

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Merenkulun koulutusohjelma/ merenkulkualan insinööri

Aki Lindh

KESKIPAKOPUMPPUJEN HUOLTO LAIVAKÄYTÖSSÄ

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma

LINDH, AKI

Insinööri

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Maaliskuu 2012

Avainsanat

Keskipakopumppujen huolto laivakäytössä

31 sivua + 13 liitesivua

Lehtori Ari Helle

Kymi Technologies

laiva, keskipakopumppu, huolto, kunnossapito

Opinnäytetyö tehtiin Kymi Technologiesin hankkeistamana. Työn tarkoituksena on antaa tuleville opiskelijoille oppimateriaalia ja perustiedot aiheesta keskipakopumppujen huoltaminen laivakäytössä. Esitys on rajattu huollon pääkohteisiin ja siinä on keskitytty erityisesti selkeään esitystapaan. Kuvat kertovatkin tässä tapauksessa enemmän kuin tuhat sanaa.

Vaikkakin keskipakopumppujen huoltaminen on laivoilla monesti jätetty valmistajan edustajien tehtäväksi, on laivaväellä oltava myös perustiedot hallussa. Tässä opinnäytetyössä annetaan kaikki tarvittava perustieto keskipakopumppujen huollosta. Työn tekemisen aikana Eurooppa elää talouskriisissä, joten myös kustannuspuoleen otetaan hieman kantaa työssä.

Oman erikoistumisen lisäksi informaatiota on kerätty kirjoista, oppaista ja Internetistä. Keskipakopumppujen yleisyyden vuoksi tietoa on paljon, mutta se on ripoteltuna moniin paikkoihin. Tässä opinnäytetyössä kaikki olennainen tieto huoltamisesta on tiivistetty yhdeksi kokonaisuudeksi.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Maritime technology

LINDH, AKI

Maintenance of Centrifugal Pumps in Marine Use

Bachelor's Thesis

31 pages + 13 pages of appendices

Supervisor

Ari Helle, Lecturer

Commissioned by

Kymi Technologies

March 2012

Keywords

ship, centrifugal pump, overhaul, maintenance

This thesis was commissioned by Kymi technologies. The purpose of this thesis was to give to the future students basic knowledge for the maintenance of centrifugal pumps in marine use. Subject is limited to main points of the maintenance such as changing the impeller. There has been focused to clear delivery. In this thesis, the pictures show all the needed details for easier maintenance.

Although the maintenance of the pumps has been usually left to the manufacturers, it is important for the crew to have a basic knowledge. This thesis has all the needed knowledge for the maintenance of centrifugal pumps.

This thesis was written in time when Europe was in the economic crisis so the thesis also tells how to make the maintenance of the pumps cheaper and easier.

In addition to makers own knowledge, the data has been collected on books, guides and on the Internet. Because of the frequency of centrifugal pumps there is much data to be found but it is in many different places. In this thesis, all the relevant information is in one volume.

ALKUSANAT

Kiitos vanhemmat, ystävät, opettajat ja suuri esikuvani Daniel Heatley.

Kiitos Kymenlaakson ammattikorkeakoulu ja erityisesti Ari Helle.

Kotka 6.3.2012

Aki Lindh

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	7
	1.1 Työn aihe ja tavoite	7
	1.2 Tiedonhankinta	7
	1.3 Taustaa ja teoriaa	7
2	KULUT	9
	2.1 Laivaolosuhteet	9
	2.2 Kustannukset	10
	2.2.1 Pääomakustannukset	10
	2.2.2 Käyttö- ja kunnossapito kustannukset	11
	2.2.3 Käyttökeskeytyskustannukset	11
3	HUOLTO	12
	3.1 Ennakoiva huolto	12
	3.1.2 Huoltamiseen tarvittavat välineet	14
	3.2 Asennusvirhe	15
	3.3 Materiaalivalinta	17
	3.4 Korroosio ja kuluminen	18
	3.5 Akselin tiivistäminen	19
	3.5.1 Punostiivisteet	19
	3.5.2 Liukurengastiivisteet	21
	3.5.3 Huollon jälkeen	24
	3.6 Laakerit	25
	3.6.1 Laakerien vaihto	26
	3.6.2 Laakeroinnin kokoonpano	27
	3.7 Juoksupyörä	28

4 MAHDOLLISET PARANNUKSET	28
5 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30
LIITTEET	32
Liite 1. Sulzer, –Käyttö	32

1 JOHDANTO

1.1 Työn aihe ja tavoite

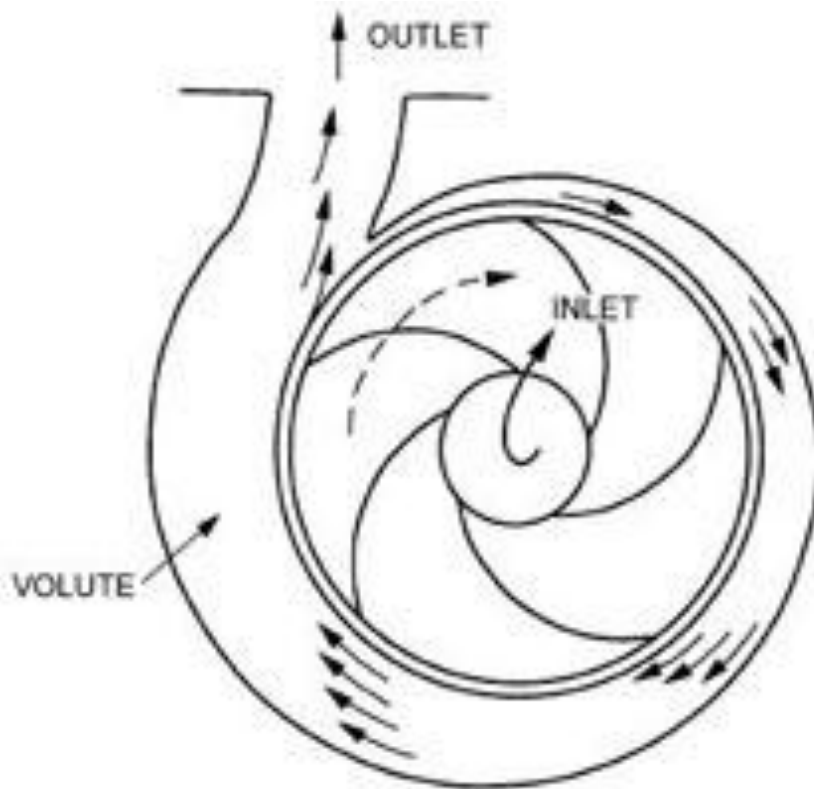
Tässä insinööriyössä perehdytään keskipakopumppuihin ja niiden huoltamiseen laivakäytössä. Esityksessä käydään läpi, mitä säännöllisellä keskipakopumppujen huollolla saavutetaan, mitkä seikat ovat johtaneet huollon tarpeeseen ja mitkä ovat ratkaistut näihin huoltoon johtaviin ongelmiin. Tavoitteena on ilmaista asiat selkeästi ja luoda hyvää opetusmateriaalia myöhempään käyttöön. Pysin myös havainnollistamaan mahdollisimman paljon asioita kuvien avulla. Selkeys on kuitenkin avainasia tässä esityksessä.

1.2 Tiedonhankinta

Aloin perehtyä asiaan vuoden 2011 loppupuolella. Keräsin tietoutta kirjoista, Internetistä, kyselin asiantuntijoilta näkemyksiä ja lisäksi sisäistin asioita omien kokemusteni perusteella. Alkuvuoden 2012 aikana kokosin saamani informaation, oman tietouden sekä valokuvat yhdeksi kattavaksi kokonaisuudeksi. Lisäksi sain Sulzerilta apua juuri, kun sitä tarvittiin.

1.3 Taustaa ja teoriaa

Pumppu on mekaaninen laite, joka on tarkoitettu siirtämään väliaineita. Periaatteena on muuttaa väliaineelle annettu liike-energia paine-energiaksi. Pumpatessa syntyy myös häviöitä, joista mainittakoon vuotohäviöt, kitkahäviöt ja sysäyshäviöt. Keskipakopumppu on tärkein hydrodynaaminen pumpputyyppeistä. Sen pääosat ovat pesä, juoksupyörä (impelleri) ja juoksupyörässä olevat siivet. Juoksupyörää pyöritetään akselin välityksellä, yleensä voimanlähteenä toimii sähkömoottori. Juoksupyörän pyöriessä syntyy pesän kehälle keskipakovoima, joka siis nostaa nesteen painetta. Samanaikaisesti juoksupyörän keskustaan virtaa uutta nestettä imupuolella vallitsevan paineen ansiosta. Näin saadaan aikaiseksi jatkuva virtaus.



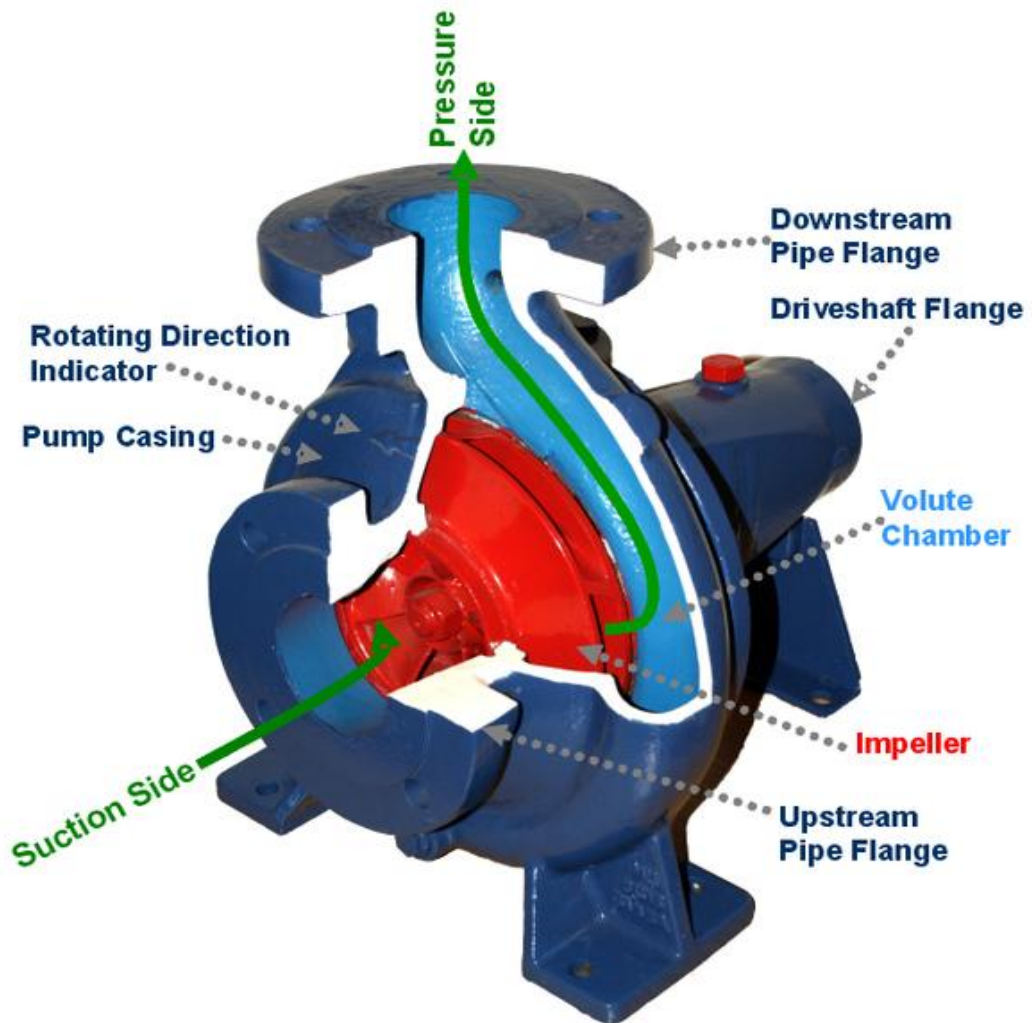
Kuva 1. Paineen muodostuminen pumpun pesässä. (1)

Pumpun nostokorkeus voidaan laskea Bernoullin yhtälöllä:

$$H = Z + \frac{P_p - P_i}{\rho g} + \frac{V_p^2 - V_i^2}{2g}$$

Tässä yhtälössä Z on Pumpun yhteydessä olevien painemittarien sijaintiero korkeussuunnassa. P_p ja P_i tarkoittavat nesteen painetta paine- ja imulaipoissa. V_p ja V_i ovat virtausnopeudet paine- ja imupuolella. ρ on nesteen tiheys. (2)

Ensimmäinen keskipakopumppua muistuttava laite oli tietävästi mudannostokone, jonka kehitti vuonna 1475 italialainen insinööri Francesco di Giorgio Martini. Ensimmäiset kunnolliset keskipakopumput kehitti kuitenkin Denis Papin 1600-luvun lopussa. (3)



Kuva 2. Keskipakopumpun rakenne. (3)

2 KULUT

2.1 Laivaolosuhteet

Laivaolosuhteissa käytettäviltä pumpuilta vaaditaan erityisen hyvää toimintavarmuutta. Luokituslaitosten sääntöjen mukaan tulee kriittiset pumput kahdentaa, esim. palopumput. Myös pumpuissa käytettävistä materiaaleista on olemassa tiukat määräykset. Niiden tulee ainaisen tärinän lisäksi kestää iskumaisia kuormituksia, eivätkä ne saa olla hauraita. Korroosion ja eroosion sietokyky ovat myös erittäin tärkeitä ominaisuuksia näissä kovissa olosuhteissa. Säännöllisen huollon merkitys korostuu erityisesti näissä olosuhteissa. Sillä saavutetaan turvallisuuden ohella myös tehokkuutta ja vähennetään kalliita ”isoja huoltoja”.

Materiaalien kestävyuden ohella on vähintäänkin yhtä tärkeää valita pumppuyksiköille huollettavuuden ja korjattavuuden kannalta hyvä paikka. Laivoissa käytetään usein sähkömoottorin ja keskipakopumpun välissä nk. avointa tukirunkoa, joka mahdollistaa kytkimen huollon ilman moottorin nostelua. Pumpun pesän suojana on tällöin ruuvattava kansi. (2)

2.2 Kustannukset

Teknisen laitteen, tässä tapauksessa keskipakopumpun, elinikäiset kustannukset muodostuvat seuraavista asioista:

- pääomakustannukset
- käyttökustannukset
- kunnossapitokustannukset
- käyttökeskeytyskustannukset.

2.2.1 Pääomakustannukset

Pääomakustannuksilla tarkoitetaan suunnittelu-, hankinta-, asennus- ja käyttöönotto-kustannuksia. Tässä vaiheessa pyritään huomioimaan kaikki myöhemmin vastaan tulevat epäkohdat. Pääomakustannuksilla on siis erittäin ratkaiseva merkitys myös myöhempiin käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin. Oikeanlaisella suunnittelulla säästetään todella merkittäviä summia. Suunnitteluvaiheessa selvitetään mitoitusarvoiltaan oikeanlaiset pumput ja harkitaan tarkoin pumpulle mahdollisimman hyvä asennuspaikka. Asennus tehdään oikeaoppisesti suurta huolellisuutta noudattaen. Käyttöönottokustannuksiin sisällytetään vaadittava tarkastukset ja koeajot. Mitä aikaisemmin siis huomataan käytön ja kunnossapidon kustannukset, sitä pienemmäksi kokonaiskustannukset muodostuvat. On sanottukin muutostöiden hintasuhteen menevän kaavalla 1:10:100, jossa verrataan muutostöiden hintaa suunnitteluvaiheessa, asennusvaiheessa ja käyttöönoton jälkeen. (4)

2.2.2 Käyttö- ja kunnossapitokustannukset

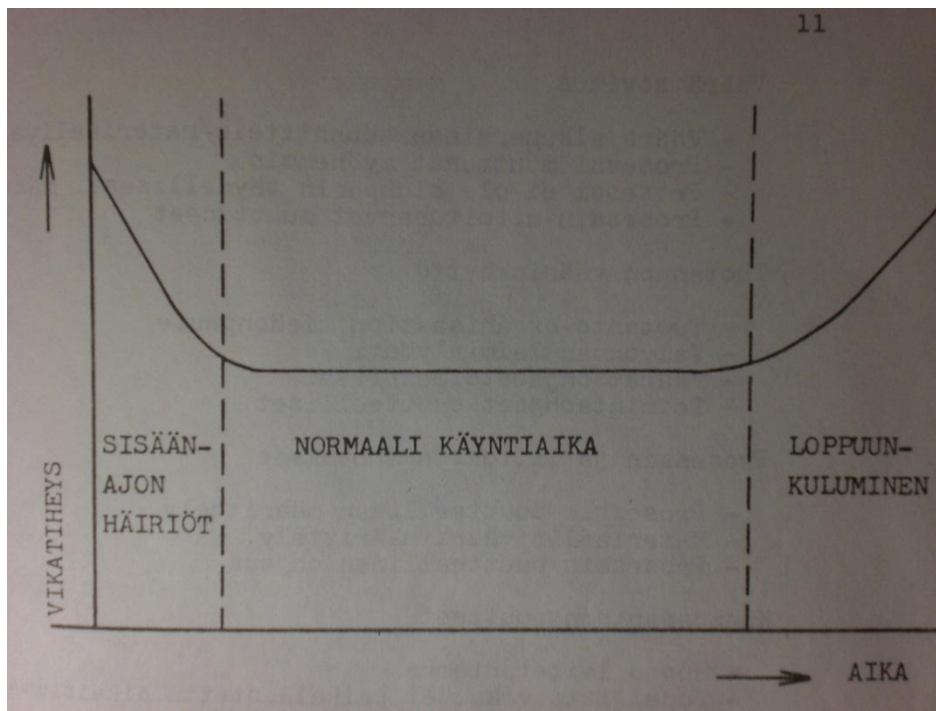
Laivoilla käyttökustannuksiin liitetään suoranaisesti vain työntekijäin palkat. Tarvemmin ajatellen myös sähkömoottorin käyttämiseen vaadittava energia sisällytetään näihin kustannuksiin.

Luokittelen kunnossapitokustannuksiksi työntekijöiden palkat, huoltotarvikkeet ja varaosat. Oletetaan pumpun käyttöiäksi 15 vuotta. Tähän 15 vuoteen mahtuu myös paljon kunnossapitokustannuksia. Ne siis ostetaan ikään kuin laitteen mukana. Mikäli halutaan parantaa laitteen käyttövarmuutta, onnistuu se tässä vaiheessa parhaiten hyvällä kunnossapitovarmuudella. Säännöllinen huolto ja pätevät huoltajat parantavat siis toimintavarmuutta ja vähentävät pumpun seisonta-aikaa. Pitkät huoltoajat kertovatkin yleensä ennakoivan huollon epäonnistumisesta.

Pumpun toimintaa on helppo valvoa. Se onnistuu kuuntelemalla, katselemalla tai koetelemalla. Epämääräiset tärinät, lämpötilan heittelyt tai vaikkapa paineen heittelyt kertovat vioista. Näihin ongelmiin on nykyään myös modernit mittauslaitteet, esim. tärinänmittauslaite. (4)

2.2.3 Käyttökeskeytyskustannukset

Mekaanisissa laitteissa, kuten pumpuissa, esiintyy koko niiden elinkaaren ajan kunnossapidon tarvetta. Kun tulee tarve purkaa tai vaihtaa laitteen osia, joudutaan laitteen käyttö keskeyttämään. Nämä huollot voidaan järjestää ennalta sovittujen telakointien yhteydessä, jolloin kulut minimoidaan. Prosessiteollisuudessa yksi seisokki on kalliimpi kuin itse pumppu.



Kuva 3. Keskipakopumpun elinkaari.(4)

3 HUOLTO

3.1 Ennakoiva huolto

Ennakoivalla huollolla pyritään pidentämään pumppujen käyttöikä. Säännöllisellä ennakoivan huollon ohjelman noudattamisella säästetään myös varaosakuluissa, vähennetään seisokkeja ja lyhennetään niiden pituuksia. Noudattamalla pumpun valmistajien laatimia ennakkohuolto-ohjelmia saavutetaan laitteille parempi toimintavarmuus. Laivoilla vallitsevat kuumuus ja värinä tekevät ennakkohuoltoväleistä hieman tiheämpiä kuin ns. normaaliolosuhteissa.

Perinteisiä ennakkohuoltokohteita ovat mm seuraavat:

- värinän ja lämpötilan mittaukset
- laakerien säännöllinen rasvaus
- tehon seuranta
- pinnallinen pesu
- akselitiivisteiden seuranta

- korroosio- ja kulumistarkastukset
- mahdollisten vuotojen etsintä

Taulukossa 1 on lueteltu muutamia pumpun toiminnan tarkkailuun tarkoitettuja mittalaitteita.

Taulukko 1. Mittauslaitteet. (5)

Kiinteät	Kannettavat
<ul style="list-style-type: none"> - painemittarit ja -osoittimet - virtausmittarit - ampeerimittarit, volttimittarit, tehomittarit - pyörimisnopeusosoittimet -lämpötilaosoittimet - tärinäanturit 	<ul style="list-style-type: none"> - tärinänmittauslaitteet - pyörimisnopeusmittarit - lämpömittarit - melumittarit - ultraäänimittauslaitteet
<p>Myös mittauslaitteissa voi esiintyä virheitä, joten nekin vaativat asianmukaista tarkkailua.</p>	

3.1.2 Huoltamiseen tarvittavat välineet

Pienikin virhe esim. asennusvaiheessa voi johtaa myöhemmässä vaiheessa kalliisiin huoltotoimenpiteisiin. Laivojen pumppuasennuksissa on noudatettava erityistä huolellisuutta raakojen olosuhteiden vuoksi. Huoltaminen ei kuitenkaan ole rakettitiedettä ja siinä käytettävät apuvälineet ja työkalut ovat melko arkisia. Valmistajien ohjeita noudattamalla selviää pitkälle.

Yleisimpiä pumpun huollossa tarvittavia työkaluja ovat:

- lenkkiavaimet
- saippua
- ruuvitaltta
- momenttiavain
- kuusioavaimet
- kuusiokolosarja
- viivain
- mittakello
- rakotulkki
- laakerien kuumennuslaite
- puhdistusaine
- rasva
- nostotyökalu
- haka-avain
- ulosvetotyökalut
- akselinlinjauslaite
- pehmeäpäinen vasara
- puutapit
- työntömitta



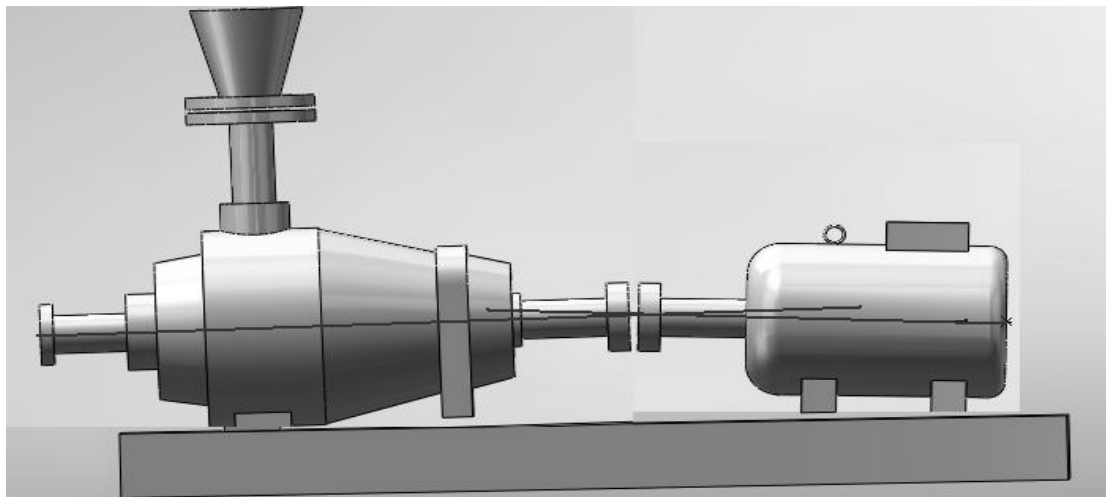
Kuva 4. Akselin linjauslaite.(6)

3.2 Asennusvirhe

Toimiakseen moitteettomasti pumpun täytyy olla oikein valittu, oikeanlaisesti ja oikeaan paikkaan asennettu, myös pumpun huoltamisen tulee olla järjestetty mahdollisimman helpoksi. Pumpun sijoituspaikan on oltava kuiva ja jäätymätön. Lisäksi on huolehdittava siitä, että pumpun käyttömoottori saa tarpeeksi jäähdytystä, eli ilmaa.

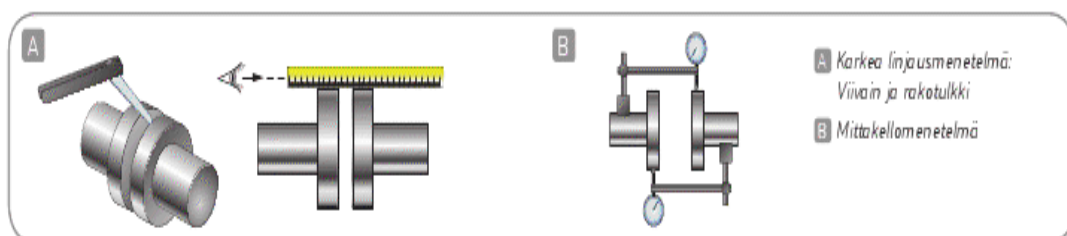
On kaksi tapaa asentaa pumppuyksikkö: Joko asennetaan pumpun perustus kiinteästi laivan runkoon tai käytetään värinänvaimennuskumeilla varustettua suurta irtoperustusta. Perustan tarkoitus on säilyttää pumpun suuntaus ja vähentää värinää.

Yleisin yksittäinen pumppuyksikön asennusvirhe on epäonnistunut kytkimen linjaus. Se lyhentää lähinnä akselin laakerien käyttöikä. Siksi kytkin on linjattava oikein tarvittavia apuvälineitä käyttäen. Kytkimen linjauksessa on aina noudatettava valmistajan antamia toleransseja.



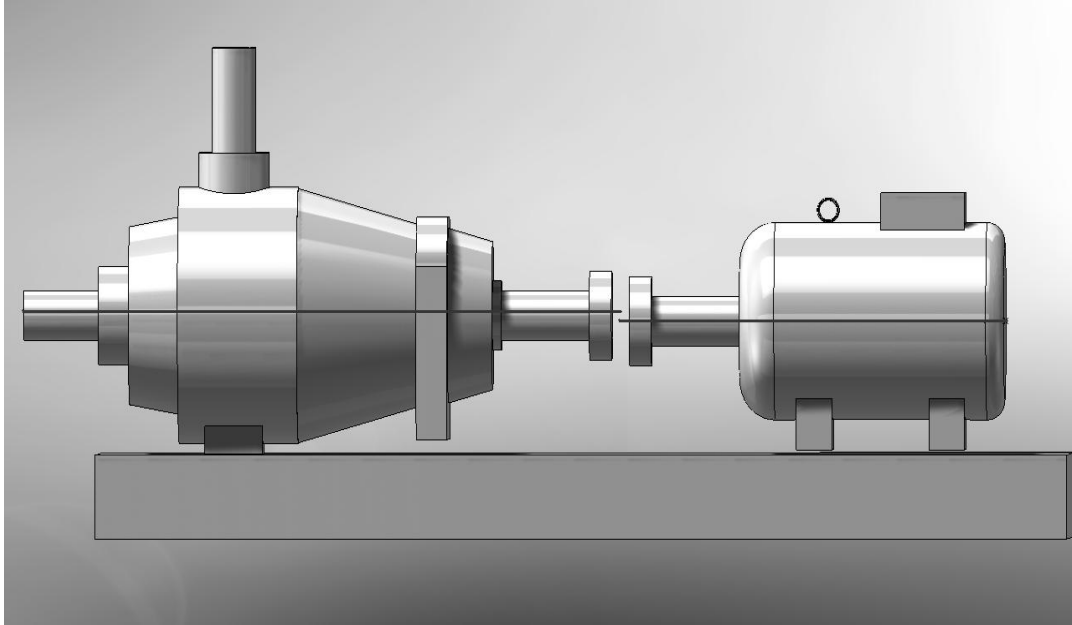
Kuva 5. Kulmavirhe pumpun ja moottorin akselien suhteen.(6)

Kuvan 5 esittämä kulmavirhe on helppo tarkastaa rakotulkkia tai mittakelloa apuna käyttäen. Rakotulkilla mittaus onnistuu helposti mittaamalla välitys kytkinpuolikkaiden joka puolelta. Myös mittakelloa voidaan käyttää hyväksi kyseiseen mittaukseen kuvan 6 mukaisesti. Sähkömoottorin alle sijoitettavilla metallilevyillä voidaan säätää akselit yhdensuuntaisiksi. (6)



Kuva 6. Kytkimen linjausmenetelmät.(6)

Kuvan 7 tapainen epäkeskeisyys voidaan todeta helpoimmin viivainta apuna käyttäen. Tarkempaa tulosta haluttaessa tulee käyttää mittakelloa tai modernia akselinlinjauslaitetta.



Kuva 7. Akselien epäkeskisyysvirhe.(6)

3.3 Materiaalivalinta

Monet laivojen pumput ovat tiiviisti tekemisissä meriveden kanssa. Seuraavassa tarkastellaan hieman meriveden speksejä:

Meriveden suolojen prosenttiosuudet: kloridi (Cl⁻) 55,2%, natrium (Na⁺) 30,4%, sulfaatti (SO₄⁻) 7,7%, magnesium (Mg⁺⁺) 3,7%, kalsium (Ca⁺⁺) 1,16%, kalium (K⁺) 1,04%, bromidi (Br⁻) 0,19%, boorihappo (H₃BO₃) 0,07%, vetykarbonaatti- ja karbonaatti-ionit (HCO₄⁻, CO₃⁻)~0,35%, muut 0,02-0,03%. (7)

Oikealla materiaalivalinnalla voidaan vaikuttaa huolto- ja varaosatarpeeseen. Oikeaa materiaalia pumpulle valittaessa tulee huomioida niin monia asioita, että yksittäistä kaavaa valintaan on mahdotonta sanoa. Valinnassa tulee huomioida mm. seuraavat seikat:

- pumpattavan nesteen pH (merivesi 7,5 – 8,3) (5)
- korroosion lähde
- epäpuhtaudet

- nesteen lämpö
- viskositeetti
- pumpun käyttötarkoitus
- vaadittava pumpun kestoikä
- muiden kokemukset toimivuudesta
- putkien materiaali
- ilmapitoisuus.

Oikeiden materiaalien löytäminen vaatii siis asiaan perehtymistä ja kokemusta pumpuista. Keskipakopumpuissa käytetään hyvin yleisesti seuraavia materiaaleja:

Teräkset:

- ruostumattomat teräkset
- haponkestävät
- seostumaton valuteräs
- pronssit
- lyijyt
- nikkelseokset
- titaani

Valuraudat:

- pallografiittivalurauta
- suomugrafiittivalurauta
- seostetut valuraudat

Epämetallit:

- kumi
- muovi
- keraamit (3)

3.4 Korroosio ja kuluminen

Korroosio on välttämätön paha, kun ollaan tekemisissä metallien kanssa. Korroosio aiheuttaa vuotoja ja osien kulumista esim. pesän ja juosupyörän välillä, mikä taas joh-

taa tehon laskemiseen. Pesän kunnan tarkkailussa visuaalinen tarkastelu onkin paras tapa selvittää sen tilaa ja korrosoitumista. Metallien syöpymistä yritetäänkin estää käyttämällä pumpuissa epämetalleja. Pumppuja pinnoitetaan myös erilaisilla muoveilla ja lasikuidulla, jotta käyttöikä piteneisi. On kannattavaa valita jo suunnitteluvaiheessa oikeantyyppinen pumppu, jossa on syöpymistä kestävä materiaali. (3)

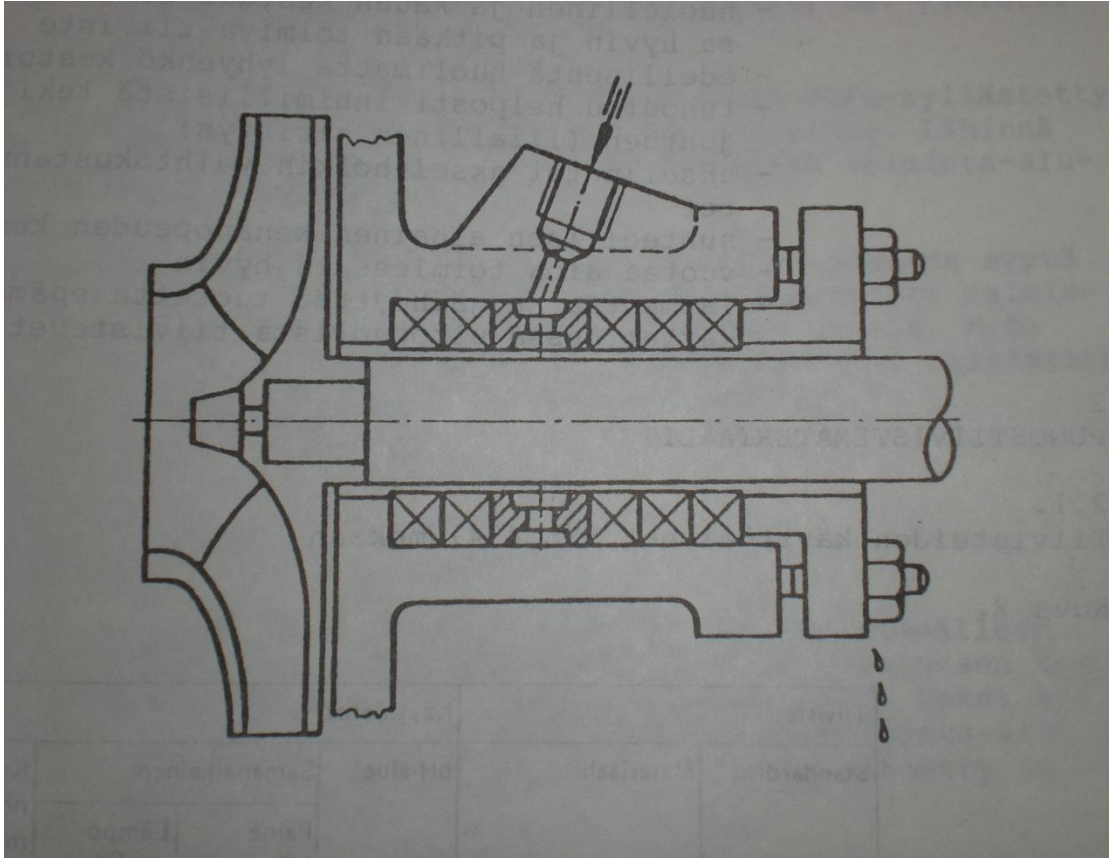
Kulumista esiintyy enemmän tai vähemmän pumpun käyttötarkoituksesta riippuen. Kulumista aiheuttavat nk. hiovat partikkelit. Näitä esiintyy esim. hiekassa tai kalkkihiekassa. Merivedessä nämä partikkelit eivät ole yleisiä. Pumppujen varsinainen kuluminen on siis vähäistä. Kuluvista osista mainittakoon akselin tiivisteet ja mekaanisen kulumisen osalta laakerit. (3)

3.5 Akselin tiivistäminen

Omasta kokemuksesta voin sanoa, että kun sähkömoottorilta tuleva akseli läpäisee pumpun pesän kannen, syntyy ongelmatilanne, jossa tämä akselin läpivientikohta on pystyttävä tiivistämään. Tiivisteiden tulee estää pumpattavan aineen ulospääsy pesästä. Tämä on melko yleinen ongelma pumppujen käytössä. Pieni vuoto on sallittu ja jopa suotavaa voitelun ja jäähtymisen kannalta, mutta vuodon kasvaessa joudutaan pumpun käyttö keskeyttämään. Tämä johtuu siitä, että tiivisteiden löystyessä liikaa vuoto käydyä liian suureksi tai pumppu imaista sisäänsä ilmaa mikä on varmin tapa saada aikaan toimintahäiriöitä ja rikkoutumisia.

3.5.1 Punostiivisteet

Yksinkertaisin muoto akselin ja pumpun kannen välisestä tiivistämisestä ovat punostiivisteet. Punos- eli ns. poksitiiviste sijoitetaan akselin ympärille. 2-5 punostiivistettä leikataan nauhasta oikeanpituisiksi ja sijoitetaan vierekkäin tiivisteiden ja akselin väliin. Renkaita tulee aina kääntää 90 astetta verrattuna edelliseen, jolloin saumakohtat eivät tule vierekkäin. Kun renkaat on saatu paikoilleen, kiristetään ne vielä ns. kiristysolkilla. Poksitiivisteillä tiivistetyn akselin tulee aina vuotaa hieman; sillä aikaan saadaan tarvittava voitelu ja jäähtymys. Jäähtyttävän nesteiden tulee olla kuitenkin suhteellisen puhdasta, sillä muuten punostiivisteet kuluvat hetkessä käyttökelvottomiksi. Punostiivisteitä on monentyyppisiä eri käyttötarkoitusten mukaan.



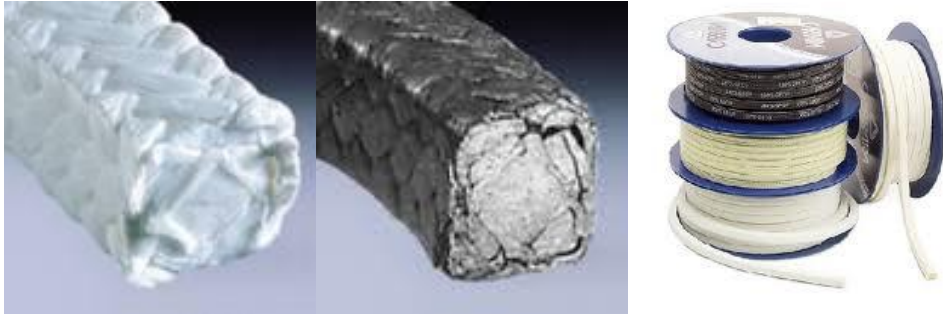
Kuva 8. Punostiivisteet, jäähdytysratkaisu ja kiristyslaippa. (3)

Punostiivisteiden plussat:

- asennus ja vaihtaminen vaivatonta
- edullinen
- helppo säätää
- ei äkillistä hajoamista
- hyvä saatavuus

Miinukset:

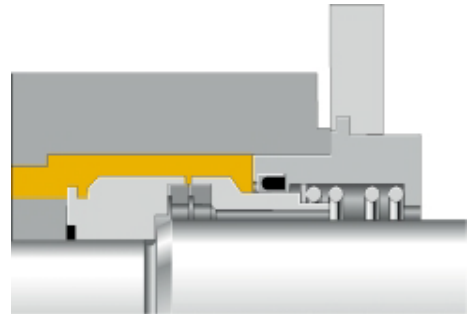
- menee helposti käyttökelvottomaksi (liiallinen kiristys)
- vuotaa aina
- lyhyehkö käyttöikä
- jatkuva tarve huoltoon



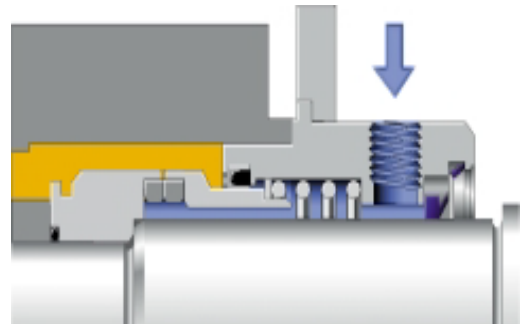
Kuva 9. Punostiivisteitä. (8)

3.5.2 Liukurengastiivisteet

Laivoissa on nykyään käytössä mekaaniset eli liukurengastiivisteet. Ne sijaitsevat pumpun pesän puolella, jossa pumpattava neste myös jäädyttää niitä. Mekaaninen tiiviste koostuu kahdesta renkaasta, joista toinen on paikallaan ja toinen pyörii akselin mukana. Jousi painaa keraamista tai ruostumattomasta teräksestä olevaa pyörivää renkasta kiinteää teflon- tai grafiittirengasta vasten. Tämä eliminoi vuodon. Tiivisteiden jäädyttämiseen voidaan lisäksi ohjata pieni virtaus pumpun painepuolelta.



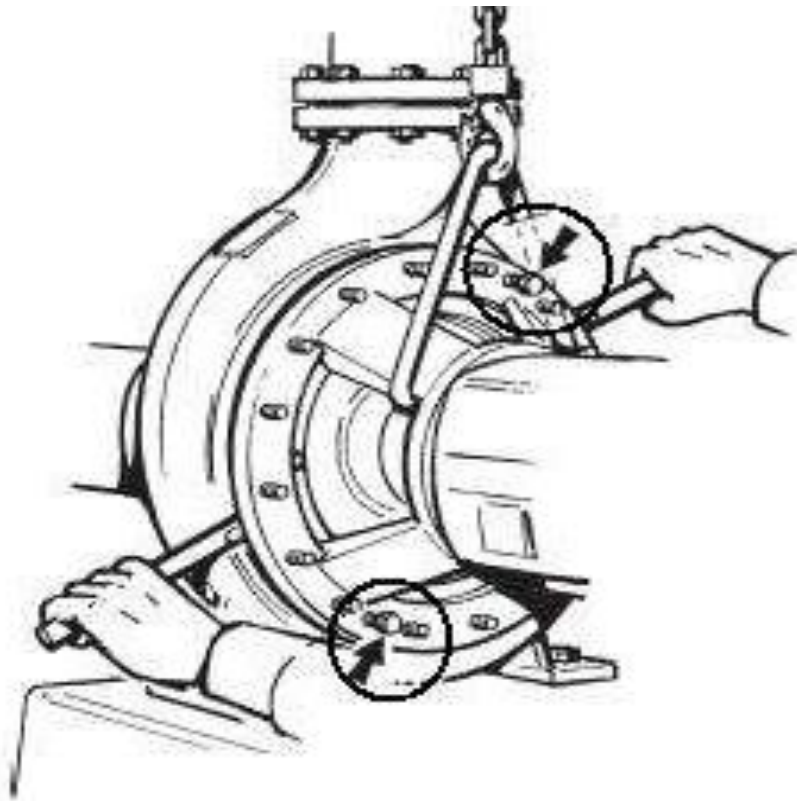
Kuva 10. Mekaaninen akselitiiviste. (9)



Kuva 11. Mekaaninen akselitiiviste jäädytyksellä. (9)

Akselitiivisteiden paikka voi hieman vaihdella keskipakopumpun koon mukaan, yleensä tiiviste sijaitsee kuitenkin heti juoksupyörän takana. Kuten arvata saattaa, mekaanisen tiivisteiden vaihto ja kunnan tarkastus vaativat enemmän työtä kuin punostiivisteiden. Ensin on irrotettava juoksupyörä.

Imu- ja painepuolen venttiilit on aina suljettava ennen seuraavaa prosessia. Myös pumpun pesä pitää tyhjentää vedestä, mikä onnistuu pesän alapuolella olevasta tyhjennysruuvista. Juoksupyörän irrotus on melko vaativa prosessi, ensin on otettava koko pumpu irti jalustastaan. Kun tämä on tehty, irrotetaan kytkin, jolloin saadaan lisää tilaa työskentelyyn. Pumppuyksikkö on taljattava ilmaan työskentelyn onnistumiseksi (Kuva 12). Pumppausyksikön irrotus pesästä voi alkaa. Pumpun pesän kannessa olevat pultit tai mutterit aukaistaan ja ns. ulosvetoreikiä hyväksi käyttäen yksikkö saadaan irrotettua pesästä. Ulosvetoreikiin siis pyöritetään pultit, jolloin yksikkö irtoaa, (Kuva 12). Juoksupyörä on akselissa kiinni kiilalla sekä akselin päässä olevalla kuusiokolo-ruuvilla.

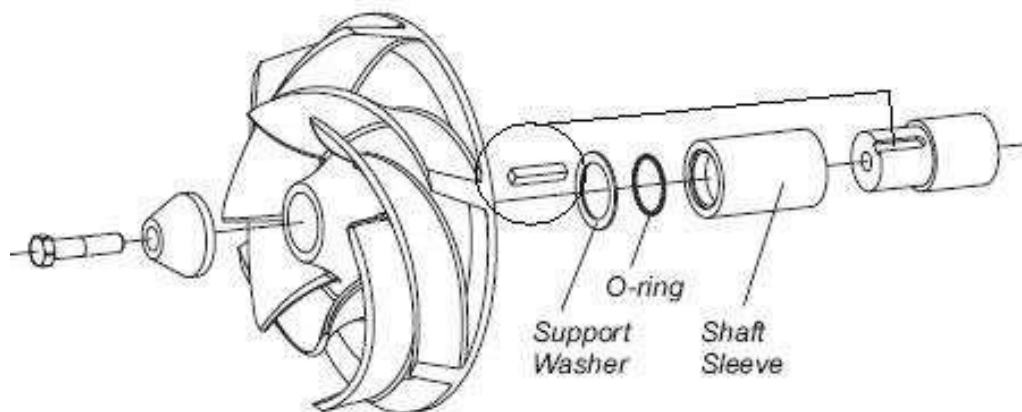


Kuva 12. Pumppuyksikön irrotus pesästä, ulosvetokohdat ympyröityinä. (10)

Kun akselin päässä oleva kuusiokoloruuvi on irrotettu, voidaan juoksupyörä kammata irti akselistä. Juoksupyörän irrotuksessa ei saa missään tapauksessa käyttää mitään metallista, sillä pienikin vaurio voi pilata juoksupyörän. Esim. puutapit ovat oiva apuväline. Estä akselin läpipyöräminen kytkimen puoleisesta päädyistä. aseta palikat juoksupyörän siipisoliin ja pyöritä vastapäivään.

Näin päästään käsiksi mekaaniseen tiivisteeseen. Tiivisteeseen voi kammata akselistä irti vaikkapa ruuvimeisseliä apuna käyttäen. Kannattaa samalla tarkastaa myös juoksupyörän ja pumpun pesän kunto ja mahdollinen huollon tarve. Jos juoksupyörässä on havaittavissa kulumia tai kavitaation jälkiä, on se vaihdettava uuteen. Muulloin voi vanhaa juoksupyörää käyttää uudelleen. (10)

Aina kun juoksupyörä irrotetaan, tulee akseli sekä juoksupyörä puhdistaa. Myös orenkaat ja pumpun pesän juoksupyörän molemmiin puolin olevat kulumisrenkaat tulee aina vaihtaa uusiin. (Kuva 13.) Pumpua koottaessa tulee aina noudattaa valmistajan antamia ohjeita.



Kuva 13. Juoksupyörän kiinnitys. (10)

liukurengastiivisteiden plussat:

- taloudellisin ratkaisu pitkällä aikavälillä
- kuluttaa pumpun tehoa vähemmän kuin punostiiviste
- soveltuu vaativiin olosuhteisiin
- kulutuskestävyys

Minukset:

- kunnan tarkastus ja huolto vaativampaa kuin punostiivisteessä

3.5.3 Huollon jälkeen

Aina kun keskipakopumpulle suoritetaan korjauksia, on huomioitava muutamia asioita. Ohessa on Sulzerin ohjeet:

Oleelliset turvatekijät

Käyttö- ja huoltohenkilöstölle on selvitettävä seuraavat turvallisuustekijät ennen kuin tuote otetaan käyttöön.

-Tuote on tarkoitettu vain siihen käyttötarkoitukseen mihin se on myyty älä käytä sitä muihin käyttötarkoituksiin.

- Pysäytä käyttölaite aina ennen kuin tuotetta aletaan korjata. Varmista, että moottori ei voi käynnistyä missään tapauksessa korjausten aikana.

-Pumpun laakeripesä on tyhjennetty öljystä ennen toimitusta. Muista täyttää laakeripesä öljyllä ennen käynnistystä.

-Henkilövahingot ovat mahdollisia, ellei tuotteen huollon ja korjauksien yhteydessä käytetä henkilökohtaisia suojavälineitä.

-Tuote on aina varustettava pumpattavalle nesteelle soveltuvalla akselitiivistyksellä.

-Vaarallisia aineita pumpaavat pumput on puhdistettava huolellisesti ennen huolto- ja korjaustoimenpiteitä.

-Jos on mahdollista, että pumpun tai putkiston sisällä on räjähtävää kaasua tai höyryä, on putkisto ja pumppu tuuletettava huolellisesti ennen pumpun korjausta.

-Jos on mahdollista, että pumpun ympärillä on räjähtävää kaasua tai höyryä, on pumpun ympäristö tuuletettava huolellisesti ennen pumpun korjausta.

-Pumppua purettaessa ei saa käyttää ulkopuolista lämpöä, koska pumpun sisälle jäänyt neste, kaasu, höyry tai niiden yhdistelmä voi räjähtää.

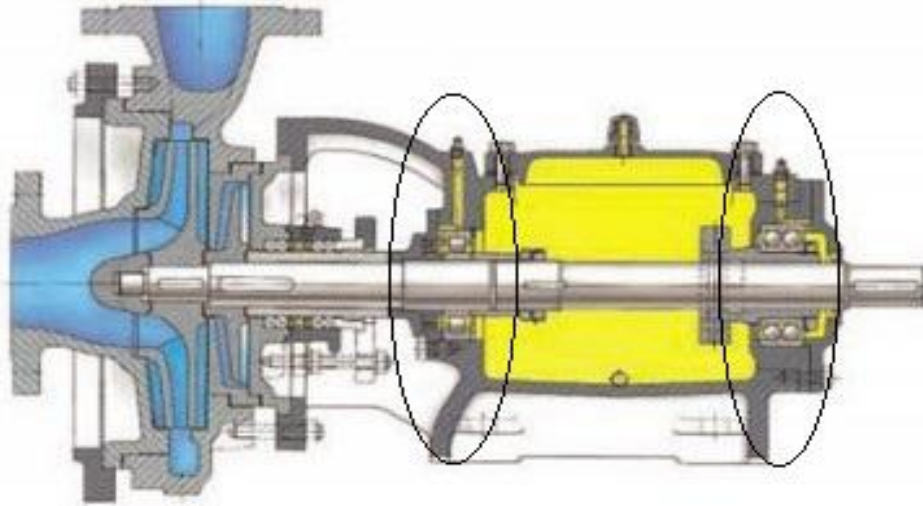
-Jos pumppuun voi päästä vaarallinen paluuvirtaus pumpun pysähtyttyä, poistoputkistoon on asennettava takaiskuventtiili.

- Kaikkien turvavarusteiden (esim. kytkinsuojien) on oltava asianmukaisesti paikoillaan ennen käynnistystä. Jos käyttöpaikalla on räjähdysvaara, on käytettävä kipinöimättömästä materiaalista tehtyjä suojia.
- Tarkasta moottorin oikea pyörimissuunta ennen käynnistystä ja tarkasta myös, että pumppu pääsee pyörimään vapaasti (tarkasta tämä kytkimen välipalan ollessa irrotettuna).
- Kytkimen täytyy olla oikein suunnattu ennen käynnistystä.
- Pumpun on oltava tarpeeksi täynnä pumpattavaa nestettä ennen käynnistystä (poikkeuksena R- ja S-rakenteet).
- Pumpun on käytävä suositellun minimitalavuusvirtansa yläpuolella. Pumppua ei saa käyttää kuivana (poikkeuksena R- ja S-rakenteet).
- Imuventtiilin on oltava auki käynnin aikana.
- Haitallisia tai vaarallisia aineita voi päästä ympäristöön, huolehdi jätteaineista asianmukaisella tavalla.
- Varo pyörivää akselia akselitiivisteiden kohdalla.
- Pumpattavan nesteen kanssa kosketuksissa olevat osat voivat olla vaarallisen kuumia.

(12)

3.6 Laakerit

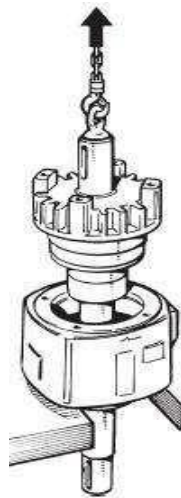
Keskipakopumpuissa on kolme pääasiallista huoltoa vaativaa kohdetta: akselitiiviste, juoksupyörä ja laakerit. Laakerit ovat oikein huollettuina pitkäikäisiä. Ne ovat myös suhteellisen halpoja. Laakerien liian nopea kuluminen selittyy yleensä väärällä akselin linjauksella. Laakerien huolto perustuu täysin niiden oikeanlaiseen ja säännölliseen voiteluun. Laakerien voitelu on järjestetty kahdella eri tavalla. Joissakin pumpuissa on rasvanipat, joiden kautta laakerivoitelu onnistuu. Toisissa malleissa on laakeripesässä voiteluöljysäiliö ja ulkopuolinen peilauslinssi. Öljyä tulee olla minimissään laakerien alaosaan saakka, jolloin pyörivä laakeri saa tarvittavan voitelun.



Kuva 14. Pumpun laakerointi. Lieriörullalaakeri ja 2 kpl viistokuulalaakereita.(11)

3.5.1 Laakerien vaihto

Laakereita vaihdettaessa tulee pumpun kaikki laakerit vaihtaa aina samalla kertaa. Alkuvalmistelujen jälkeen puretaan koko pumppu. Kun päästään kiinni laakeripesään, kiinnitetään laakeripesä tukevasti vaikkapa ruuvipenkkiin. Tämän jälkeen voidaan irrottaa kytkimen puolikas ulosvetäjällä. Laakeripesän kannen ruuvit irrotetaan ja sitten lyödään akselin pumpun puoleiseen päähän pehmeäpäisellä vasaralla. Sen jälkeen vedetään akseli pois laakeripesästä. Laakerit irrotetaan akselilta ulosvetäjän tai vasaran ja tuurnan avulla. Joissain tapauksissa laakerit voidaan irrottaa myös mekaanisesti hydraulisen prässin avulla.

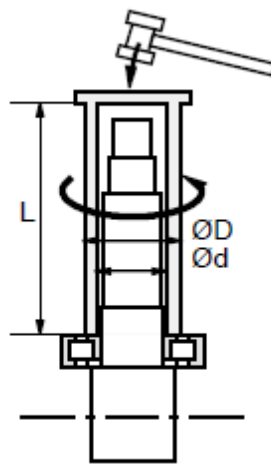


Kuva 15. Akselin ulosveto laakeripesästä.(10)

3.5.2 Laakeroinnin kokoonpano

Ennen kokoamista tarkistetaan akselin kunto ja puhdistetaan akseli huolellisesti. Kiinnittäessä akselia ruuvipenkkiin tulee aina käyttää pehmeitä välilevyjä, jottei akseliin synny minkäänlaisia jälkiä. Ensin kiinnitetään juoksupyörän puoleinen pää ylöspäin.

Lieriörullalaakeri lämmitetään valmistajasta riippuen n. 90 - 100 °C:seen ja asetetaan paikoilleen. Tämän jälkeen annetaan laakerin jäähtyä. Kun laakeri on jäähtynyt, naputetaan sitä keskiosasta tiukasti olaketta vasten. Tässä käytetään apuna putkituurnaa.



Kuva 16. Putkituurnan käyttö laakerien asennuksessa.(12)

Seuraavaksi akseli käännetään ja asetetaan ruuvipenkkiin kytkimen puoli ylöspäin. Viistokuulalaakerit lämmitetään 90 - 100 °C:seen ja asennetaan paikoilleen. Joillakin valmistajilla on tiukat ohjeet, missä järjestyksessä ja miten päin viistokuulalaakerit asennetaan, joten näitä ohjeita tulee aina noudattaa.

Laakeripesä kiinnitetään vuorostaan ruuvipenkkiin. Nyt akseli voidaan laskea rauhallisesti laakeripesään. Mikäli haluaa helpottaa tätä vaihetta, voi laakeripesää lämmittää kevyesti, (max 80 °C). Tämän jälkeen kiristetään laakeripesän kannen ruuvit paikoilleen. (12)

3.6 Juoksupyörä

Keskipakopumpuissa pesässä akselin välityksellä pyörivää osaa kutsutaan juoksupyöräksi. Siinä on muutamia kaartuvia siipiä. Niiden välejä kutsutaan siipisoliksi. Pyörivä juoksupyörä siis pakottaa väliaineen siipisolien kautta pumpun pesään ja muodostaa keskipakovoiman. Näin ollen syntyy korkeampi paine pumpun ns. painepuolelle.

Juoksupyörä on yksi keskipakopumppujen kolmesta pääasiallisesta huoltokohteesta. Juoksupyörää on käytössä kolme eri versiota: avoin, puoliavoin ja suljettu juoksupyörä.



Kuva 17. Juoksupyörätyypit. Avoin, puoli-avoin ja suljettu. (13)

Kun juoksupyörässä näkyy kulumisen, kavitaation tai hapettumisen merkkejä, se korvataan yleensä uudella juoksupyörällä. Korjaaminen on hankalaa jo pelkästään tasapainotuksenkin takia.

4 MAHDOLLISET PARANNUKSET

Nykyaikana kaikki tehdään mahdollisimman kustannustehokkaaksi. Tämän vuoksi tehdessäni tätä insinöörityötä mieleeni tuli loistavia parannusehdotuksia, joilla saadaan keskipakopumppujen käyttöseisokit lyhyiksi. Koska tämä ei ole kuitenkaan työni aihe, en kerro näistä parannuksista yksityiskohtaisesti.

Kun ajatellaan keskipakopumppujen huoltoa, suurin osa ajasta menee pumpun purkamiseen ja kokoamiseen. Mielestäni tätä asiaa voisi nopeuttaa pienellä suunnittelutyöllä. Tämä vaatisi kuitenkin aikaa, sorvauksen ammattilaisen ja paljon rahaa. Lisäksi varaosateollisuus on niin suuri bisness, että suunnittelemalla liian hyvän pumpun, astuisin vain väärin ihmisten varpaille.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli laatia tuleville opiskelijoille hyvää oppimateriaalia keskipakopumppujen huollosta. Lisäksi oman tietouden parantaminen oli tärkeä osa tätä työtä. Alun suunnittelutyön aikana en uskonut saavani tarpeeksi materiaalia, mutta aiheeseen perehdyttyäni sitä alkoikin löytyä. Tässä insinööriyössä maailmalle pirstaloitu tietous on yhtenä teoksena. Voidaankin sanoa, että tavoitteet saavutettiin.

Vaikka yleensä keskipakopumppujen huoltaminen onkin ulkoistettu ja jätetty asiantuntijoille, on konehuoneen väellä pakko olla edes jonkinlainen perustietämys asioista. Yllättävä hajoaminen tai huollon tarve voi tulla vastaan ihan milloin vain. Ja Murphyn lain mukaan juuri niin käykin. Laivaolosuhteet ovat myös erittäin raa`at pumpuille.

Suuri vastuu ennakoivasta huollosta on laivaväellä. On tyhmää olla noudattamatta valmistajien antamia ennakkohuolto-ohjeita. Pumppujen valmistajien huolto-ohjeissa on pieniä eroavaisuuksia, joten on aina paneuduttava näihin asioihin.

Aihe itsessään on todella mielenkiintoinen ja veti mukaansa alusta alkaen. Tässä insinööriyössä käytettyjen kuvien on tarkoitus olla havainnollistavia ja mahdollisimman selkeitä. Teksti pysyy asiassa ja turhuudet on karsittu. Nykyaikana raha on kaikki kaikessa, joten myös taloudellista ajattelua raapaistaan työssä. Työn laajuus on sopiva. Merimiesten sanoin: ”Hyvää paskaa.”

LÄHTEET

1. Verkkosivu, www.nanomagnetics.org
(Viitattu 4.1.2012)
2. Häkkinen, Pentti 1994, Laivan putkistot. Otaniemi: Helsingin teknillinen korkeakoulu.
3. Vapaa tietosanakirja, http://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_pump
(Viitattu 1.1.2012)
4. Pumppujen ja putkistojen käyttö ja kunnossapito 1981. Osa 1. Helsinki: Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus
5. Verkkodokumentti, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=96414>
(Viitattu 4.1.2012)
6. Verkkosivu, www.skf.fi
(Viitattu 4.1.2012)
7. Itämeriportaali.Merivesi.Saatavissa:
http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/sanakirja/fi_FI/merivesi
(Viitattu 4.1.2012)
8. Verkkosivu, www.finlon.fi
(Viitattu 4.1.2012)
9. Verkkosivu, www.johncrane.co.uk
(Viitattu 4.1.2012)
10. Verkkosivu, www.absgroup.fi
(Viitattu 7.1.2012)
11. Verkkosivu, www.axflow.com
(Viitattu 7.1.2012)

12. Sulzer prosessipumppuartikkelit ©

13. Verkkosivu, www.eninepump.com
(Viitattu 9.1.2012)

LIITE 1