

Opinnäytetyö (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitystekniikka
2017

Mika Laiho

PIENKONEIKKOSARJAN KILPAILUKYVYN JA VALMISTETTAVUUDEN KEHITTÄMINEN

– standardointi ja modulointi



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Toukokuu 2017 | 29+2

Mika Laiho

PIENKONEIKKOSARJAN KILPAILUKYVYN JA VALMISTETTAVUUDEN KEHITTÄMINEN

- standardointi ja modulointi

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Hydoring Oy. Työn tarkoituksena oli tarkastella yrityksellä ennestään käytössä olevan pienkoneikkosarjan kehittämismahdollisuuksia ja toteuttaa valitut kehitystoimenpiteet. Valitut toimenpiteet koskivat Hydoring Oy:n pienkoneikkosarjaa useammalla osa-alueella organisaatiossa.

Oleellisimmat vaiheet työssä olivat pienkoneikkosarjan kehittäminen, standardointi, modulointi, suunnittelu ja prototyypin valmistaminen. Näiden vaiheiden toteuttamiseksi oli tutkittavana useita yrityksen sisäisiä ja ulkoisia näkökulmia, kuten millaisia hydraulikoneikkoja on valmistettu ja millaisille voisi olla kysyntää jatkossa.

Työn päätteeksi valmistettiin ja koeajettiin kehitelty protomalli Hydoring Oy:n tiloissa. Ajatuksena yrityksellä on jatkossa hyödyntää pienkoneikkosarjaan tehtyjä kehitystoimenpiteitä muissakin sarjoissa.

ASIASANAT:

kehittäminen, suunnittelu, standardointi, modulointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering

May 2017 | 29+2

Mika Laiho

COMPETITIVENESS AND MANUFACTURING DEVELOPMENT OF A SMALL HYDRAULIC UNIT

- standardization and modulation

The thesis was commissioned by Hydoring Oy. The aim of the thesis was to examine the development opportunities of a small hydraulic unit that the company already uses and to carry out the chosen development measures. The selected measures concerned Hydoring's small hydraulic unit in several areas in the organization.

The most essential stages of the thesis were the development, standardization, modulation, design and prototype manufacturing of the small hydraulic unit. To carry out these steps, several internal and external perspectives in the company were examined such as what kind of hydraulic power units have been made and might be demanded in the future.

At the end of the thesis, the developed prototype was prepared and test driven at Hydoring Oy's premises. The idea is to take advantage of the developments, which were made to the small hydraulic unit, and use those measures in other series in the future.

KEYWORDS:

development, design, standardization, modulation

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 HYDORING OY	7
3 HYDRAULIKONEIKKO	8
3.1 Hydraulikoneikon perusrakenne ja toimintaperiaate	8
3.2 Hydraulikoneikon suunnittelu	8
3.2.1 Hydraulisäiliö	9
3.2.2 Hydraulikomponenttien valinta	10
3.2.3 Hydraulikoneikon huollettavuus	10
3.2.4 Hydraulikoneikon sijoittaminen	11
3.3 Hydraulinesteet	11
3.4 Hydraulijärjestelmän puhtaus	11
3.5 Hydraulisylinteri	12
4 PIENKONEIKKOSARJA	13
4.1 HD K100 -sarja	13
4.2 Kehitettävät osa-alueet	14
4.3 Huollettavuus	16
5 STANDARDOINTI JA MODULOINTI	17
5.1 Standardointi	17
5.1.1 Standardoitavat	17
5.1.2 Standardoinnin haasteet	18
5.2 Modulointi	18
5.2.1 Moduloitavat	18
5.2.2 Moduloinnin haasteet	19
6 ESITE	20
7 PROTOTYYPPI	22
7.1 Protokoneikon suunnittelu ja kehitys	22
7.1.1 Kansi	22
7.1.2 Peruslevy NG06x2 + PRV	23
7.1.3 Prv-lohko	24

7.1.4 Uusi koneikkoversio	24
7.2 Protokoneikon valmistus	25
7.3 Protokoneikon koeajo	25
7.4 Protokoneikko valmiina	26
8 JATKOTOIMENPITEET	27
9 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

LIITTEET

- Liite 1. Koeajopöytäkirja.
Liite 2. Protokoneikon koeajo.

KUVAT

Kuva 1. HD K100 -pienkoneikkosarjan koneikon mittakuva (Hydoring Oy 2017).	14
Kuva 2. Vanha vs. uusi versio kannesta (Hydoring Oy 2017).	23
Kuva 3. Uusi NG06x2 + PRV -peruslevy.	23
Kuva 4. Uusi prv-lohko.	24
Kuva 5. 3D-kuva vanha vs. uusi pienkoneikkoversio (Hydoring Oy 2017).	24
Kuva 6. Peruslevyn kokoonpano.	25
Kuva 7. Protokoneikko valmiina.	26

TAULUKOT

Taulukko 1. Ensimmäinen versio valintataulukosta.	20
Taulukko 2. Toinen versio valintataulukosta.	21

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on Hydoring Oy:n HD K100 - pienkoneikkosarjan kilpailukyvyyn ja valmistettavuuden kehittäminen sekä standardointi ja modulointi. Toimeksianto työlle tuli Hydoring Oy:n myyntiosastolta. Työn tavoitteena on kehittää sarjaa usealla osa-alueella, mutta tärkeimpänä on nopeuttaa hydrauliiikkoneikon myynti- ja valmistusprosessia.

Tavoitteena on saada yksinkertaistettua tuote ja sen valmistettavuus sekä huollettavuus, jotta kilpailukyky markkinoilla kehittyisi. Kilpailu kyseisen kokoluokan hydrauliikkoneikoissa on markkinoilla kova, sillä toimittajia on useita maailmanlaajuisesti. Tämän vuoksi kyseisen sarjan kehittäminen on ajankohtaista, jotta Hydoring Oy saa enemmän näkyvyyttä hydrauliikkoneikkojen valmistuksessa kyseisellä osa-alueella.

Työssä käsitellään mitä yrityksellä on, mitä halutaan optimoida, kehityssuunnittelu, Lean-käyttöjärjestelmän hyödyntäminen, prototyypin valmistus ja tulosten tarkastelu. Optimoinnissa selvitetään yleisimmin käytetyt komponentit ja tuotevalikoiman rajaus vakiokoneikkoja koskien. Työkustannusten minimointi ja komponenttien toimittajat ovat keskeisimmät alueet, joihin optimoinnissa tulee keskittyä. Suunnittelussa hyödynnetään jo olemassa olevia tehtyjä koneikkoversioita ja sovelletaan niistä uusi pienkoneikkosarja. Lean-käyttöjärjestelmään kehitellään myyntiä nopeuttavia tekijöitä standardikoneikkojen myyntiin.

Monet asiakkaat pyrkivät yhdistämään toimintoja yhteen isompaan hydrauliikkoneikkoon, mutta silti pienhydrauliikkoneikkojen kysyntä on edelleen runsasta teollisuudessa. Pienhydrauliikkoneikon etuna on sen pieni koko, joka on usein ratkaisevassa asemassa asiakkaiden tarpeissa.

2 HYDORING OY

Hydoring Oy on Pöytyän Kyrössä toimiva perheyriitys. Hydoring Oy on johtava kotimainen hydraulikkavalmistaja, jolla on vahvat perinteet hydraulikoneikkojen ja sylintereiden valmistuksessa. Hydoring Oy suunnittelee, valmistaa, asentaa sekä huoltaa asiakasräätelöityjä hydraulivoimayksiköitä, venttiililohkoja, hydraulisyntereitä ja kiertovoitelujärjestelmiä.

Hydoring Oy on perustettu vuonna 1987 yhdistämällä Konepaja M. Virtanen ja TR-Hydro Ky, tuolloin pääomistajana oli Rautaruukki-konserni. 1993 Hydoring Oy osti Hyp-ro-Lahti Oy:n, jolloin samaan kauppaan tuli Bosch-komponenttien edustus. 1994 Hyp-ro-Lahti Oy ja Hydoring Oy fuusioitiin Kyrön Konepaja Oy:n kanssa ja nimi muutettiin Hydoring Oy:ksi. Samana vuonna Hydoring Oy osti Lännen Engineering Oy:n sylinterituotannon. Tuotteiden valmistus keskitettiin Pöytyän Kyrön tehtaalle vuonna 1996, ja Hydoring Oy:n omistajiksi tulivat Timo Raikko ja AVS Oy. Vuonna 2001 alkoi yhteistyö Bosch Rexroth Oy:n kanssa. Vuonna 2007 Timo Raikko hankki itselleen kaikki Hydoring Oy:n osakkeet. Hydoring Oy osti vuonna 2011 Salon Konepajan sylinteritoiminnan. Vuonna 2016 Hydoring Oy osti Raiha Hydraulics Oy:ltä TL-Hydraulics sylintereiden tuoteoikeudet, piirustukset, hyväksynnät ja varaosat.

Vuonna 2016 Hydoring Oy:ssa aloitettiin sukupolvenvaihdos, jonka myötä Timo Raikko omistaa 60 prosenttia yrityksestä ja Timo Raikon neljälle lapselle jaettiin kullekin kymmenen prosentin osuus yrityksestä. Hydoring Oy työllistää noin 110 työntekijää ja yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli noin 14,5 miljoonaa euroa. (Hydoring Oy 2017.)

3 HYDRAULIKONEIKKO

Hydraulikoneikko on hydraulivoimayksikkö, jolla tuotetaan voima ja liike hydraulisylintereille. Hydraulikoneikkoon rakennetaan hydraulisylintereitä ja hydraulimoottoreita lukuun ottamatta kaikki hydraulijärjestelmän laitteet. Hydraulikoneikossa olevilla venttiileillä ohjataan sylinterien liikkeitä, jotka ohjaavat käytettävän laitteen toimintaa hydraulikan osalta. Hydraulikoneikkoja on valmistettavissa useita eri sovellutuksia, joissa nopeudet, voimat ja järjestelmän koko vaihtelevat käyttötarkoituksesta riippuen. Hydro-ring Oy:n säiliökoot vaihtelevat välillä 10–10000-littraa.

3.1 Hydraulikoneikon perusrakenne ja toimintaperiaate

Perusrakenteinen koneikko koostuu seuraavista osista: säiliö, kansi, huoltoluukku, moottori, kytkin, pumppu, pumpunkannatin, öljyntilavuusmittari, lämpömittari, pintavah-ti, huohotin, peruslevy, suuntaventtiili, paineenrajoitusventtiili, paineenmittauspistoke, paluusuodatin ja indikaattori.

Koneikon toimintaperiaatteena on, että pumppu imee öljyn säiliöstä, joka tuottaa öljyn ja paineen peruslevyyn, josta venttiilin kanssa öljy ohjataan haluttuun linjaan, jolla saadaan aikaiseksi haluttu liikesuunta sylinterissä. Kun sylinterin liike tuotetaan vastakkai-seen suuntaan, niin öljy palaa kanavia pitkin takaisin koneikon säiliöön suodattimen läpi.

3.2 Hydraulikoneikon suunnittelu

Hydraulijärjestelmän suunnittelun ensimmäinen vaihe on selvittää koneikon tehtävä ja toimilaitteet. Seuraavaksi voidaan ryhtyä mitoittamaan hydraulimoottoreita sekä hydraulisylintereitä ja tehdä valinnat. Tämän jälkeen suunnitellaan hydraulijärjestelmä niin, että se antaa tarvittavan tilavuusvirran ja paineen, jotta halutut sylinterien ja moottorien liikenopeudet, voimat ja vääntömomentit saavutetaan. Edelleen valitaan toiminnan ohjauksen ja säädön kannalta sopivat pumput ja venttiilit sekä tarpeelliset lisälaitteet. Edellä kerrottua voidaan pitää koneikkosuunnittelun ensimmäisenä vaiheena, jossa valitaan koneikkoon asennettavat laitteet ja määritetään hydraulisäiliön koko. (Fonselius 1988, 101–102.)

Koneikkosuunnittelun toisessa vaiheessa öljysäiliö joko suunnitellaan tai valitaan tarkoitukseen sopiva standardisäiliö. Lisäksi suunnitellaan, miten hydraulikomponentit asennetaan säiliön yhteyteen. Mahdollisesti osa laitteista halutaan asentaa koneikosta erilleen, jolloin suunnitellaan erilliset pumppuyksiköt ja/tai venttiiliyksiköt. (Hydoring Oy 2017.)

3.2.1 Hydraulisäiliö

Hydraulisäiliö on vaativa suunnittelukohde. Säiliön muodon tulee täyttää hydrauliiikan vaatimukset, mutta myös mielekkään materiaalin käytön ja valmistustekniikan sekä huollettavuuden vaatimukset. Säiliön suunnittelussa on huomioitava hydraulisäiliön tehtävät

- toimia hydraulinesteen säiliönä huomioiden myös järjestelmän toiminnan aiheuttamat vaihtelut säiliön nestemäärässä
- erottaa hydraulinesteestä ilmakuplia ja epäpuhtauksia
- jäähdyttää hydraulinestettä
- toimia asennusalueena koneikkoon asennetuille hydraulilaitteille
- olla huoltoystävällinen.

Hydraulisäiliö mitoitetaan yleensä niin, että säiliön tilavuus on 2,5–3 kertaa pumppujen antama tuotto. Täten oikein suunnitellussa säiliössä ilma ehtii erottua nesteestä. Väli-seinäjärjestelyin on huolehdittava siitä, että öljymäärä siirtyy säiliössä puolelta toiselle. Myös säiliön jäähdytyskyvyn kannalta on tärkeää, että neste liikkuu säiliössä niin, että se luovuttaa lämpöä kaikille säiliön seinämille. Paluuputkien tulee päättyä nestepinnan alapuolelle eikä neste milloinkaan saa kohtuuttomasti läikkyä säiliössä, jotta ilmakuplia ei muodostuisi nesteeseen. Myös imuputken on oltava riittävän alhaalla nestepinnan alapuolella, jotta imuputki ei imisi ilmaa pyörteen syntyessä imuputken ja öljypinnan välille. Huollettavuuden kannalta hydraulisäiliössä on oltava riittävän suuret luukut puhdistusta varten. Säiliön pohjan on oltava V-muotoinen ja tyhjennysmuhvin on oltava alhaisimmassa kohdassa, jotta säiliö pystytään tyhjentämään täysin. (Hydoring Oy 2017.)

3.2.2 Hydraulikomponenttien valinta

Hydraulikomponentteja ei yleensä valita maksimisuoritusarvojen perusteella, vaan mieluummin niin, että saavutetaan luotettava toiminta, hyvä kokonaishyötysuhde ja mahdollisimman pitkä laitteiden käyttöikä. Hydrauliventtiilit valitaan niin, että ne läpäisevät tilavuusvirran niin pienellä painehäviöllä, että hyvä kokonaishyötysuhde saavutetaan. Venttiilien maksimitilavuusvirtaa ei saa ylittää, koska siitä seuraa venttiilin toimintahäiriö. Venttiilien kokoon nähden kohtuuttoman suuri tilavuusvirta aiheuttaa suuren painehäviön ja siten hydraulinesteen lämpenemistä. Tuloksena saattaa olla, että hydraulisäiliö ei kykene jäähdyttämään kaikkea hukkatehoa, jolloin tarvitaan erillinen öljynjäähdytin.

Hydraulijärjestelmä rakennetaan siirtämään tiettyä tehoa. Hydraulinen teho on tilavuus kertaa paine. Siirrettävä teho on mahdollista aikaansaada eri paineilla, kunhan tilavuusvirta valitaan niin, että edellä mainittu tulo vastaa kyseistä tehoa. Käytännössä on järkevää valita paine ja siten laskea tarvittava tilavuusvirta. Paine valitaan niin, että saavutetaan riittävä käyttöikä pumppujen, sylinterien, hydraulimoottorien ja muiden komponenttien kanssa. Usein hydraulisylinterien nurjahduslujuus pakottaa valitsemaan alhaisen paineen.

Putkikoot tulee valita siten, että virtausnopeudet imuputkissa on noin 1 m/s tai pienempi, paineputkissa noin 6,5 m/s tai pienempi ja paluuputkissa noin 3 m/s tai pienempi. Pitkät putket on mitoittettava painehäviön mukaan, muutoin hyötysuhde voi muodostua kohtuuttoman huonoksi. (Hydoring Oy 2017.)

3.2.3 Hydraulikoneikon huollettavuus

Koneikon suunnittelussa ja rakentamisessa tulee huomioida koneikon huollettavuus. Komponentit on pyrittävä sijoittamaan siten, että niiden ympärillä on riittävästi huoltotilaa. Normaaleja huoltotoimenpiteitä vaativat laitteet, kuten suodattimet tulee sijoittaa siten, että niihin pääsee helposti käsiksi ja että patruunoiden vaihto ei tuota ongelmia. Samoin säätöä vaativat venttiilit ja muut komponentit tulee olla helposti säädettävissä.

Järjestelmään on suotavaa sijoittaa sulkuventtiileitä ja vastaventtiileitä sopiviin paikkoihin helpottamaan huoltoa ja säätämistä. Ilman näitä komponentteja esimerkiksi sellai-

sisä huoltotoimenpiteissä kuten suodatinpatruunan vaihto, venttiilin irrotus tai pumpun avaaminen voi aiheutua putkiston valuminen tyhjäksi. (Hydoring Oy 2017.)

3.2.4 Hydraulikoneikon sijoittaminen

Koneikon ympärillä tulee olla riittävästi huoltotilaa, jotta huollot, säädöt ja mahdolliset muutokset voidaan suorittaa esteettä. Säiliön huoltoluukut on oltava avattavissa esteettä säiliön sisäpuolisen puhdistuksen tai muutostöiden suorittamista varten.

Koneikon tehtävänä on jäähdyttää hydraulioöljyä, joten jäähdytin tulee sijoittaa hyvin ilmastoituun tilaan. Normaalitytapauksissa säiliön jäähdytyskyky arvioidaan siten, että lämpötilaero säiliön sisällä olevan öljyn ja ympäröivän ilman välillä oletetaan olevan noin 30 °C. Tämä edellyttää ilman lämpötilan koneikon ympäristössä olevan +20 °C. Tapauksessa, jossa koneikko sijoitetaan kuumaan tilaan, on öljyn jäähdytys hoidettava erillisellä jäähdytyksellä. Kylmiin tiloihin asennetut koneikot asettavat omia vaatimuksia esimerkiksi hydraulinesteiden osalta. (Hydoring Oy 2017.)

3.3 Hydraulinesteet

Hydraulinesteen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat käyttöolosuhteet. Onko kyseessä sisäkäyttö, ulkokäyttö, arktiset olosuhteet, palamaton hydraulineste tai muu erikoisneeste. Hydraulinesteen viskositeetin valintaan vaikuttavat lämpötila ja komponenttien viskositeetti vaatimukset. Sopiva hydraulinesteen lämpötila säiliössä on yleensä +50 °C. Lämpötilahälyttimet asennetaan yleisesti noin +60 °C.

Hydraulioöljyt voidaan jakaa käyttöolosuhteiden perusteella kolmeen ryhmään. Nämä kolme ryhmää ovat sisäkäytön hydraulioöljyt, ulkokäytön hydraulioöljyt ja arktisten olosuhteiden hydraulioöljyt. (Hydoring Oy 2017.)

3.4 Hydraulijärjestelmän puhtaus

Edellytyksenä hydraulijärjestelmän häiriöttömälle toiminnalle on, että hydraulijärjestelmä ja hydraulineste ovat riittävän puhtaita. Lika aiheuttaa hydraulijärjestelmässä toimintahäiriöitä, laitteiden lyhyemmän käyttöiän ja pahimmassa tapauksessa laitteiden rikkoutumisen. Hydraulijärjestelmään voi tulla usealla eri tavalla epäpuhtauksia. Esi-

merkiksi asennusvaiheessa putkistoon ja laitteisiin voi jäädä likaa tai kun uutta hydraulineestettä lasketaan säiliöön niin siinä saattaa olla likaa. Järjestelmän huoltotoimien yhteydessä voi huollettavaan kohteeseen päästä likaa. Hydraulisyylintereiden männänvarsistakin siirtyy likaa pyyhkijätiivisteiden ohitse sekä hydraulilaitteiden kuluessa niistä irtoaa likaa. Myös huohotinsuodattimen kautta pääsee hienojakoista likaa järjestelmään. (Hydoring Oy 2017.)

3.5 Hydraulisyylinteri

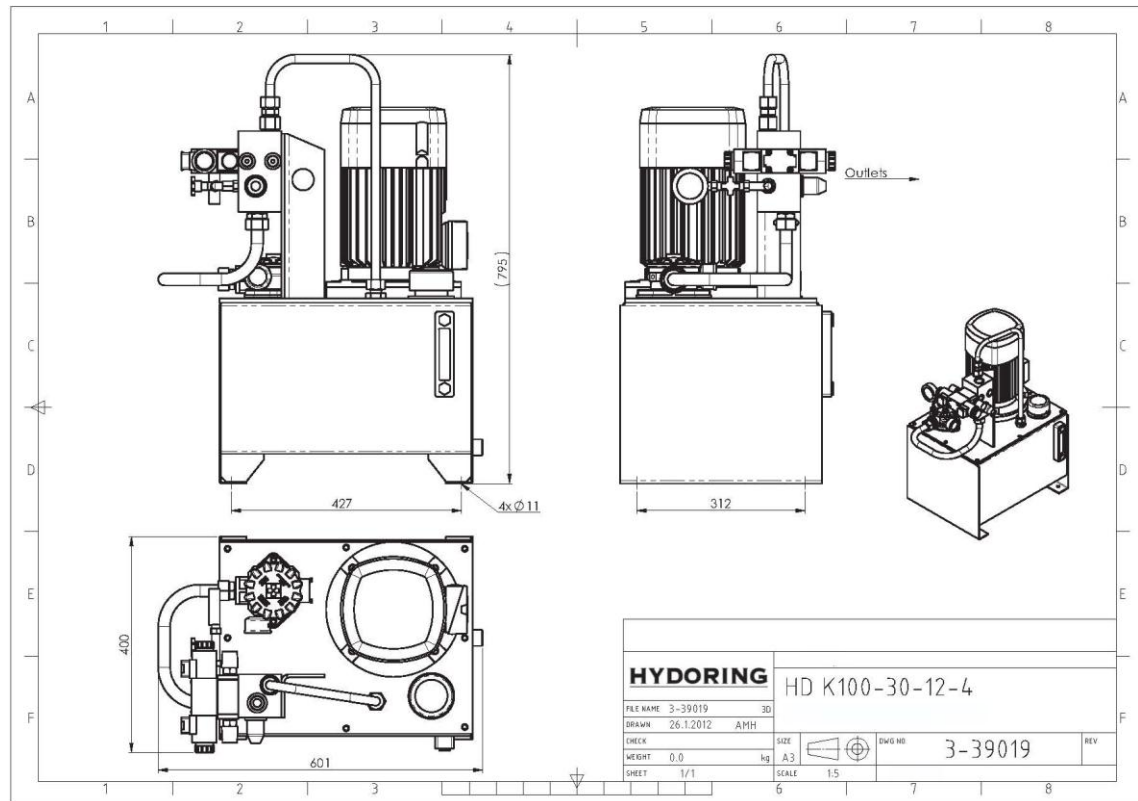
Hydraulisyylinteri on osa hydraulikkajärjestelmää, jonka tehtävä on muuntaa hydraulinen teho lineaariseksi liikkeeksi. Sylinterin toimintaperiaate on, että sylinterinputkeen männänpuolelle johdettava öljy työntää mäntää eteenpäin ja mäntään kiinnitetty männänvarsi saa aikaan lineaarisen liikkeen. Sylintereitä käytetään useissa erilaisissa sovellutuksissa, joissa voimat ja nopeudet vaihtelevat laajasti. Sylintereitä on valmistettavissa useita eri sovellutuksia, käyttötarkoituksesta ja olosuhteista riippuen. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2008, 195.)

4 PIENKONEIKKOSARJA

HD K100 -sarjan koneikot on suunniteltu hydrauliiikan peruskäyttäjän tarpeisiin. Sarja on pyritty suunnittelemaan niin yksinkertaiseksi, että asiakas kykenee myös itse helposti ja nopeasti käyttöönottamaan koneikon. Mikäli asiakas haluaa koneikolle asennuksen, se on myös mahdollista saada. HD K100 -sarja koostuu maksimissaan 75-litran säiliöstä ja sen sähkömoottorikoko on rajattu 11 kW ja pumpun tuotto rajoitettu 35 l/min tuotolle. Asiakkaalla on myös mahdollisuus saada räätälöitymalli, jos he niin haluavat. Räätälöidyssä mallissa voi olla muun muassa erikoisuutena vastus, termostaatti, pintavahti, vesijäähdytin, mutasihti, ilmajäähdytin, paineakku, kotelointi, äänieristys, allas ja niin edelleen. Vaihtoehtoja on monia, mutta säiliön koko on suhteellisen pieni, joten harvemmin tämän kokoluokan säiliöistä asiakas niin erikoista versiota tarvitsee. (Hydoring Oy 2017.)

4.1 HD K100 -sarja

Pienkoneikkosarja koostuu 16, 25, 30, 55 ja 75-litran säiliöistä. Sarjassa on käytetty 2-sarjan hammaspyöräpumppuja, jotka tuottavat pumppuvaihtoehdosta riippuen 4-35 l/min. Pumppu on sijoitettu säiliöön sisälle kannen päällä olevan vähäisen tilan vuoksi. Pumpun painelähdöstä painelinja on yhdistetty letkulla kannen läpivientiliittimeen, josta painelinja on putkitettu peruslevyyn. Paluusuodatin on kanteen kiinnitettynä ja peruslevyltä palaavan öljyn linja putkitettuna paluusuodattimelle. Sähkömoottoreita on saatavilla 1,1–11 kW kokoisina, jotka on asennettu pystyyn säiliön kannen päälle. Lähtökohtaisesti koneikko toimitetaan yksipaikkaisella peruslevyllä, johon on asennettu paineenrajoitusventtiili ja suuntaventtiili vapaakierrolla. Asiakkaan tarpeen mukaan on koneikko mahdollista toimittaa myös useammalla venttiilipaikalla ja laajemmalla venttiilivalikolla. Nykyistä käytössä ollutta koneikkomallia on valmistettu usean vuoden ajan (kuva 1).



Kuva 1. HD K100 -pienkoneikkosarjan koneikon mittakuva (Hydoring Oy 2017).

4.2 Kehitettävät osa-alueet

Kehitettävänä on säiliökokovalikoiman suppeuttaminen 16–75-litraisista 30–75-litraiseen. 30–75-litraisille säiliöille on vuoden 2013 jälkeen ollut eniten kysyntää markkinoilla. Pienemmistä tämän työn ulkopuolelle jäävistä säiliökokoluokista ei luovuta kokonaan, mutta tässä työssä keskitytään kehittämään vain näitä 30, 55 ja 75-litran säiliömalleja. Säiliöissä olevat kannen kiinnityspisteiden lukumäärä tullaan tarkastamaan.

Säiliön kannen paksuus on nykyisessä mallissa ollut 8 mm, ja tämä tullaan muuttamaan 6 mm. Pienissä koneikoissa, kuten 30–75-litraisissa 6 mm kannenpaksuus on vielä tarpeeksi vahvaa kantamaan kuorman, joka kannelle kertyy komponenteista. Kannen valmistuksesta poistuu muutosten myötä kaikki hitaustoimenpiteet, joka tulee vaikuttamaan huomattavasti kannen valmistuskustannuksiin. Myös kannen kiinnityreikien lukumäärä tullaan tarkistamaan kannen valmistuksen kustannussäästöjen aikaansaamiseksi.

Sarjassa pitäydytään edelleen 2-sarjan hammaspyöräpumpuissa. Pumppujen koot sijoittuvat litratuotoiltaan välille 5-38 l/min ja maksimipaine-alueet ovat välillä 140–250 bar pumpun tuotosta riippuen. Ennen käytössä olleet hammaspyöräpumput ovat olleet mallin Saksa 1:5 akselilla, ja tässä työssä päädyttiin käyttämään mallia Italia 1:8 akselilla olevia pumppuja. Tämä muutos aiheuttaa sen, että pumpunkannatin ja -kytkimet on valittava uudestaan.

Sähkömoottorien koot tulisivat olemaan 2,2–11 kW kokoisia, koska 30–75-litraisissa säiliökokoluokissa ei ole vuoden 2013 jälkeen käytetty tämän pienempiä tai suurempia sähkömoottorikokoja. Pienempiä ja suurempia moottoreita on kuitenkin mahdollista käyttää, jos niin halutaan ja niille katsotaan valmiiksi yhteen sopivat pumput, pumpunkannattimet ja -kytkimet samalla kuin muihinkin moottorikokoihin.

Lohko eli peruslevy kiinnitetään jatkossa suoraan kansilevyyn kiinni ja paineletku liitetään pumpulta suoraan peruslevyn painelinjaan säiliön sisällä. Tämän toimenpiteen myötä ei tarvitsisi enää hitsata kanteen jalkaa peruslevylle eikä vaatisi painelinjan putkitusta. Tämä muutos vaikuttaa kannen hintaan huomattavasti ja kokoonpanoaikaan, kun putkitusvaihe poistuu. Peruslevyn asennuksen vaatimat reiät kanteen saisi toteutettua samalla laitteella, jolla kansi muutenkin valmistetaan. Peruslevymalli suunnitellaan uusiksi osittain tehtyjen muutoksien takia ja myös levyn koon optimoimiseksi. Peruslevyn mitoista saisi karsittua paljonkin pois, jos levyn valmistaisi vain tämän kokoluokan koneikoille. Tässä asiassa on kuitenkin huomioitava myös suuremman kokoluokan koneikkoja, joissa samaa levyä voisi käyttää. Tämän asian huomioiminen ei ole kustannustehokkain asia pienkoneikkosarjaa ajatellen, mutta koko firman koneikkosarjoja ajatellen se on.

Paineenrajoitusventtiilinä käytettäisiin venttiiliä, jossa on vapaakierto ominaisuus. Tämä mahdollistaisi pelkän paineenrajoituslohkon käytön, kun suuntaventtiilille ei ole tarvetta. Pelkkä paineenrajoituslohko on huomattavasti edullisempi valmistaa kuin peruslevy, jossa on myös poraukset suuntaventtiilille.

Paluusuodattimen ja peruslevyn välinen yhdysputki tulee olemaan suora ja vain paluusuodattimen päässä olisi putkessa kiristysmutteri, jolla putki kiinnitetään paluusuodattimessa olevaan perusliittimeen. Peruslevyn tankkilinjan poraukseen kiinnitetään sovitemuhvi, jonka sisällä on o-rengas ja paluuputki vain työnnetään sovitemuhvin reikään ilman mitään kiinnitystä, jolloin muhvissa oleva o-rengas toimii tiivisteenä paluuputken pintaa vasten. Kyseinen toteutus sallii myös toleranssi heitot hyvin putken-

suuntaisesti. Koska paluulinja on teoriassa paineeton, niin tämän sovellutuksen pitäisi toimia ongelmitta.

Haasteita kehitystoimenpiteissä esiintyy, koska koneikkosarja johon työssä keskityttiin, on rakenteeltaan ja komponenteiltaan suppea kokonaisuus. Kehittäminen jo nykyistä mallia edullisemmaksi tai toimivammaksi kokonaisuudeksi on haastavaa. Teräsrakenteissa kehitystoimenpiteet näin pienessä koneikossa jäävät kaikesta huolimatta vähäisiksi. Markkinoilla tarjolla oleva tuotevalikoima on todella laaja ja jatkossa käytettävien komponenttitoimittajien ja komponenttien valinta sekä komponenttimäärän suppeuttaminen kohtuulliselle tasolle on haastavaa, koska kaikilla toimittajilla on aina tuotteis- saan omat etunsa, jonka vuoksi niitä kannattaa käyttää. Siksi on tarkasteltava tulevan koneikkosarjan mahdolliset käyttökohteet tarkasti, jotta saisi oikeat valinnat tehtyä käytettävien standardikomponenttien suhteen.

4.3 Huollettavuus

Huollettavuus on yksi tärkeimmistä rooleista koneikoissa. Hyvin suunniteltu ja rakennettu koneikko on nopeasti ja yksinkertaisesti huollettavissa. Suodattimet on sijoitettava koneikossa siten, että huoltaja pääsee niihin helposti käsiksi ja suodatinpatruunat ovat helposti vaihdettavissa. Peruslevyn sijoituksessa on huomioitava venttiileiden säädettävyys ja vaihdettavuus. Myös koneikon sijoittamisessa ja asentamisessa paikalleen on huomioitava huoltotila ja vaivaton kulku koneikon luokse. Oikein käytettynä ja hyvin huollettuna koneikko kestää vaativammassakin käytössä useita vuosia. Kun koneikossa on ajateltu huollettavuutta, se myös osittain vaikuttaa koneen huoltovälien tiheyteen. Suositus huoltoväleihin on, että kerran vuodessa ainakin suodattimet vaihdettaisiin ja kahden vuoden välein vaihdettaisiin öljyt ja samalla myös puhdistettaisiin säiliöt sisältä. Toki huoltoväleissä on huomioitava koneen käyttömäärä. Mikäli koneikko on kovassa käytössä, niin huoltovälin on oltava tiheämpi koneikon pitkäikäisyyden ja toimivuuden takaamiseksi.

5 STANDARDOINTI JA MODULOINTI

Työn standardoinnista ja moduloinnista on käyty laajalti keskusteluja yrityksen henkilökunnan kanssa laajan näkökulman luomiseksi, jotta kaikki tarpeellinen tulisi huomioitua. Työn standardoinnissa ja moduloinnissa on oltava tarkkana niin sanotussa pois-sulkemisessa. Kyseisen kokoluokan koneikoissa on hyvin vähän mitään ylimääräistä poistettavaa tai käytettävien standardikomponenttien karsimista. On myös huomioitava vanhaa komponenttia uudella korvattaessa, että minkälainen merkitys sillä tulee olemaan ja kannattaako kyseisen komponentin poistaminen käytöstä.

5.1 Standardointi

Työn standardoinnin tärkein ominaisuus on poistaa erilaisuuksia valmistettavassa pienkoneikkosarjassa. Standardoinnin tavoite on, että eri valmistajien tuotteita olisi korvattavissa keskenään ilman muutostoimenpiteitä säiliörakenteisiin tai peruslevyyn. Standardointitoimenpiteillä pyritään poistamaan virheet ja minimoimaan työvaiheet, jotka nopeuttavat valmistusta.

5.1.1 Standardoitavat

Pienkoneikkosarjassa käytettävät komponentit rajattiin muutaman eri komponenttitoimittajan tuotteiksi, joista yksi toimittaa esimerkiksi paluusuodattimen, huohottimen ja venttiilit. Pienkoneikkosarja on kuitenkin suunniteltu siten, että nämä komponentit pystytään korvaamaan eri toimittajan vastaavilla tuotteilla ilman, että se vaatisi minkäänlaisia muutoksia rakenteisiin. Uutta peruslevymallia on tarkoitus käyttää myös muissakin koneikkokokoluokissa kuin pienkoneikkosarjassa. Peruslevy asennetaan aina kanteen pystyyn pienkoneikkosarjassa, mutta levy suunnitellaan siten, että se on mahdollista asentaa myös vaakatasoon isommissa koneikkosarjoissa. Nykyisin käytössä olevan paineenrajoitusventtiilin valmistus on päättymässä lähitulevaisuudessa ja tämän vuoksi on valittava uusi standardimalli, jota käytettäisiin jatkossa kaikissa koneikkoversioissa. Painelinja pumpulta peruslevylle säiliön sisällä välittyy jatkossa letkulla. Koneikossa käytettävä vakio värisävy on harmaa RAL 7043. Mittalasin reiät ovat jatkossa aina paluusuodattimen reiän kohdalla, jotta mahdollinen vaihto helpottuisi.

5.1.2 Standardoinnin haasteet

Standardoinnin haasteena esiintyi Hydoring Oy:n laaja tuotevalikoima ja tämän myötä hintatason pitäminen matalana. Uuden peruslevymallin luominen helposti valmistettavaksi ja toimivaksi ratkaisuksi pienkoneikkoon ei olisi tuottanut haasteita, mutta kun luomisvaiheessa ajatellaan peruslevyn käyttömahdollisuutta muissa järjestelmissä, niin huomioitavia asioita alkaa kertyä, jotka tuovat omat haasteensa kehitykseen. Paineenrajoitusventtiilin valinta on haasteellista, koska toimittajia on useita ja myös ominaisuudet sekä kustannukset vaihtelevat laajalti.

5.2 Modulointi

Moduloimalla koneikko toiminnallisiin osakokonaisuuksiin voidaan kyseisiä moduulirakenteita hyödyntää useammassa eri koneikkosarjassa. Moduloinnissa pyritään myös siihen, että eri moduuleita voisi yhdistää ja vaihdella keskenään. Tämä mahdollistaisi laajan standardoitujen komponenttien lukumäärän. Tällä voidaan myös osittain vaikuttaa eri koneikkoversioiden määrään. Moduloinnin jälkeen tuotteisiin kohdistuva kehitysaika lyhenee ja riskit pienenevät suunnittelussa, koska mahdolliset muutokset koskevat vain pientä osaa moduulista. Moduloinnin tuomat edut vaikuttavat yrityksen sisällä aina myynnistä valmistukseen. Modulointi myös auttaisi toteuttamaan koneikkoja asiakkaiden erilaisiin tarpeisiin.

5.2.1 Moduloitavat

30–75-litraisissa säiliöissä käytetään pienemmällä naamataululla olevaa paluusuodattinta visuaalisella tai sähköisellä indikaattorilla varustettuna. Mittalasin ja huohottimenä käytetään vain yhtä kokoluokkaa kaikissa säiliökokoluokissa. 30-litraisissa säiliöissä on rajattu moottorien ja pumppujen koot säiliön rajallisen koon vuoksi. Tietyille moottorikoolle on taulukossa annettuna tietty pumppukoko, pumpunkannatin ja -kytkin, jotka ovat yhteensopivia (Taulukko 1).

5.2.2 Moduloinnin haasteet

Moduloitavien pakettien määrä voi kerääntyä erittäin laajaksi ja tämä aiheuttaa haastavuutta, jotta moduulien määrä pysyisi kohtuullisena. On pyrittävä valitsemaan aiemmin tilattujen komponenttien mukaan tiettyjä paketteja sekä muodostamaan uusia toimivia ja käyttäjälle hyödyllisiä kokonaisuuksia. Asiakstarpeita katsottaessa, komponenttikokonaisuudet ovat olleet hyvin laajat ja usein erittäin kirjavasti muuttuvia, joten moduulien luominen vastaamaan asiakkaiden tarpeita on erittäin haastavaa.

6 ESITE

Hydoring Oy:n nykyisin käytössä oleva esite on painatettu vuonna 2010. Koska pienkoneikkosarjaan on tullut muutoksia, tullaan esite työn valmistuttua päivittämään. Esitteen valintataulukko päivitetään samalla, koska esimerkiksi pumpuntuotto ja taulukon rakenne muuttuivat.

Taulukko 1. Ensimmäinen versio valintataulukosta.

HD K100 Tyyppi Model	Tuotto 1500 r/min l/min	Teho 2,2kW (bar)	Teho 3kW (bar)	Teho 4kW (bar)	Teho 5,5kW (bar)	Teho 7,5kW (bar)	Teho 11kW (bar)	Säiliö
30-4-2,2	5,2	140 - 250	>>>>					30l
30-6-2,2	7,9	140 - 165						
30-6-3	7,9	>>>>	140 - 220	>>>>				30l
30-8-3	10,5		140 - 170					
30-8-4	10,5	>>>>		140 - 230	>>>>			30l
30-11-4	14,3			140 - 170				
55-11-5,5	14,3	>>>>			140 - 230	>>>>		55l
55-16-5,5	20,4				140 - 160			
55-16-7,5	20,4	>>>>				140 - 220	>>>>	55l
55-20-7,5	25,5					140 - 175		
75-20-11	25,5	>>>>					140 - 170	75l
75-25-11	32						140 - 170	
75-30-11	38,3						130	

Taulukko 2. Toinen versio valintataulukosta.

HD K100 Tyyppi Model	Tuotto 1500 r/min l/min	Teho	Painealue Bar	Säiliö
30-4-2,2	5,2	2,2kW	140 - 250	30l
30-6-2,2	7,9		140 - 165	
30-6-3	7,9	3kW	140 - 220	
30-8-3	10,5		140 - 170	
30-8-4	10,5	4kW	140 - 230	
30-11-4	14,3		140 - 170	
55-11-5,5	14,3	5,5kW	140 - 230	55l
55-16-5,5	20,4		140 - 160	
55-16-7,5	20,4	7,5kW	140 - 220	
55-20-7,5	25,5		140 - 175	
75-20-11	25,5	11kW	140 - 170	75l
75-25-11	32		140 - 170	
75-30-11	38,3		100 - 130	

7 PROTOTYYPPI

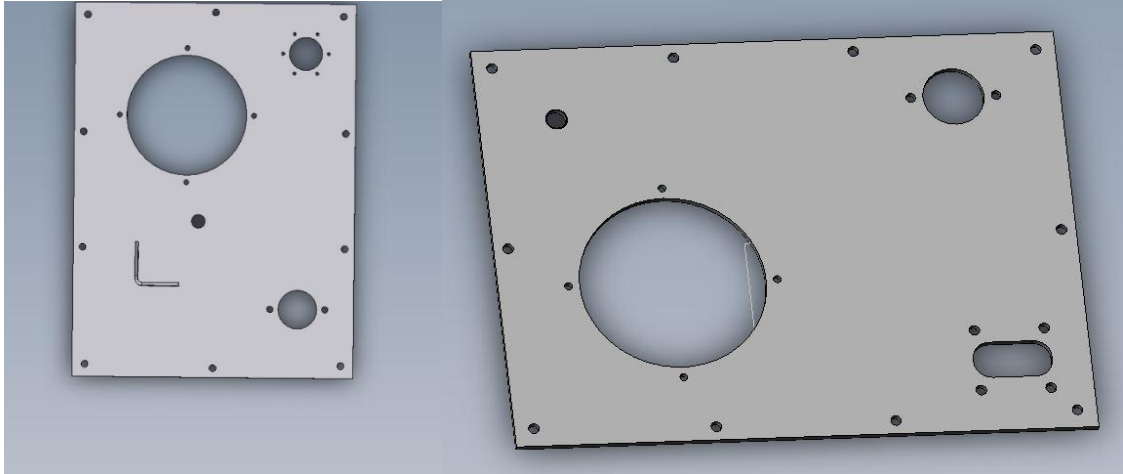
Protomallin valmistus on työn kannalta merkittävää, koska tietyt muutosratkaisut ja niiden toimivuus on tarkasteltava käytännössä. Samalla selviää myös valmistuskustannuksissa saavutetut edut ja valmistusaikoihin vaikuttavat tekijät. Vasta koneikon valmistuttua koeajossa saa vastauksia tiettyjen ominaisuuksien toimivuudesta ja käytännöllisyydestä.

7.1 Protokoneikon suunnittelu ja kehitys

Tärkeimmät vaaditut tavoitteet koneikon suunnittelu- ja kehitysvaiheessa oli erinäisten työvaiheiden minimointi ja materiaalin tarpeet. Työvaiheiden minimoimiseksi oli koneikon kansi suunniteltava mahdollisimman yksinkertaiseksi ja kannelle asennettavien komponenttien järjestys saatava järkeistettyä toimivaksi yhtälöksi. Materiaalin tarpeissa pyrittiin minimoimaan kannen paksuus. Peruslevyn asennustavan muuttaminen poisti kannelta hitsattavan kulmaraudan tarpeen ja peruslevyn materiaalitarvetta onnistuttiin myös vähentämään huomattavasti suhteessa levyn kokoon.

7.1.1 Kansi

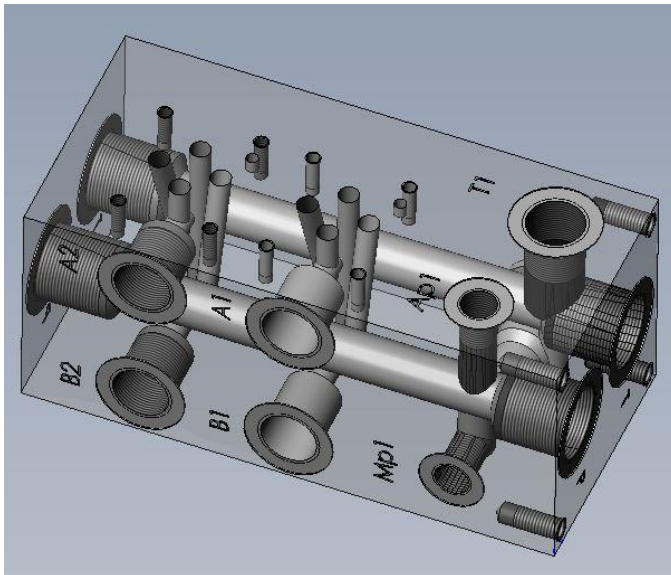
Kansi on suunniteltu mahdollisimman yksinkertaiseksi, mutta toimivaksi kokonaisuudeksi. Kannen paksuus muutettiin 8-millisestä 6-milliseksi ja peruslevyn kiinnitysalka poistettiin sekä peruslevy muutettiin kiinnitettäväksi kannen pintaan. Läpivientiliittimen reikä poistui, koska peruslevy kiinnitetään suoraan kanteen ja paluusuodattimen aseointia muutettiin mahdollistamaan tankkilinjan liitoksen suoralla putkella. Huohottimen reikä muuttui pienemmäksi huohotinmallin vaihtumisen vuoksi. Kannen kiinnityspisteiden lukumäärää ei vähennetty (Kuva 2).



Kuva 2. Vanha vs. uusi versio kannesta (Hydoring Oy 2017).

7.1.2 Peruslevy NG06x2 + PRV

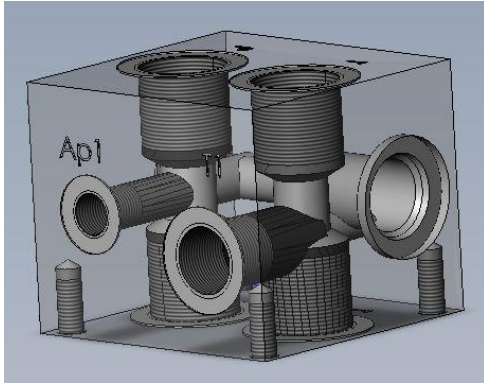
Peruslevyn pituusmittaa vähennettiin noin 40 mm, ja peruslevyn toiseen pätyyn lisättiin kiinnityspisteet, jotka mahdollistavat levyn pystyyn asettamisen esimerkiksi pienkoneikkosarjassa (Kuva 3).



Kuva 3. Uusi NG06x2 + PRV -peruslevy.

7.1.3 Prv-lohko

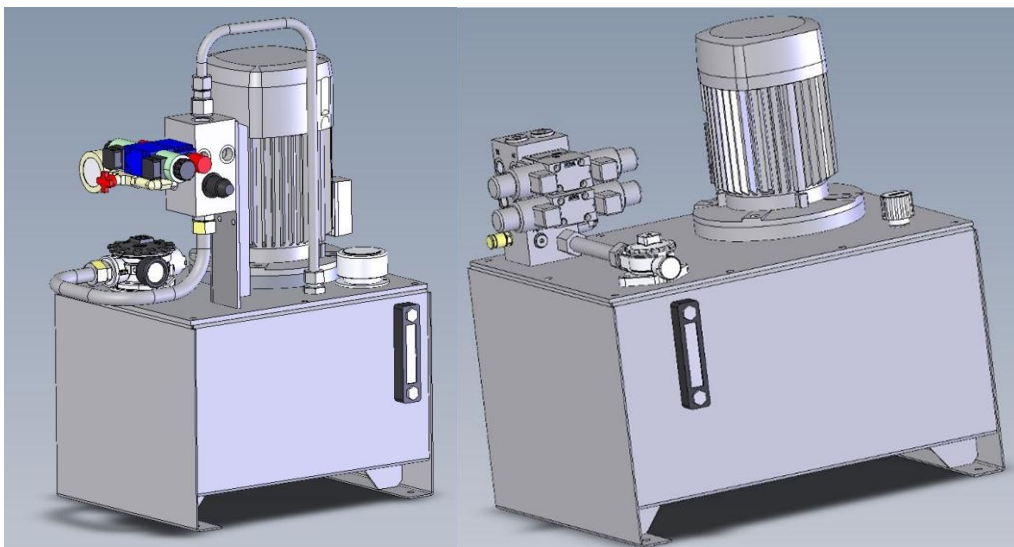
Prv-lohko, eli paineenrajoitusventtiililohko suunniteltiin mahdollisimman kompaktiksi kokonaisuudeksi ja niitä tullaan valmistamaan muutama kappale Hydoring Oy:n varastoon (Kuva 4). Prv-lohkon kiinnityspisteet sopivat samaan reikäväliin kuin NG06x2 + PRV -peruslevy (Kuva 3).



Kuva 4. Uusi prv-lohko.

7.1.4 Uusi koneikkoversio

Uusi pienkoneikkoversio tulee jatkossa mahtumaan huomattavasti matalampiin tiloihin, ja koneikon kannelle jäi huomattavasti enemmän tilaa mahdollisille lisävarusteille (Kuva 5).



Kuva 5. 3D-kuva vanha vs. uusi pienkoneikkoversio (Hydoring Oy 2017).

7.2 Protokoneikon valmistus

Koneikon valmistusaikaa ei voida vielä suoranaisesti vertailla vanhoihin versioihin, mutta saatiin selviä viitteitä siitä, että uusi malli olisi noin 30 prosenttia nopeammin valmistettavissa. Koneikon kokoonpanossa merkittävimmät säästöt tulivat putkitusvaiheen poistumisesta ja huuhotinmallin muutoksesta. Peruslevyn kokoonpanoajoissa ei tapahtunut muutoksia (Kuva 6).



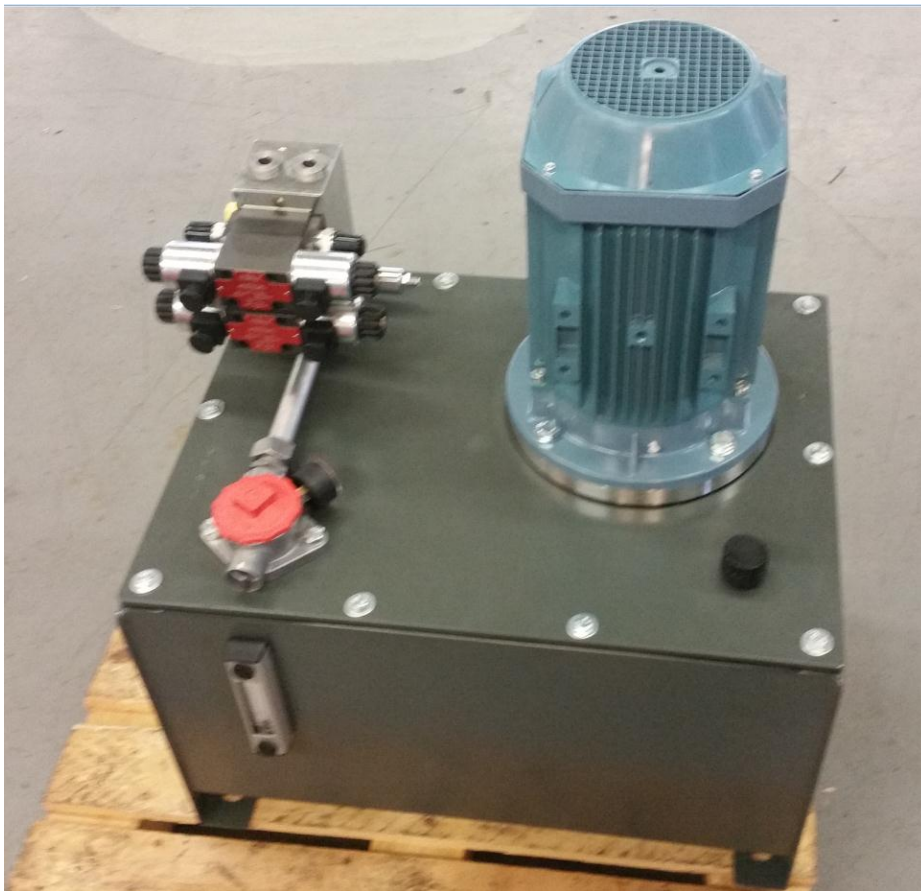
Kuva 6. Peruslevyn kokoonpano.

7.3 Protokoneikon koeajo

Hydraulikoneikkojen koeajossa testataan aina kaikkien koneikkojen komponenttien toimivuus ja liitosten tiiviyyttä seurataan koeajon aikana (Liite 2). Koneikon koeajossa todettiin tehdyt muutokset toimiviksi ja koneikon olevan helpommin huollettavissa. Muutama kannen reikään tullaan tekemään tarkentavia muutoksia. Peruslevyn ja kannen väliin on kehiteltävä tiivistys, jotta varmistutaan, ettei öljyn sekaan pääse missään tilanteessa epäpuhtauksia. Koneikkojen koeajosta tehdään aina koeajopöytäkirja asiakkaalle tositteeksi, että koneikon tarvittavat säädöt on suoritettu ja koneikon toimivuus on varmistettu (Liite 1).

7.4 Protokoneikko valmiina

HD K100 -sarjan koneikon kehittäminen kustannustehokkaammaksi ja samanaikaisesti modernimman näköiseksi oli haastavaa pienen kokonsa ja vähäisten komponenttimäärien vuoksi. Siitä huolimatta protokoneikko näyttää nyt huomattavasti modernimmalta ja kompaktimmalta kokonaisuudelta. Lisäksi koneikon kannelle jäi muutosten jälkeen vielä huomattavan reilusti tilaa mahdollisille lisävarustetoivomuksille (Kuva 7).



Kuva 7. Protokoneikko valmiina.

8 JATKOTOIMENPITEET

Koneikkoon tehdään tarkentavia muutoksia ja pienkoneikkosarjan säiliömallit tullaan suunnittelemaan kokonaan uusiksi. Koneikon rakennetta pyritään kehittämään entisestään enemmän asiakkaan käyttöön sopivaksi ja lisäarvoa tuovaksi. Kehityksen valmistuttua koneikko esitetään yrityksen johtoryhmälle. Hyväksytyn päätöksen jälkeen alkaa varsinaiset toimenpiteet uuden pienkoneikkosarjan valmistuksessa.

Käydyissä neuvotteluissa on tullut esille tarvittavia muita toimenpiteitä pienkoneikkosarjaa koskien. Sähkömoottorivaihtoehtoja tullaan tarkastelemaan laajemmalla kokonaisuudella. Lean-toiminnanohjausjärjestelmää sovellettaisiin pienkoneikkosarjan tarjouslaskentatyökaluksi, josta pyritäisiin kehittämään myyjää opastava ja tarjouslaskentaa nopeuttava työkalu. On myös keskusteltu koneikon myyntiä edistävän työkalun hankinnasta, josta on ryhdytty keskustelemaan ja kyseistä työkalua olisi mahdollista hyödyntää myös sylinterien myynnissä. Asiasta käydään neuvotteluja ja tutkitaan eri vaihtoehtoja, joiden pohjalta tullaan tekemään valinnat. Koko prosessin läpimenoaikaa tullaan jatkossa kehittämään huomattavasti, jotta onnistutaan toimimaan mahdollisimman tehokkaasti.

Neuvotteluissa on suunniteltu, että pidettäisiin kysely asiakkaiden tarpeiden selvittämiseksi. Kyselyssä selvitetään avainasiakkaiden tarvetta standardoiduille koneikoille sekä mahdollisia kehitysideoita. Asiakkaiden kehitysideoita noudattaen voidaan muokata asiakkaille räätälöityjä pienkoneikkoja. Asiakkaiden vastuumyyjät tekevät kyselyn asiakkaille.

9 YHTEENVETO

Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää Hydoring Oy:n pienkoneikkosarjan nykyinen tilanne ja kehityskohteet. Sarjan standardointi ja modulointi olivat keskeisiä asioita koneikon kehityksessä. Työn aikana ilmi tulleisiin ongelmakohtiin pyrittiin löytämään mahdollisimman yksinkertaisia ja nopeuttavia ratkaisuja. Pienkoneikkosarjan kehittäminen vaati komponenttien sekä rakenteen tutkimista.

Työ tehtiin perehtymällä aluksi olemassa olevaan pienkoneikkosarjaan. Koneikon valmistukseen liittyviä kokemuksia itseltäni löytyi jo ennestään, minkä vuoksi koneikon kehittäminen oli selkeämpää. Eri koneikkoluonnoksia vertailtaessa kirjattiin muistiin vaatimuksia, joiden perusteella valikoitiin potentiaaliset muutosratkaisut. Tarkemmat valinnat tehtiin ensimmäisen valmiin 3D-luonnoksen perusteella.

Työn tuloksena todettiin uuden pienkoneikkoversion olevan huomattavasti nopeammin ja edullisemmin valmistettavissa, sekä mahdollisille lisävarusteille jäi kannelle enemmän tilaa. Yhdeksi kehitysideaksi muodostui säiliömalliston totaalinen uudistaminen, joilla helpotettaisiin säiliöiden valmistusta. Hydoring Oy:n asiakkailta tiedustellaan heidän tarpeitaan, jonka pohjalta voimme kehittää säiliömallit asiakaslähtöiseen suuntaan.

Seuraavaksi uudistettu pienkoneikkosarja esitetään yrityksen johtoryhmälle, joka päättää sarjan käyttöönotosta. Hyväksytyn päätöksen jälkeen alkaa uuteen versioon valittujen komponenttien tilaus varastoon sekä teräsrakenteiden tilaus varastoon.

LÄHTEET

- Fonselius, J. 1988. Koneautomaatio hydrauliiikka. Helsinki: Valtion painatuskeskus
- Huhtamo Antti. 2017. Tuotantopäällikkö. Hydoring Oy. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Hydoring Oy. 2017. Yritysesittely
- Kauranne, H.; Kajaste, J. & Vilenius, M. 2008. Hydraulitekniiikka. Helsinki: WSOY
- Suominen Marko. 2017. Suunnittelupäällikkö. Hydoring Oy. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Raikko Janne. 2017. Myyntipäällikkö. Hydoring Oy. Henkilökohtainen tiedonanto.

Koeajopöytäkirja

HYDORING

PÖYTÄKIRJA

Hydraulkoneikon tai venttiiliryhmän tarkastus ja koekäyttö

Asiakkaan nimi Hydoring Oy	Kytkentäkaavion numero 3-43728
Tilauksen numero SO11516	Työn numero
Tarkastuksen kohde:	Tarkastaja: Huomautukset:
KOKOONPANO	
Rautarakenteet valmistettu ja käsitelty työkuvien mukaisesti.	<input checked="" type="checkbox"/>
Venttiililohkot koneistettu ja viimeistelty työkuvien mukaisesti.	
Asennus on asiallisesti ja siististi tehty sekä putket kunnollisesti tuettu.	<input checked="" type="checkbox"/>
Moottorin ja pumpun välinen kytkentä on tehty oikein.	<input checked="" type="checkbox"/>
Laitteen päämitat ovat piirustuksen mukaiset.	<input checked="" type="checkbox"/>
Säiliön sisäpuoli on pintakäsitelty ohjeiden mukaisesti sekä huolellisesti puhdistettu. Imu ja paluuputket ovat väliseinän eri puolilla ja normaali öljynpinnan alapuolella.	<input checked="" type="checkbox"/>
Pintakäsittely on ohjeen mukainen, komponenttien tyyppikilvet ovat maalaamatta.	<input checked="" type="checkbox"/>
Kytkentä ja komponenttien tyyppinumerot ovat kytkentäkaavion mukaiset.	<input checked="" type="checkbox"/>
Kokoonpanon suorittaja: Mika Laiho	<input checked="" type="checkbox"/>
KOEKÄYTTÖ	
Öljyllä täytetty säiliö on tiivis.	<input checked="" type="checkbox"/>
Luukun tiivisteet ja komponenttien muhvit sekä imuputki ovat tiiviit.	<input checked="" type="checkbox"/>
Pumppua on käytetty kaavion mukaisella paineella vähintään yksi tunti. Pumpun ääni on normaali eikä se kuumene liikaa. Venttiilit toimivat oikein eikä vuotoja esiinny.	<input checked="" type="checkbox"/>
Pumpun toimintapaine säädetty kaavion mukaisesti. Paineenrajoitusventtiili säädetty kaavion mukaan. Paineventtiilit ja virtaventtiilit sekä muut säädettävät venttiilit säädetty kaavion mukaan.	<input checked="" type="checkbox"/>
Painekytkimet ja termostaatit säädetty kaavion mukaan.	<input type="checkbox"/>
Sähkömoottorin nimellisvirta kaavionmukaisella työpaineella.	<input checked="" type="checkbox"/>
Suurin äänitaso 1m:n etäisyydellä ja 1,6 m:n korkeudella. Suunta merkitty piirustukseen.	<input type="checkbox"/>
Laitteen toiminta on todettu hyväksyttäväksi. Järjestelmä on huuhdeltu, säiliö tyhjennetty ja puhdistettu sisäpuolelta huolellisesti. Luukut on suljettu tiiviisti.	<input checked="" type="checkbox"/>
Huuhdeluöljyn puhtaustaso ISO 4406 mukaan.	<input checked="" type="checkbox"/>
LUOVUTUS	
Ulkopuolinen maalaus ja muu viimeistely on hyvin tehty. Komponentit ja lähdöt on merkitty kaavion mukaisesti.	<input checked="" type="checkbox"/>
Säädettävien komponenttien säätöarvot on merkitty komponentin yhteyteen ja säätö on merkitty maalilla.	<input checked="" type="checkbox"/>
Sähköistys on ohjeiden ja määräysten mukainen.	<input type="checkbox"/>
Sähkökaavion numero:	
Sähköistyksen suorittaja:	
Paineakun valmistenumero:	
Huomautukset:	
Koneikko / venttiiliryhmä hyväksytään luovutettavaksi.	
Päiväys 28.4.2017	Koeajon suoritti: Mika Laiho

Protokoneikon koeajo

