaksoisohjaus ja kauhojen pikakiinnitys)
9. Lohkoventtiili (tukijalkojen vaihtoventiilit)



Kuva 11. Pumpun säätimen sisäinen kytkentä. /2/

Kyseisen kaivurikuormaajan työhydraulijärjestelmän aksiaalimäntäpumpu on Rexrothin valmistama A10VO, joka on kuormantunteva ja tehosäädetty. Pumpun ja säätimien sisäinen kytkentä selviää kuvasta 11; tilavuusvirran säädin (1), maksimipainesäädin (2) ja tehosäädin (3)

Öljy ohjautuu pumpulta etukuormaajan ja kaivulaitteen suuntaventtiililohkoille, jotka molemmat ovat virtausta jakavia kuormituskompensoituja suuntaventtiileitä. Työhydraulijärjestelmään sisältyy eräs mielenkiintoinen piirre, joka on ollut kaivukoneissa jo useita vuosia. Lännen -koneissa se tunnetaan myyntinimellä "TURBOHYDRAULIIKKA". Toiminnan ideana on nostaa hetkellisesti järjestelmän painetta esimerkiksi suurta nostovoimaa vaativassa työssä. Tässä tapauksessa kuormantuntolinjaan on kytketty erillinen painenrajoitusventtiili, joka normaalissa käyttötilanteessa rajoittaa suuntaventtiileiltä tulevan LS-paineen. Turbo-toimintoa käytettäessä kytketään LS-linjan painenrajoitusventtiili pois käytöstä 4/2-suuntaventtiilillä, jolloin järjestelmän maksimipainetta rajoittaa kuvassa 11 oleva pumpun maksimipaineensäädin tehosäätimen sallimissa rajoissa. Toimintoa voidaan käyttää sekä etukuormaajattä kaivutyössä.

#### Etukuormaajan ja kaivulaitteen hallinta

Nykyisin myytävissä kaivurikuormaajissa on etukuormaajan ja kaivulaitteen hallintaan tarjolla täysin mekaanisia hallintavipuja, jolloin vivut ovat suoraan yhteydessä suuntaventtiilin karoihin. Tämä ratkaisu on yksinkertainen toteuttaa, mutta haittapuolena ovat raskaskäyttöiset ja pitkäliikerataiset vivut. Myös eristys koneen rungosta tulevaa tärinää ja muita herätteitä vastaan on hankalaa. Esiohjatut hallintavivut on huomattavasti

kehittyneempi ratkaisu ja ne ovat kuljettajan kannalta huomattavasti miellyttävämpiä käyttää. Esiohjaus voidaan toteuttaa joko hydraulisesti, jolloin hallintavivuilla käytetään pieniä esiohjausventtiileitä, tai sähköhydraulisesti, jolloin hallintavivuilla käytetään potentiometrejä eli säädettäviä vastuksia. Esiohjaustapojen paremmuudesta on kaivurimiesten keskuudessa monta mielipidettä, mutta yhteisenä piirteenä ne molemmat vähentävät huomattavasti kuljettajan niska- ja hartiarasitusta.

Lännen 860 S kaivurikuormaajassa etukuormaajan ja kaivulaitteen hallinta on toteutettu kuljettajan istuimeen kiinnitetyillä hydraulisesti esiohjatulla hallintavivuilla, jotka saavat tarvitsemansa tilavuusvirran hammaspyöräpumpulta. Käännettäessä istuin ajoasentoon vaihtuu oikean hallintavivun toimintafunktio kaivulaitteen ohjaukseen ja samalla vasen hallintavipu otetaan pois käytöstä. Tämä on saatu aikaan erillisillä sähköohjatulla 4/2-suuntaventtiileillä. Kuvassa 12 on Lännen 820 S-kaivurikuormaajan hallintahydrauliikka. Hallintahydrauliikan pumpu on sijoitettu mallissa 820 S työpumpun perään (kuva 12), kun mallissa 860 S se on sijoitettu moottorin jakopäähän (kuva 10).

#### Ajovoimansiirto /3/

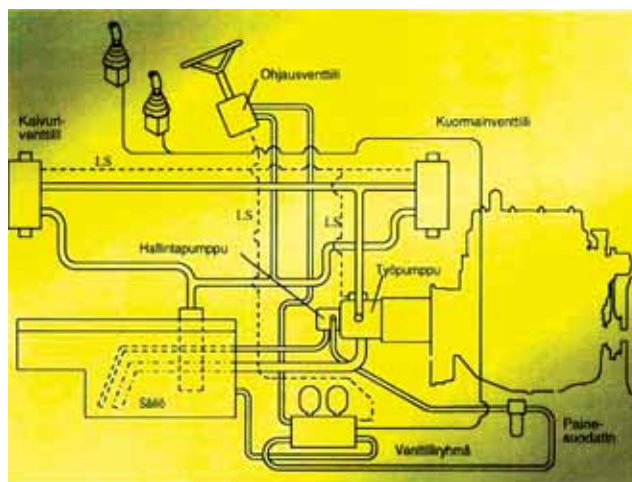
Yleisesti puhutaan ajovoimansiirrosta, mutta täsmällisesti ilmaistuna kyse on tehonsiirrosta. Hydrostaattinen teho on paineen ja tilavuusvirran tulo ja mekaaninen teho on momentin ja kulmanopeuden tulo.

Tyypiltään suljetussa hydraulijärjestelmässä öljy ei "työkierron" aikana pääse säiliöön vaan ajomoottorin paluulinjasta se johdetaan suoraan ajopumpun imupuolelle. Tästä johtuen öljyn on kestettävä suurempaa rasitusta kuin avoimessa järjestelmässä. Suuresta paineesta (~400 bar) johtuen ovat välykset hyvin pieniä, mikä asettaa omat vaatimuksensa öljyn puhtaudelle ja voitelukyvyille.

Lännen 860 S-kaivurikuormaajan suljettu hydrostaattis-mekaaninen ajovoimansiirto on toteutettu Sauer Danfoss -komponenteilla ja on tyypiltään Susmic NFPE. Kuvassa 13 on esitetty ajovoimansiirron pääosat. Ajovoimansiirtoon yhdistetyn ajoautomaatiikan ansiosta konetta voidaan ajaa automaattivaihteiston ajotyylillä. Toisin sanoen ajopumpun vinolevyn kulma ja tätä kautta tuotto, lisääntyvät suhteessa moottorin kierrosnopeuteen. Liikellelähtökierrosluvu ja ajovoimansiirron aiheuttama kuormitus voidaan säätää portaattomasti toisistaan riippumatta.

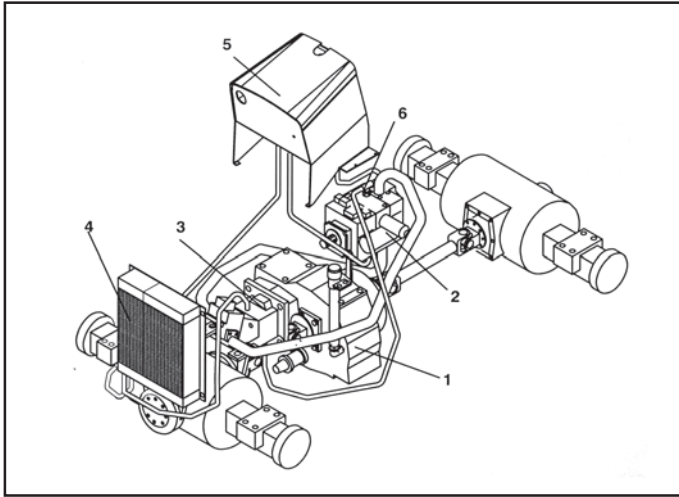
Ajopumpun säätöjärjestelmä koostuu kahdesta paineenalennusproportionaaliventtiilistä, joilla ohjataan painetta ajosuunnasta riippuen toiseen pumpun vinolevyä kääntävistä sylintereistä. Pumpun vinolevyn asema riippuu ajomoottorin paineesta ja vinolevyä kääntävän sylinterin ohjauspaineesta, johon vaikuttaa proportionaaliventtiilille syötettävä ohjausvirta.

Moottorin vauhtipyöräkotelossa on pulssianturi, jolla luetaan moottorin kierrosnopeus. Kierrosnopeutta käytetään asetusarvona pumpun vinolevyn asemalle. Mikroprosessoriohjattu SUSMIC NFPE-ohjainyksikkö syöttää ohjausvirtaa ajosuunnasta riippuen toiselle proportionaaliventtiilille. Virran suuruuteen vaikuttaa kierrosnopeus sekä ohjaus-



Kuva 12. Lännen 820 S -kaivurikuormaajan hallintahydrauliikka. /3/





Kuva 13. Ajovoimansiirron pääosat. /3/

1. Aluevaihteisto, 2. Aksiaalimäntäpumppu, 3. Aksiaalimäntämoottori, 4. Öljynjäähdytin, 5. Öljysäiliö, 6. Termostaattiventtiili.

käyrä, joka on ohjelmoitu ohjausyksikköön. Pumpun proportionaaliventtiileiden, SUS-MIC S1X-ohjausyksikön ja pulssianturin lisäksi tarvitaan kolmiasentoinen (eteen-vapaa-taakse) ajosuuntakytkin ja mahdollisesti lisävarusteena ryömintäpotentiometri. Ryömintäpotentiometrillä voidaan rajoittaa koneen nopeutta, jolloin moottorin kierrosnopeutta voidaan kasvattaa esim. työhydrauliikan tarpeen mukaiseksi ja samalla ajaa konetta ryömintänopeudella.

Kyseisessä järjestelmässä voidaan määrittää kaksi erityyppistä ajoparametriä, joista toista voidaan käyttää esim. tarkkuutta vaativaan työhön ja toista maksimivetovoimaa vaativaan työhön. Säädettäviä parametrejä ovat ajopumpun tuoton säätyminen suhteessa moottorin kierrosnopeuteen ja ryömintäpotentiometrin säätö moottorin kierrosnopeudesta riippumatta.

#### Päätelmät

Tarkasteltaessa nykyisin myytäviä kaivurikuormaimia huomataan, että suuret konevalmistajat kuten Caterpillar, JCB, Case ja Fiat-Hitachi ovat tulleet Suomen markkinoille omilla malleillaan vasta viimeisen 15 vuoden aikana. Tätä ennen Suomen markkinat olivat kotimaisten koneiden kuten Vammas, Valtra, Lännen James ja Ara hallussa. Näistä vain Lännen on mukana vielä tänä päivänä.

Kuten kaikkialla muuallakin on suurten valmistajien mukaantulo pudottanut pienempiä pois, johtuen suurien valmistusmäärien takaamasta kilpailukykyisestä hinnasta. Onneksi osaamista on hankala ostaa, se näkyy muun muassa siinä, että Lännen tehtaiden valmistamat kaivurikuormaimet ovat viime aikoina olleet mm. hydrauliteknikaan kehityksen kärjessä. Kotimaisista koneista löytyvät niin sähköinen kuin hydraulinen esiohjaus, taakseajolaitteet, hydrostaattismekaaninen ajovoimansiirto, kuormantunteva- ja tehosäädettyhydrauliikka, CAN-väyläohjaus jne.

On hankala sanoa kuinka kaivurikuormaajien markkinat kehittyvät jatkossa, mutta todennäköisesti yksi kotimainen valmistaja pysyy alan kehityksessä mukana. Sen menestyminen ei ainakaan pitäisi olla kiinni tuotteen hydraulijärjestelmien teknisestä tasosta.

#### Lähteet

1. Hydraulic valves for mobile applications, 1995, Mannesmann Rexroth, s. 1-5.
2. Mobile 2000, International Mobile Conference in Ulm, Germany 12<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> October 2000, s. 83
3. Saha, I., 2001, Lännen 860 S kaivurikuormaajan koulutusmateriaali.
4. Työkoneluettelo, 2001, Koneyritystä 1/2001, s. 30-31.



## TÄYDEN PALVELUN HYDRAULIIKKATALO



### HYDRAULIIKKAHUOLTO K. RÄIHÄ OY

Hallimestarinkatu 26, 20780 Kaarina  
puh. 02 2754 100, fax 02 2754 111  
www.raiha.com

# HYDRAULIIKKA- JÄRJESTELMÄLLE PITKÄÄ KÄYTTÖIKÄÄ JA HYVINVOINTIA



Kuvassa vasemmalta Eero Storm, Jyrki Saari ja Matti Pitkäaho

Tiesitkö, että 70 % hydrauliiikan varasista uusitaan korvamaan rikkiönnyt komponentti, kysyy Masino-Hydrosto Oy:n toimitusjohtaja Eero Storm ja 90 % vioista johtuu öljyn epäpuhtauksista, hän lisää.

Kulumispartikkelit, kuten metalli- ja kumi-, ulkopuolelta siirtyneet pöly- ja hiekkapartikkelit muodostavat siltin eli alle 5 mikronin "hiomatahna" kuluttaa järjestelmää ja vanhentaa öljyä ennenaikaisesti, Storm muistuttaa.

## RMF sivuvirtasuodatin

Alle 3 mikronin suodatus on täysin mahdollista sallittujen painehäviöiden ja tilavuusvirtauksien puitteissa. Ainoaksi vaihtoehdoksi jää sivuvirtasuodatus. RMF-sivuvirtasuodattimen rauhallinen radiaalinen virtaus läpi patruunan mahdollistaa suodatustehokkuuden, jolla öljystä saadaan kahden mikronin partikkelit pois 99,95 %:sti eli beta-arvo on suurempi kuin 2330. Suuremmat partikkelit jäävät luonnollisesti vielä tehokkaammin patruunaan.

Tuotepäällikkö Jyrki Saari kertoo, että 0,5 mikronin syväsuodatuspatruuna on ratkaisu siltin poistoon. Suodatinpatruuna on valmistettu käärinmenetelmällä selluloosapohjaisesta materiaalista, joka nostaa veden absorptiokyvyn erittäin korkeaksi. Suodatinyksikön toimintaperiaate on patentoitu.

RMF syväsuodatinpatruunan parhaat ominaisuudet voi kiteyttää seuraavaan:

- suodatus 0,5 mikroniin saakka
  - radiaalisuodatus, ei kanavoitumista
  - suuri liankeruukapasiteetti
  - ei aiheuta viskositeetti-muutoksia
  - vähentää öljyn hapettumisprosessia
  - pitää öljyn laatutason korkeana
  - ei vaahdota öljyä
- ja mikä parasta:
- alhaiset korjaus- ja huoltokulut
  - pidempi öljyn käyttöikä
  - täysvirtasuodattimien suojaaminen
  - jäteöljyn käsittely
  - seisokkien väheneminen

Jyrki Saari haluaa vielä muistuttaa: älkää unohtako näytteenottoa, sillä nesteen puhtauden täytyy olla numero yksi.

Jotta RMF sivuvirtasuodattimen toimintaan saataisiin konkreettisuutta, tuotepäällikkö Matti Pitkäaho esittelee, miten öljyn kunto parani Valmet 901 testikoneessa puolen vuoden aikana. Oheisesta taulukosta nähdään muutokset.

Öljy on parempaa kuin nk. puhdas ostettu öljy. Monet asiakkaamme ovat kertoneet, etteivät he ole vaihtaneet öljyä yli 7 vuoteen. Toki öljy on vaihtunut moneen kertaan, mutta suljetussa kierrossa silti jää kiertoon, Matti Pitkäaho haluaa tarkentaa.

## Lisätietoja:

Masino-Hydrosto Oy

Tiilitie 3, 01720 Vantaa, (osoitteemme 1.7.2002: Kärkikuja 3, 01740 Vantaa), puh. 09-476 800, faksi 09-476 80395, www.masino.fi

Eero Storm, Jyrki Saari, Matti Pitkäaho, Markku Komonen.  
etunimi.sukunimi@masino-hydrosto.fi

## Testitulokset Valmet

Testikone Valmet 901

Öljy: Shell Natural ISOVG46

Käyttötunnin jälkeen: 1037

Päivä:	10-04-97	7-10-97	
ISO4406:	19/15/11	13/9/6	
Mikronia	Kpl	Kpl	Poistettu
>2	352676	4027	98,90%
> 5	31646	405	98,70%
>15	1732	56	96,80%
>25	326	22	93%
>50	33	0	100%
>100	2	0	100%



## Pneumatiikkasyylinterin päätyvaimennuskyky moninkertaistuu

## Tuoteuutus

Liikutettaessa kuormia suurilla nopeuksilla pneumatiikkasyylinterien päätyvaimennusominaisuudet osoittautuvat monesti riittämättömäksi. Tällöin ainoa ratkaisu on ollut kuorman pysäyttäminen erillisellä vaimentimella.

Toisinaan tilan puute tai rakenteen mekaniikka muutoin estää erillisen vaimentimen käytön. Tällaiseen tarpeeseen syntyi Polarteknik PMC:n kehittämä pneumatiikkasyylinteri hydraulivaimennuksella. Ainutlaatuisella ratkaisulla esimerkiksi halkaisijaltaan 63 mm sylinteri kykenee

vaimentamaan 4-kertaisen energian työliikettä kohden verrattuna saman kokoluokan vakiosylinteriin sylinterin asennuspituuden kasvaessa ainoastaan n. 50 mm. Asennuksessa ei tarvita erikoisosia vaan standardisylinterien kiinnittimiä voi käyttää.

Rakenne perustuu PIMATIC P2020 vakio VDMA-standardisylinteriin. Vakiorakenteessa käytettävän pneumaattisen päätyvaimennuksen sijasta tässä versiossa on sylinterin päädyssä hydraulisesti vaimennettu mäntä, jolla massan liike-energia vaimennetaan.

Vaimennus on progressiivinen ja sekä vaimennuksen kovuus että vaimennuspituus voidaan optimoida sovelluksen mukaisesti. Lisäksi hidastuvuus pysyy hallittuna nopeissakin iskuissa, joissa pneumaattisesti vaimennettaessa syntyy helposti massan värähtelyä vaimennuksen aikana.

Liike-energia, jonka halkaisijaltaan 63 mm:n sylinteri vai-

mentaa on yli 60 Nm eli se vastaa 20 kg massan törmäystä 2,5 m/s nopeudella ja tämän esimerkin mukainen massa on pysäytettävissä 6 mm:n matkalla. Täten sylinteri soveltuu myös käyttöihin, joissa täysi nopeus on voitava ylläpitää lähes iskun loppuun asti.

Tyypillisiä sovelluskohteita, joissa tehokasta päätyvaimennusta tarvitaan, ovat esimerkiksi:

- Sylinterit, jotka toimivat raskaiden kuormien vastaanottimina
- Suurilla ratanopeuksilla toimivien koneiden leikkausterät
- Vankkojen vasteiden siirto koneissa, joissa on nopea tahti aika
- Nostoliikkeet, joissa on ylikuormitus- tai kuorman ryntäysmahdollisuus
- Laitteet, joissa jännityksen tai kuorman laukeaminen aiheuttaa ryntäyksen

Lisätietoja: Polarteknik PMC Oy Ab,  
puh. (02) 560 1500 sekä  
[www.polarteknik.com](http://www.polarteknik.com) ja  
[www.pimatic.com](http://www.pimatic.com)



## Hydrauliikka- ja Pneumatiikka- messut

Tampereen Pirkkahallissa  
30.9. - 2.10.2003.

Lisätietoja:

Hydrauliikka- ja Pneumatiikkayhdistys r.y.  
toiminnanjohtaja Anne Karhola  
puh. (03) 255 0905  
GSM 050 522 0620  
Email [fhpa@fhpa.fi](mailto:fhpa@fhpa.fi)  
<http://www.fhpa.fi>

# Vuotamatonta hydrauliikkaa ei ole - vai onko ?



Vaikka hydrauliikan käyttämät komponentit, toimilaitteet ja hydraulijärjestelmät ovatkin kehittyneet vuosien saatossa entistä paremmiksi hyötysuhteeltaan ja muilta ominaisuuksiltaan, ovat vuodot edelleen useimpien käyttäjien kiusana. Koska väliaineena on edelleen öljy, joko mineraali- tai kasvisöljy, muodostuu vuodoista entistä kiusallisempia, eikä tässä kaikki, vuodot myös maksavat selvää rahaa. Vuodot voivat olla sisäisiä tai ulkoisia. Sisäiset vuodot palauttavat öljyn takaisin säiliöön ja ulkoiset vuodot liikaavat ja saastuttavat hydrauliikka-järjestelmän ympäristöä. Toisaalta vuotava järjestelmä antaa hyvinkin epäluotettavan kuvan hydrauliikan toiminnasta ja mahdollisuuksista, sekä luo yrityksestä kuvan, missä hydrauliikkaan ja sen kunnossapitoon suhtaudutaan hyvin leväperäisesti.

## Pertti Väyrynen

Kirjoittaja toimii nykyään multimedian asiantuntijana AEL:ssä.

Kirjoitus on julkaistu vuonna 1995 KUNNOSSAPITO-lehdessä.

Mikä on muuttunut vuosien saatossa?

### Mistä öljyä vuotaa?

Öljyä valuu lattialle tai maastoon liittimistä, peruslevyjen ja venttiileiden välistä, erilaisten venttiililohkojen tulppauksista, sylintereiden männänvarren tiivisteistä, pumppujen ja moottoreiden akselitiivisteistä jne.... Sisäisten vuotojen syyinä on pääasiallisesti kuluneet tai vaurioituneet komponentit ja tiivisteet.

### Vuotojen kustannukset

Vuotavien liittimien kustannukset saattavat isossa yrityksessä nousta satoihin tuhansiin markkoihin vuodessa. Jos tehtaassa, joka toimii 360 päivänä vuodessa kolmessa vuorossa, on liitin, jonka vuoto on yksi tippa 10 sekunnissa, on vuoto vuositasolla 95 litraa. Vuoto liitintä kohden ei ole järin suuri. Se on jopa niin pieni, että vuotoa tuskin havaitsee,

mutta jos esimerkiksi kymmenessä liittimessä on samanlainen vuoto, menee öljyä hukkaan vuositasolla jo 950 litraa.

Vuodon kasvaessa kolmeen tippaan sekunnissa on vuodon suuruus vuodessa noin 2800 litraa liitintä kohden. Jos vuoto muuttuu tippumisesta yhtenäiseksi, neulanteräväksi vuodoksi, joka juuri ja juuri pysyy "ehjänä", vastaa vuoto vuositasolle muutettuna 19000 litraa liitintä kohden. Kun vuodon suuruus kerrotaan litrahinnalla, saattaa yhden liittimen vuoto aiheuttaa yritykselle jopa 200 000 markan menetyksen vuodessa.

Ympäristölle aiheutuvia vahinkoja ja niiden kustannuksia on vaikea arvioida, mutta nyrkkisääntönä voidaan pitää, että yksi litra öljyä pilaa noin miljoona litraa pohjavettä.

### Oikeat liittimet

Liittimet aiheuttavat suurimman osan ulkoisista vuodoista. Syynä eivät ole itse liittimet, vaan niiden asennus ja valinta. Kaikki alkaa putken katkaisusta, jonka on oltava suora ja katkaisukohta puhdistettu. Jos näin ei ole, saadaan liitin aluksi näennäisesti pitämään, mutta ajanmittaan liitin alkaa vuotaa, koska putki ei vinon katkaisun johdosta pohjaudu liittimeen kunnolla.

Myöskään putkileikkurin aikaansaama katkaisuprofiili ei ole kovassa käytössä edullinen. Toisaalta taitamaton putkileikkurin käyttäjä putkea katkaistessaan aikaansaa putken seinämään muodonmuutoksen, jolloin etenkin leikkuurenkasliittimiä käytettäessä ei kunnollista leikkautumista tapahdu tai putki pursuaa liittimen runkoon ja liitos ei ole

enää tiivis. Kun vuoto sitten alkaa, ei jälkikiristäminen enää auta.

Oikean liittimen valinta on helppoa, koska kaikki markkinoilla olevat liittintyyppit ovat asianmukaisia. Jokaisella liittintyyppillä on oma filosofiansa, jota käyttäjän on ehdottomasti noudatettava. Asennustapa, joka pätee tietyn merkkisessä liittimessä, voi jossain toisessa merkissä aiheuttaa epäonnistumisen.

## Asenna liittimet oikein

Pitkään oli vallalla käsitys, että leikkuurengasliittintä esiasennettaessa putkea on vedettävä millin tai kaksi ulos liitinpohjasta, kun mutteria kiristetään. Seurauksena oli vuotavia liittimiä. Virheellinen käsitys johtui siitä, että vanhemmat asentajat olivat tottuneet kiillarengasliittimiin, joiden yhteydessä pitikin noudattaa edellä mainittua asennustapaa. Kun sitten leikkuurengasliittimet yleistyivät, moni noudatti vanhaa hyväksi koettua tapaa.

Virheitä liittimien valinnassa on tehty etenkin ns. piraattitavaroita käytettäessä. Äärimmäisen suositeltavaa on käyttää alkuperäisiä osia, toisin sanoen alkuperäisiä liittinrunkoja, leikkuurengasliittinrunkoja, leikkuurengasliittinrunkoja ja kiristysmuttereita. Piraattiosat lienevät painajaisia myös liittimien toimittajille, koska koko liittimen mainetta saatetaan peilata esimerkiksi liittinrunkoon, jonka alkuperä on täysin jäljittämätön. Kovuusmittauksissa useat piraattiliittinrungot osoittautuivat olevan pelkkää "räkäräutaa" verrattuna alkuperäisiin.

Ympäristö- ja käyttöolosuhteet sekä käytettävissä oleva järjestelmän työpaine vaikuttavat myös liittimien ja putkimateriaalin valintoihin. Tällä hetkellä löytyy toimittajilta liittimiä lähes joka lähtöön ja kokemusten mukaan asiantuntevaa neuvoa saa.

## Putkien merkitys

Putkimateriaalit saattavat aiheuttaa poikkeamia kiristysohjeisiin. Esimerkiksi saamiemme kokemusten mukaan

sinkittyä putkea käytettäessä voidaan liittintä "ylikiristää", jotta leikkautumisen onnistuminen varmistuisi. Koeponnistamassamme liittimiä havaitsimme, ettei ylikiristäminen kaikkien putkimateriaalien kohdalla aiheuttanut liittimien pettämistä. Edellä kerrotusta ei kuitenkaan pidä vetää pitkälle meneviä johtopäätöksiä, koska kokeita tehtiin vähän.

Hydrauliikan liittimet ovat kehittyneet vuosien saatossa entistä asennusvarmemmiksi. Tänä päivänä käytettäessä progressiivisia tai elastisia leikkuurengasliittimiä on liika ylikiristäminen jo hankalaa. Elastisen liittimen yhteydessä ylikiristäminen on jopa mahdotonta, ellei riko itse mutteria.

Liitosten luotettavuuteen vaikuttaa myös putkien oikea tuenta. Mikäli putket kulkevat seinää tai kattoa pitkin, on tukia oltava metrin välein. Putken tehdessä mutkan on putki tuettava välittömästi mutkan molemmilta puolilta. Jos tuenta on tehty oikeaoppisesti, voidaan tuennalla jopa "peitellä" lievästi epäonnistuneita liittoksia.

Mikäli järjestelmä on rakennettu siten, että siinä esiintyy voimakkaita paineiskuja, voidaan tuentalla estää liittimen löystyminen tai vaurioituminen. Toisaalta suunnittelijoiden tehtävänä on estää liian voimakkaiden paineiskujen syntyminen.

## Venttiilit ja asennuslevyt

Venttiilien asennuslevyt ja venttiililohkot muodostavat myös varteenotettavan ryhmän hydrauliikan vuodoissa. Vuodon syyinä asennuslevyn ja venttiilin välistä on vialliset O-renkaat, epätarkkuudet asennuslevyn tasopinnassa, virheellinen kiinnitys tai vuotavat tulpat apuporauksissa.

Kaikkiin muihin edellämainittuihin, paitsi apuporaus- tai ohjauskanavien tulppauksiin, on helppo puuttua. Esimerkiksi, jos sisäinen ohjauskanava joudutaan jälkepäin tulppaamaan kuusiokolutulpalla, on jouduttu tavatto-

miin vaikeuksiin asennuslevyn tiiviiden kanssa.

Vaikka kierteet puhdistettiin kuinka hyvin tahansa ja käytettäisiin oikeaa tiivisteliimaa, saattaa öljyä siitä huolimatta vuotaa venttiilin ja peruslevyn välistä. Varmin keino vuodon tyrehdyttämiseksi on hitsata tulppa paikalleen. Toinen varma keino on käyttää kartiotulpaa, mutta esimerkiksi 3 mm:n kartiotulpaa ei Suomesta heti löydy.

Käyttämällä mahdollisimman integroitua hydraulijärjestelmää, eli järjestelmää, jossa koko venttiilikoneisto toimilaitteineen on yhtä pakettia ja käyttämällä erilaisia venttiililohkoja sekä patruunaventtiilejä, voidaan ulkoisia vuotoja hallita hyvin. Tällöin liittimien ja putkitusten määrä vähenee, koko venttiilikoneistoa voidaan tarkkailla yhdellä silmäyksellä ja vuodot havaitaan välittömästi ja ne ovat helpos- ti korjattavissa. Huonona puole- na on kalliimpi hinta tavanomaiseen ratkaisuun verrattuna ja se, että sisäisten vuotojen paikallistaminen voi olla hankalampaa.

## Toimilaitteista tuleva vuoto

Sylintereiden männänvarren tiivisteistä sekä pumppujen ja moottoreiden akselitiivisteistä vuotaa öljyä ulos. Sylintereiden kohdalla syyinä on asennusvirheestä tai liian aiheuttamasta kulumisesta aiheutunut tiivistevaurio. Yleisohjetta tiivisteiden oikeaoppisesta asentamisesta on vaikea antaa, koska tiivistystapa ja konstruktio vaihtelee. On siis syytä tarkoin noudattaa myyjän antamia ohjeita ja käyttää asennukseen tarkoitettuja erikoistyökaluja.

Pumppujen ja moottoreiden akselitiivistevauriot johtuvat joko liian suuresta käyttö- paineesta, tai jälleen kerran, asennusvirheestä.

Öljyä pääsee ympäristöön myös korjausten yhteydessä. Komponenttia vaihdettaessa ei voida estää öljyn joutumista lattialle tai säiliön vuotoöljykaukaloon tai -reunukseen.

Usein öljy myös jää sinne epä- määräiseksi ajaksi.

Täysinäinen vuotoöljyreunus ei ole mikään ilo silmälle, se antaa huonon kuvan yrityksen suhtautumisesta hydraulii- kkaan jne. Vuotokaukaloissa ja -reunuksissa on aina tyhjennyskohta, joko proppu tai hana, josta öljy voidaan ottaa astiaan talteen. Monessa tapauksessa vuotoöljy voidaan suodattaa ja käyttää uudelleen. Tämä on hydraulii- kassa eräitä harvoja kierrätyskohteita. Jos vuotoöljyä ei käytetä uudelleen, voidaan se valvotusti polttaa.

## Vuotamatonta hydraulii- kkaa ei ole - vai onko?

Usein kuulee sanottavan, että vuotamatonta hydraulii- kkaa ei voida rakentaa tai sellaista ei ole. Sanonta kuvaa hyvin sitä asennetta, joka edelleen on vallalla monissa hydraulii- kassa käytävissä yrityksissä - kädet nostetaan liian helpolla pystyyn.

Toisaalta vanha hydraulii- kajjärjestelmä, joka pitää sisäl- lään runsaasti vuotomahdolli- suuksia, kuten huolimatto- masti tehtyjä liittoksia ja ahtaaksi suunniteltua putkien sekamelskaa, jossa liittimiä ei yksinkertaisesti mahdu kiristä- mään purkamatta ensin koko järjestelmää, ei inspiroi liiem- min korjaustöihin, vaikka se muuten kannattaisikin.

Kuten edellä on käynyt ilmi, ei pääasiallisia vuotokohtia hydraulii- kassa ole kuin kolme: 1. liittokset 2. peruslevyt ja loh- kot 3. sylintereiden männän- varren tiivisteet sekä pumppu- jen ja moottoreiden akseliti- visteet.

Jos nämä kolme edellämai- nittua kohtaa ovat hallinnas- sa, väitän, että vähintään 95 prosenttia vuodoista on hallin- nassa, edellyttäen kuitenkin, että liian suuret paineiskut on poistettu ja järjestelmä on mitoitettu laadukkaasti.

Vuotamatonta hydraulii- kkaa on olemassa ja sitä pystytään rakentamaan !



# PUTKILIITTIMET

Ari Oinonen  
Parker Hannifin Oy

## ISO-kierriliitokset



Kuva 1. Liittimien lähtökierteet

Liittimien ja lähtökierteiden runsaus:

Vielä tänäkin päivänä ympäri maailmaa on käytössä monia erilaisia liittimiä. Niiden käyttöön voi olla esim. historialliset syyt ja perinteet tai paikallinen suosituimmuus asema, jota tukee jokin tietty suunnittelu konsepti.

Jotkut Pohjois Amerikkalaista alkuperää olevat liittimet niinkuin SAE- laippaliittimet sekä 37° kartioliittimet (JIC) saivat jonkin asteista hyväksyntää niiden käytölle USA:n vientiponnisteluiden tuloksena Euroopassa ja Japanissa varsinkin toisen maailmansodan jälkeen. Mutta käyttäjien suuri enemmistö tekaisi valikoiman "paikallisia" lähtökierteitä ja putkiliittimiä. Pikainen tarkastelu osoittaa, että yleisimpiä käytössä olevia liitostapoja liittimin on maailmanlaajuisesti käytössä kahdeksan erilaista lähtökierrettä (portti lähdot) sekä yksitoista erilaista putki-/letkuliitostapaa.

Lähtökierteet:

- \* NPTF
- \* JIS-PT(BSPT)
- \* JIS-BS2351 (kuten BSPP, mutta muistuttaen SAE kierrettä )
- \* 4-Pultti Laippalähtö (ISO 6162, ISO 6164)
- \* BSPP(R kierre)
- \* SAE suora kierre(UNF)
- \* Metrinen DIN lähtökierre
- \* Metrinen ISO 6149 muk. lähtökierre

Putki-/letkuliitokset:

- \* 37° Kartioliitin (JIC, ISO 8434-2)
- \* 30° Kartio/60° tiivistekartio- JIS
- \* 24° Hitsattavat nipat (DIN, ISO 8434-4)
- \* 24° Leikkuurengasliitin (SAE)
- \* 37° Kartio (Metrisin kiertein)
- \* 60° Tiivistekartio (Metrisin kiertein)
- \* 24° Leikkuurengasliitin (DIN/ISO 8434-1)
- \* 90° ORFS- liitin (ISO 8434-3)
- \* 24° Putkiliitin-JIS
- \* 60° Tiivistekartio, BSPP
- \* NPSM Sisäkierre, pyörivällä mutterilla.

den rajoituksista sekä väärinkäytöstä aiheutuu ongelmia mm. toisiinsa sopimattomuuden, saatavuuden, kustannusten nousun, lisääntyneiden vuotokohtien sekä väärin liitettyjen tuotteiden suhteen.

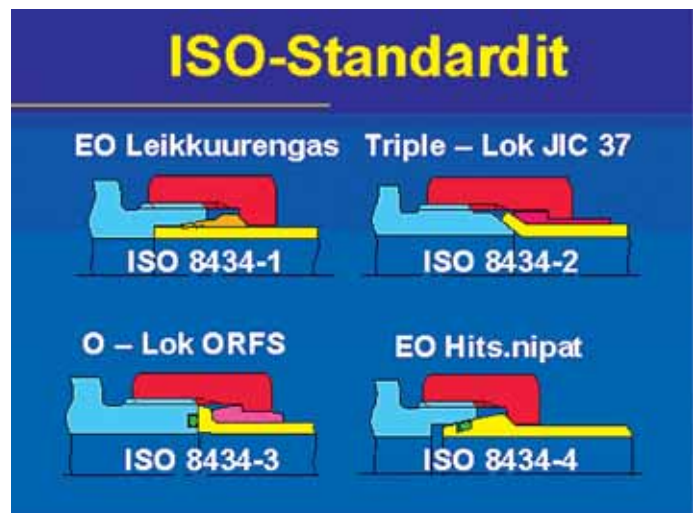
Myös tekninen kehitys on tuonut myös liittimille uudet vaatimukset, kuten esimerkiksi korkeammat työpaineet, impulssien kesto, asennettavuus, huoltovapaa järjestelmä.

Siksi hydraulikkateollisuuden haasteena on poistaa vuodot sekä minimoida eri liitintyyppien paljous.

Tämän haasteen otti vastaan hyvin tehokas ja yhteistyökykyinen jäsen; kansallisuksista muodotettu ISO Teknisen komitean 131(ISO/TC131) alikomitea 4. Tämä alikomitea aloitti tämän ponnistelun vuonna 1989. Sen kehitystyö on loppusuoralla ja se on kehittänyt standardit eniten käytössä oleville lähtökierteille sekä putki- ja letkuliitoksille, sekä näin supistanut liitintaloutta. Komitea tukee voimakkaasti parhaita elastomeeri tiivistein varustettuja standardisoituja liitosmuotoja, jotka teknisesti toimivina, tiivistein varustettuina, poistavat vuodot hydraulikkajärjestelmistä oikein asennettuna.

Standardissa esitellään viisi lähtötappaa, joissa neljässä on lähtökierre ja yhdessä 4-pulttinen laippalähtö. Putki- ja letkuliitoksista on neljä standardisoitu.

Kiertein varustetut lähtökierteet on esitetty kuvassa 1 ja putki-/letkuliitokset on esitelty kuvassa 2.



Kuva 2. ISO 8434 Standardin mukaiset liitinpäät.

# SAE/ISO Laippaliittimet



Kuva 3. Esimerkki SAE/ISO laippa-adaptoreista.

Minimoidakseen lähtökier- teiden erilaisuutta käytössä ja tukeakseen vuodottomia liitosjärjestelmiä on alikomitea antanut voimakkaan tukensa metrisen ISO 6149 lähtökier- teen käytölle kaikkia uusia konstruktioita varten ja on sisällyttänyt seuraavan julkilau- suman kaikille lähtökiertheiden standardeille:

”Kierrelähdöt (porttikier- teet) ja putkitartunnat on määritelty uusille konstrukti- oille hydraulikkasovellutus- sissa niin, että ainoastaan ISO 6149 standardin mukais- ta lähtökierrettä pitäisi käyt- tää. Kierrelähtöjä ja tartunto- ja ISO 1179, ISO 9974 sekä ISO 11926 ei pitäisi käyttää hydraulikkasovellutuksen uusissa konstruktioissa.”

Putki- ja letkuliitinpuolella, ainoastaan ISO 8434-1 (24° tiivistyskulmalla elastomeeri- tiivistein varustettu liitin) ja ISO 8434-4 (24° hits.nippa) sekä ISO 8434-3 (ORFS) liittimille ominainen elastomeeritiiv- viste täyttää kierrelähtöissä vuotamattomuusvaatimukset.

Näiden yhdistelmä ISO 6149 lähtökierteen kanssa kanssa johtaa vuotamatto- maan liitokseen, joita silloin ovat (kuva 2):

- ISO 8434-1  
24° Elastomeeritiivistein  
”leikkuurengas”- liitin.
- ISO 8434-4  
24° Elastomeeritiivistein  
varustettu hits. nippa.
- ISO 8434-3  
ORFS.

Usein isomissa lähtöporteissa käytössä oleva 4- pultti laip- paliitin ISO 6162 ( SAE J518 on sisällytetty ISO 6162:een) ja ISO 6164 pysyy laajalti käyt- tössä ollen hyväksytty liitos- tapa, jolla myös saavutetaan oikein käytettynä vuotovapaa linjasto.

Suunniteltaessa väliainetta kuljettavaa linjastoa jo tiedos- sa olevin standardiputkiliitti- min täytyy ottaa selvää vielä ainakin seuraavista aiheista:

1. Käytettävä väliaine ja put- ki- ja liitinmateriaalit (myös pinnoite).
2. Korroosio (ulkoinen ja sisäinen).
3. Käyttölämpötila-alue (ympäristö ja sisäinen).
4. Linjastotyyppi; paine-, paluu- vai imulinja.
5. Maksimi käyttöpaine niin paine- kuin paluulinjas- tollekin.
6. Maksimi virtausarvot.
7. Käyttö olosuhteet; normaali, ankara, vaarallinen.
8. Reititys ja tilatarpeet.
9. Koulutustarve.

Ei sovi myöskään vähätellä ja unohtaa asennuskoulutusta projektin missään vaiheessa vuodotonta putki- ja letkuliitti- min tehtävää linjastoa haetta- essa.

## Yhteenvedo

Standardisoidut liitinjärjestel- mät:

Maailmasta löytyy useita kan- sallisia putkiliitinstandardeja kansallisten luokituslaitosten laatimina. Hydraulikka- ja kor- keapaine käyttöön on ISO laati- nut ISO 8434 standardin, joka pohjautuu SAE ja DIN standardeihin. Voidaan erottaa kaksi suuntaa; perinteinen metalli vastaan metalli -tiivis- titys, sekä uudempi ns. ”soft seal” -tiivistys elastisella tiivis- tekomponentilla. Kuva 2.

## Kierrejärjestelmät

Standardisoidut kierrejärjes- telmät ja niiden tiivistys

1. ISO standardisointikomitea on tehnyt päätöksen suosi- tella yli kansallisten intressi- en ISO 6149 M-kierrettä lähtökiertheiksi, sekä ISO 6162 ja ISO 6164 mukaisia laippoja. Kansallisten totut- tujen lähtökiertheiden sovel- taminen jatkunee vielä pit- kään, mutta ISO suositusta tulisi harkita uusiin konst- ruktioihin.

## Lähtökierteet

Kierteet, Spesifikaatiot ja Käyttö

Lähtök. Kuvaus	Metrisen Suora-kierre O-Rengas tilv.	SAE Suora kierre O-Rengas tilv.	4-pulttinen Laippaliinget	4-pulttinen Klintotalppa
Thread Type	ISO 261 Metrisen hieno	ISO 263 ANSI B1.1.	Metriset pultit: ISO 261 Tuumaset pultit: ISO 263	ISO 261
ISO No.	6149	11926	6162	6164
SAE No.	J2244	J1926	J518 (tuumaset pultit ainoastaan)	—
DIN No.	3852-3 Muoto "W"	—	—	—
JIS No.	—	—	B8363 (ainoastaan laippapää)	—
BSI No.	—	—	—	—
Pääkäyttö alue	Isäälläntynvä käyttö USA sekä Euroopassa. Laajalti käytössä entisessä itä blokissa.	Laajalti käytössä Pohjois Amerikassa. suppea käyttö muualla maailmassa.	Maailmanlaajainen käyttö .	Sakaa. Käyttö muualla suppeaa

Kuva 4. Esimerkkejä lähtökiertheistä (lähtö porteista).

jatkuu seuraavalla sivulla

Lähtökierre Kuvuus	Britti Standardi suoraputkikierte (BSPP) Tasotiviste	Metrinen Suorakierte Putkikierte	NPTF - Dryseal Amerikkalainen Standardi Kartio Putkikierte	JIS/BSPT Britti Standardi kartio	JIS/BSPP Britti Standardi Suora putkikierte O-rengas tiiv.
Kierretyyppi	ISO 228-1 BS 2779	ISO 261 Metric Fine	ANSI B1.20.3	ISO 7 BS 21 JIS B 0203	ISO 228-1 BS 2779 JIS B 0202
ISO No.	1179 <sup>1)</sup>	9974	—	—	—
SAE No.	—	—	J476	—	—
DIN No.	3852-2 Muoto X or Y	3852-1 Muoto X or Y	—	Similar to: 3852-2 Muoto Z	—
JIS No.	—	—	—	B8363	B2351 tyyppi "O"
BSI No.	—	—	—	—	Vastaava BS 5380
Pääkäyttö alue	Suosituin käyttö Euroopassa sekä U.K. Suppea käyttö muualla maailmassa.	Kohtalainen käyttö Euroopassa, pääkäyttö Saksassa.	Pääkäyttö alue Pohjois Amerikka jonkinverran myös muualla port, maailmassa.	Pääkäyttö alue Japanissa sekä osassa Eurooppaa.	Pääkäyttö alue Japanissa. Hiukan U.K:ssa, vastaava lähtiö, BS5380.

Kuva 5. Esimerkkejä lähtökierteistä.

2. G-kierre(BSPP) on Suomessa eniten käytetty lähtökierre (R-kierre on siitä yleisesti käytetty ilmaisu). Se voidaan tiivistää liittimeen koneistetun tiivistesärmän, erillisen elastisen tiiviste-elimien, metallisen tiivsteen tai o-rengas/tukirengas tiivisteiden avulla. Elastinen tiivistys on viimeaikoina yleistynyt käyttäjien keskuudessa (ED-tiiviste).

Kartiokierteiden käyttö hydraulikassa on vähenemässä. Ongelmana on niiden vaatima asennuksen erikoinen ammattitaito. Kiristettäessä kartioliitoksia, tulee noudattaa asennusohjeissa ilmoitettua "kierroksia sormitiukkuudesta" -ohjetta.

3. Kierrelitosten oikea asennusmomentti ja liitoskierteiden / liitinjärjestelmän pai-

neluokka on ilmoitettu tunnettujen liitinvalmistajien tuoteluetteloissa.

4. Pyrittäessä suurimpaan varmuuteen G-kierteen (R-kierre) tiivistyksessä, suositellaan käytettäväksi elastista muototiivistettä (ED-tiiviste). Korkeimman paineen keston kaikissa olosuhteissa tarjoaa ISO 6149 mukainen M-kierteen tiivistys. Tämä tiivistysratkaisu ei ole vielä vakiintunut hydraulikkakomponenttivalmistajien yleiseksi kierrevalintavaihtoehdoksi. Lisäämällä kysyntää ja vaatimalla komponenttivalmistajilta ISO 6149 mukaisia lähtökierteitä, voidaan kierteiden osalta parantaa hydraulikan laatua vuodotomaksi järjestelmäksi.

Liittimien asennuskoulutuksen lisäämisellä on varmasti suuri merkitys vuotamattomuuden saavuttamiseksi ja näin osaltaan se auttaa saavuttamaan vuotamattomuus putkistoissa sekä linjastoissa.

LÄHDEKIRJALLISUUS  
Parker Hannifin Cat. 4300 sekä Cat. 4100



## HYDAC uusiin tiloihin



Saksalaiseen HYDAC -ryhmään kuuluva HYDAC OY:n Vantaan toimipiste muutti viime vuoden lopulla uusiin, käytännöllisiin tiloihin Vantaan Piispankylän pienteollisuusalueelle. Uudet tilat sijaitsevat erinomaisten liikeneyhteyksien varrella aivan Tampereen moottoritien kupeessa ja vain reilun kilometrin päässä Kehä III:lta.

Tilanahtaudesta johtuneet pulmat ratkesivat muuton myötä kerralla. Uusissa tiloissa Mestarintiellä käytössä on 800 m<sup>2</sup> varastotila ja tuotantotilaa, joka eroaa entisestä varastosta huomattavasti suuremman pinta-alan lisäksi myös korkeuden suhteen.

Tällä hetkellä 13 henkilöä työllistävän Vantaan toimipisteen toimisto- ja sosiaalitalat on jaettu kolmeen eri kerrokseen, joiden pinta-ala on yhteensä noin 600 m<sup>2</sup>. Lisää tilaa on siis saatu myös neuvottelu- ja koulustilojen käyttöön.



Kaikkiaan HYDAC OY:n palveluksessa on 16 henkilöä. Toinen toimipiste sijaitsee Tampereella, missä kolme asiantuntijaa keskittyy lähinnä mobilehydraulikan ja sen sovelusten myymiseen.

Pneumatiikka • Säätötekniikka • Venttiilit

# FLUIDCONTROL OY



- Toimilaitteet
- Venttiilit
- Pneumatiikka
- Väylät

Sienitie 5 Puh. (09) 350 7410  
00760 HELSINKI Fax (09) 374 3590

[www.fluidcontrol.fi](http://www.fluidcontrol.fi)





# FLUID Finland

Hydrauliikka  
Pneumatiikka  
Voitelutekniikka

Julkaisija ja ilmoitusmyynti



## Visido Ky

Valurintie 40, 05200 RAJAMÄKI  
puh. (09) 8559 7834  
fax (09) 8559 7835  
fluid.finland@visido.fi  
www.visido.fi

## Mediatiedot 2002

### Aikataulut

N:o	Ilmestyy	Aineistot
1 - 2002	tämä lehti	
2 - 2002	1.10.2002	30.8.2002
3 - 2002	10.12.2002	8.11.2002

### Ilmoitushinnat (euro)

Koko		mv	2-väri	4-väri
Etukansi	(210 x 225 mm)			2500
Takakansi	(210 x 297 mm)			2300
2. ja 3. kansi	(210 x 297 mm)			2100
1/1 sivua	(185 x 260 / 210 x 297 mm)	1100	1700	1900
1/2 sivua	(185 x 130 / 90 x 260 mm)	640	1050	1250
1/3 sivua	(185 x 85 / 65 x 260 mm)	550	850	950
1/4 sivua	(90 x 130 / 42 x 260 mm)	420	740	830
1/8 sivua	(90 x 60 / 42 x 130 mm)	320	620	700

Hydrauliikka- ja pneumatiikkayhdistyksen jäsenet -10%.

Hintoihin lisätään arvonlisävero 22%.

### Painopaikka ja tekniset tiedot

#### Itä-Uudenmaan Paino Oy

Vetokuja 1 B  
01610 VANTAA  
Puh. (09) 5893 1570  
Fax (09) 5893 1561

#### Painomenetelmä Arkkioffset

#### Sidonta Stiftaus

#### Sivukoko A4, 210 mm x 297 mm

#### Palstaleveys

1 palsta	42 mm
2 palstaa	90 mm
3 palstaa	137 mm
4 palstaa	185 mm

1. vuosikerta

ISSN 1458-7599

# MASINO-HYDROSTO KUNNOSSAPITÄÄ

## Monipuolista suodatustekniikkaa, hydraulikkaa ja hydraulikkahuoltoa

- suodatinpatruunat
- korkeapainesuodattimet
- RMF-sivuvirtasuodatus
- prosessisuodatus
- ympäristötuotteet
- kunnossapitoon
- pienkoneikot
- virtauksenjakomootorit
- Sai-hydraulimootorit
- Voith-pumput
- aksiaalimäntäpumput
- hydraulikan korjaussarjat ja osat
- **uutuutena huoltotoiminta**



Masino-Hydrosto Oy  
Kärkikuja 3, 01740 Vantaa  
puh. 09-476 800  
myynti@masino-hydrosto.fi



[www.masino.fi](http://www.masino.fi)  
Masino-Hydrosto Oy/tuotteita

## Varmista FLUID Finland -lehden tulo myös jatkossa!

- Näytenumero veloitusetta  
 Tilaus ( 25 € /vsk. )

Tilaukset ja näytenumerorekisteröityminen sujuvimmin internetin välityksellä osoitteessa:  
<http://www.visido.fi/fluid>

### Kiinnostusalueet

- mobilehydraulikka  
 teollisuushydraulikka  
 pneumatiikka  
 voitelutekniikka

Nimi \_\_\_\_\_  
Työtehtävä \_\_\_\_\_  
Yritys \_\_\_\_\_  
Osoite \_\_\_\_\_  
Postitoimipaikka \_\_\_\_\_  
Puhelin \_\_\_\_\_  
Telefax \_\_\_\_\_  
Email \_\_\_\_\_

### Julkaisija:



### Visido Ky

Valurintie 40, 05200 RAJAMÄKI  
puh. (09) 855 97 834  
fax (09) 855 97 835  
fluid.finland@visido.fi  
[www.visido.fi](http://www.visido.fi)

# PALVELEVA HYDRAULIIKKA- KESKUS

ETOLA  
YHTIÖT

**Hytaflex Oy on hydrauliiikka-alan tekninen maahantuoja, joka edustaa nimekkäitä eurooppalaisia, amerikkalaisia ja japanilaisia valmistajia. Kaikissa toiminnoissa huomioidaan ekologinen kestävyys.**

- Yli miljoona sykettä kestävät spiraaliletkuasuennemat liikkuvan kaluston ja teollisuuden ongelmakohteisiin
- Yksi Euroopan suurimmista haponkestävien (AISI316Ti) letku- ja putkiliittimien varastoista
- Pulp&Paper hydraulikkoletkut paperikoneisiin
- Poimutetut ja sileät teflonletkut (PTFE) paperi-, marine-, lääke-, elintarvike- ja kemian teollisuuteen
- Vuotamattomat L17 putkiliittimet (ISO8434-1 DIN2353)
- Alan laadukkaimmat pikaliittimet joka kohteeseen – yli 3000 eri tyyppiä
- SAE J518 kiintolaipat – hitsattavat sekä sisä-/ulkokierteiset
- Suomen edistyksellisin asennusjärjestelmä – puhtaustaso 14/11-ISO4406
- Hydrauliiikan komponentit
- Hydrauliset 700 bar teollisuustyökälyt

Hyvä hydrauliiikan käyttäjä.

**Tule H&P messu-  
osastollemme D1**

keskustelemaan tarpeitasi. Maahantuntii-  
tuotteidemme lisäksi tarjoamme kattavia  
kokonaistoimituksia ja hyllytyspalveluja yhdessä  
Etola Yhtiöiden kanssa.



**HYTAFLEX OY**  
PL 1, Puulaakintie 5  
40351 Jyväskylä  
Puh. (014) 334 6500,  
Fax (014) 334 6511  
hytaflex@hytaflex.fi  
Gs UNI EN ISO 9001:2000

[www.hytaflex.fi](http://www.hytaflex.fi)

# SAUER-DANFOSS

PANOSTUSALUEENA

**työkonehydrauliikan koko sovelluskenttä**

TÄHTÄIMESSÄ

**asiakasyhteistyö ja kumppanuus**

PERUSTANA

**ammattitaitoinen henkilöstö, tehokas palveluorganisaatio ja vahva tuoteohjelma**

OY SAUER-DANFOSS AB

Kivenlahdentie 7 • 02360 ESPOO • puh. (09) 802 860 • faksi (09) 802 8561  
[www.sauer-danfoss.com](http://www.sauer-danfoss.com)

**SAUER  
DANFOSS**

*What really matters is inside*

# Hydrauliikkaa, elektroniikkaa ja virtaustekniikkaa koko maailman tarpeisiin

# HYDAC

ilita.

Yli 2 300 asiantuntijaa kehittää, valmistaa ja myy hydrauliikan, elektroniikan ja virtaustekniikan innovatiivisia komponentteja ja järjestelmiä kaikilla maailmassa.

Reilun 35 vuoden systemaattisen kehityksen myötä tuoteperheemme kattaa yli 50 000 komponenttia ja järjestelmiä: akkuja ja varmentimia suodattimia ja suodatinpumppuja öljynhuottoa

prosessitekniikkaa patruunaventtiileitä palloventtiileitä

jäähdyttimiä jaohydrauliikkaa kiinnitystekniikkaa

Tarjoamme laajan rajattoman valikoiman erilaisia tuotteita ja yksittäisiä ratkaisuja. Ammattitaitoinen palvelumme pitää sisällään asiakaskohtaiset neuvotukset, öljynhuoltopalvelut sekä maailmanlaajuiset toimitukset.

**HYDAC OY**

Puh. (09) 591 581 0  
Faksi (09) 591 581 20  
S-posti: [hydac@hydac.fi](mailto:hydac@hydac.fi)  
Internet: [www.hydac.fi](http://www.hydac.fi)