

Daniel Nummi

KOULUTUSTELINEEN SUUNNITTELU POTKURIAKSELIN  
TIIVISTEELLE

Tuotantotalouden koulutusohjelma  
2016

## KOULUTUSTELINEEN SUUNNITTELU POTKURIAKSELIN TIIVISTEELLE

Nummi, Daniel  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
syyskuu 2016  
Ohjaaja: Liisa Karinen  
Sivumäärä: 33  
Liitteitä: 6

Asiasanat: potkuriakselin tiiviste, suunnittelu, koulutus, toiminnallinen oppiminen

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli koulutustelineen suunnittelu potkuriakselin tiivisteelle Rolls-Royce Oy Ab:n koulutuskeskukseen. Telineen suunnittelun tarkoituksena oli mahdollistaa asennus- ja huoltotöiden käytännön harjoittelu koulutuskeskuksen tiloissa. Lisäksi työssä tarkasteltiin toiminnallista oppimista menetelmänä ja simulaattoreiden käyttöä koulutuksissa.

Rolls-Royce Oy Ab valmistaa potkurilaitteita, joissa jokaisessa on potkuriakselin tiiviste. Tiivisteen tarkoituksena on estää veden pääsy potkurilaitteeseen. Tämän tiivisteen huolto on tärkeä taito niin asiakkaille kuin huoltomiehillekin. Työn suunnittelu- vaiheessa käytettiin paljon aikaa oikeiden komponenttien ja toimintojen valintaan, jotta teline palvelisi mahdollisimman hyvin kaikkia koulutuskeskuksessa koulutettavia oppilaita.

Yrityksen koulutuskeskuksessa pidettävillä kursseilla on pyritty lisäämään käytännön harjoitusten määrää suhteessa teoriaopetukseen. Tämä opinnäytetyö on osa tätä projektia, jossa on tietoisesti pyritty pienentämään teorian ja käytännön välistä kuilua, sekä rikkomaan perinteisiä aineopetuksen rajoja.

Työn tuloksena saatiin aikaan valmistuskuvat, joiden perusteella teline tullaan valmistamaan koulutuskeskuksen käyttöön.

## DESIGN OF TRAINING STAND FOR PROPELLER SHAFT SEAL

Nummi, Daniel

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in industrial management

November 2016

Supervisor: Karinen, Liisa

Number of pages: 33

Appendices: 6

Keywords: propeller shaft seal, design, training, activity learning

---

The subject of this thesis was to design a training stand for a propeller shaft seal at the Rolls-Royce Oy Ab training center. The purpose of the stand was to allow the practical training of installation and maintenance of the propeller shaft seal within the training center. In addition, activity learning as a method and use of simulators in training were studied.

All thrusters made by Rolls-Royce Oy Ab have a propeller shaft seal. The purpose of the seal is to prevent water ingress to the thruster unit. Maintenance of this seal is an important skill for both, service engineer and customer. At the design stage, a significant amount of time was used for selecting the correct functions and components to ensure that the stand would be as suitable for all the students trained in training center.

An aim has been established to increase the amount of practical training in relation to theory training for courses kept in company training center. This thesis is a part of a conscious effort to reduce the gap between theory and practice as well as breaking the boundaries between traditional subjects.

As a result of this thesis, manufacturing drawings were created and the stand will be manufactured based on these drawings.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Rolls-Royce Oy Ab .....	7
1.2	Rolls-royce Oy Ab:n koulutuskeskus.....	9
2	TOIMINNALLINEN OPPIMINEN.....	10
2.1	Tekemällä oppiminen .....	10
2.2	Simulaattoreiden käyttö koulutuksessa .....	11
2.2.1	Mentaalinen malli ja oppimisen siirtovaikutus eli transfer .....	12
3	POTKURIAKSELIN TIIVISTYS .....	13
3.1	Toiminnan kuvaus .....	13
3.2	Yleisimmät potkuriakselin tiivistetyypit .....	16
3.2.1	IHC-potkuriakselin tiiviste .....	16
3.2.2	DSS-potkuriakselin tiiviste.....	17
3.2.3	Burgmann-potkuriakselin tiiviste .....	18
3.3	Potkuriakselin tiivisteiden huuhtelu .....	18
3.4	Tarve potkuriakselin tiivisteiden koulutustelineelle.....	19
4	KOULUTUSTELINEEN SUUNNITTTELU .....	20
4.1	Suunnittelun lähtökohdat.....	20
4.2	Tiivisteiden valinta .....	21
4.2.1	Työhön valittu IHC-potkuriakselin tiiviste .....	22
4.3	Ergonomia .....	24
4.4	Laakerointi.....	24
4.5	Potkuriakselin tiivisteiden huuhtelun toteutus.....	26
4.5.1	CJC- sivuvirtasuodatin .....	27
5	KOULUTUSTELINEEN VALMISTUSKUVIEN TEKO .....	28
5.1	Laakeripesä.....	28
5.2	Laippa.....	28
5.3	Akseli.....	29
5.4	Pöytä.....	29
5.5	Pääkokoontyö .....	30
6	YHTEENVETO .....	31
	LÄHTEET.....	33

## LIITTEET

Liite 1. Laakeripesä

- Liite 2. Laippa
- Liite 3. Akseli
- Liite 4. Pöytä
- Liite 5. Pääkokoonpano
- Liite 6. Hydraulikkahuone

## LYHENTEET JA TERMIT

Aquamaster	Yrityksen Rauman yksikön tuotteen entinen nimi
Bar	Paineen yksikkö
Burgmann	Potkuriakselin tiivisteiden valmistaja
CJC	C.C Jensen, sivuvirtasuodatin
CTZ	Contaz, tuotenimi potkurilaitteelle
DSS	Deep Sea Seal, potkuriakselin tiivisteiden valmistaja
GF	Gravity Fill, painovoima tankin täyttölinja
GS	Gravity Supply, painovoimalinja
IHC	Potkuriakselin tiivisteiden valmistaja
JIC	Joint Industry Council, putkiliitin
Kamewa	Yrityksen Ruotsin yksikön tuotteen entinen nimi
RR	Rolls-Royce
Syväys	Laivan alimpien rakenteiden etäisyys veden pinnasta
UL	Underhull Lifiable, tuotenimi potkurilaitteelle
ULE	Underhull Lifiable Electric, tuotenimi potkurilaitteelle
US	Underhull Stationary, tuotenimi potkurilaitteelle
UUC	Underhull Underwater Complete, tuotenimi potkurilaitteelle

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja piirtää valmistuskuvat Rolls-Royce Oy Ab:n koulutuskeskukselle telineestä, jolla voidaan harjoitella potkuriakselin tiivisteiden asennusta koulutuskeskuksen tiloissa. Telineellä on pystyttävä simuloimaan potkuriakselin tiivisteiden asennusta, huoltoa sekä toimintaperiaatetta mahdollisimman autenttisesti.

Jokaisessa Rolls-Royce Oy Ab:n valmistamassa potkurilaitteessa on potkuriakselintiiviste, jonka huolto on yleisin potkurilaitteille tehtävä merkittävä huoltotyö. Tästä johtuen yrityksen koulutusosastolla haluttiin panostaa tämän huoltotyön opetukseen mahdollistamalla käytännön harjoitusten tekemisen.

Opinnäytetyöni on tutkimusotteeltaan laadullinen tapaustutkimus, jossa tutkitaan toiminnallisen koulutuksen merkitystä oppimisessa luokkaopetuksen tukena ja potkuriakselintiivisteiden toimintaa. Lisäksi työssä keskitytään valitsemaan oikeat komponentit ja toiminnot koulutustelineeseen, jotta sillä pystytään kouluttamaan kaikki potkuriakselin tiivisteiden huoltoon ja asennukseen liittyvät asiat niin Rolls-Roycen huoltomiehille kuin potkurilaitteiden loppukäyttäjillekin.

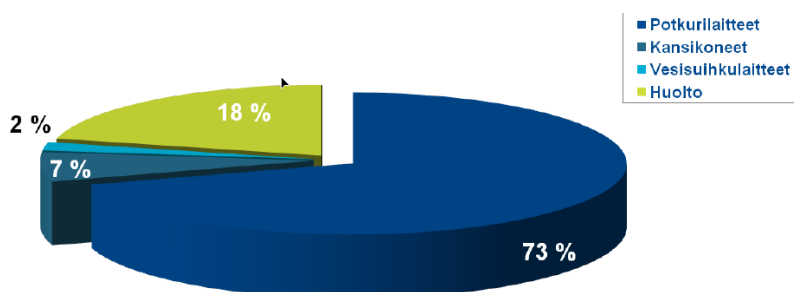
## 1.1 Rolls-Royce Oy Ab

Rolls-Royce Oy Ab on osa Rolls-Royce P.L.S Marine-divisioonaa. RR Oy Ab:n tuotanto-ohjelmaan kuuluvat potkurilaitteet, vintturijärjestelmät ja suihkuvetolaitteet. Yritys on maailman johtava 360° kääntyvien eli azimuth potkurilaitteiden valmistaja.

RR Oy Ab:n tuotanto-ohjelmaan kuuluvat AQUAMASTER-potkurilaitteet, joiden myynti, suunnittelu, tuotanto ja markkinointi tapahtuvat Raumalla. Suurimmat Rauman yksikön valmistamat potkurilaitteet ovat teholtaan 7500 kW, 10 m korkeita ja potkurin halkaisija on 4,2 m. Pääasiallisia sovelluskohteita potkurilaitteille ovat hinaajat, offshorehuolto-alukset ja maantielautat. (Rolls-Royce 2015.)

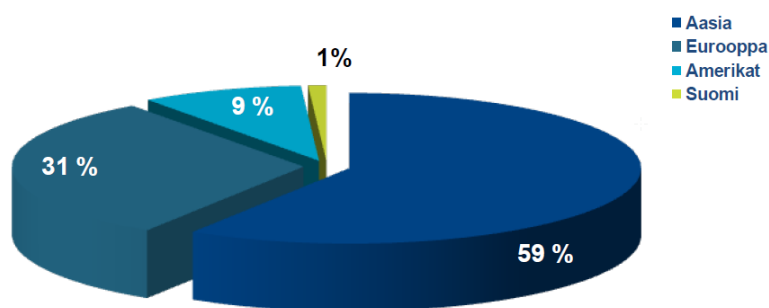
Yrityksen tuotevalikoimaan kuuluu myös vintturijärjestelmät. RR Oy Ab on maailman johtava kiinnitys- ja ankkurointijärjestelmien valmistaja. Tuotevalikoimassa ovat sähkö- ja hydraulikäyttöiset ankkurointi- ja kiinnitysjärjestelmät, hinausjärjestelmät sekä offshore ankkurijärjestelmät. Vintturijärjestelmien suunnittelu, markkinointi ja myynti ovat Raumalla, kokoonpano Rolls-Roycen omilla tehtailla Etelä-Koreassa ja Puolassa. Suurimmat toimitetut laitteet ovat vetovoimaltaan yli 630 tonnia. (Rolls-Royce 2015.)

Yrityksen toinen Suomessa sijaitsevista tuotantolaitoksista on Kokkolassa toimiva yksikkö, jonka toiminta keskittyy Kamewa vesisuihkulaitteisiin. Suurimmillaan laitteita voidaan soveltaa 4200 hevosvoiman koneisiin. (Rolls-Royce 2015.)



Kuvio 1. Liikevaihto tuoteryhmittäin 2014 (Rolls-Royce 2015.)

RR Oy Ab:n vuoden 2014 liikevaihto oli 614 euroa, josta viennin osuus oli 99%. Henkilöstöä yrityksellä on yhteensä 674 henkeä. Tästä määrästä 590 henkeä työskentelee Rauman yksikössä, 84 Kokkolassa ja 1 Helsingin myyntikonttorilla. (Rolls-Royce 2015.)



Kuvio 2. Liikevaihdon jakautuminen alueittain 2014 (Rolls-Royce 2015.)



## 1.2 Rolls-royce Oy Ab:n koulutuskeskus

RR Oy Ab:n koulutuskeskus tarjoaa laajan valikoiman erilaisia kursseja Rolls-Roycen työntekijöille ja -asiakkaille. Koulutuskeskukseen kuuluu 2 luokkahuonetta, toimistotiloja ja harjoittelu työpaja. Asiakaskoulutukset räätälöidään asiakkaan toivomusten mukaiseksi ja myös koulutukset asiakkaan tiloissa ovat mahdollisia. Sisäisissä koulutuksissa työntekijät kutsutaan valmiiksi räätälöidyille kursseille koulutustarpeen, työntekijän kokemuksen ja koulutushistorian perusteella. RR Oy Ab:n koulutuskeskus pyrkii jatkuvasti kehittämään toimintaansa kurssipalautteen ja yrityksen sisäisen palautteen perusteella.

## 2 TOIMINNALLINEN OPPIMINEN

Rolls-Royce Oy Ab:n koulutuksissa on pyritty irti vanhasta jaottelusta, jossa mekaniikka, hydraulikka ja kontrollijärjestelmien koulutus on pidetty toisistaan irrallisina osioina. Suomen peruskouluissa noudatettavan uuden opetussuunnitelman mukaan opetusta eheytetään monialaisilla oppimiskokonaisuuksilla. Puhekieliseksi termiksi on muodostunut ilmiölähtöinen opettaminen, jolla viitataan monialaisiin oppimiskokonaisuuksiin. Yrityksen koulutusosasto onkin pyrkinyt lisäämään käytännön harjoitusten määrää suhteessa luokkaopetukseen, jonka johdosta yritys kehittää erilaisia simulaattoreita mahdollistaakseen käytännön harjoitukset ja monialaiset oppimiskokonaisuudet koulutuskeskuksen tiloissa. (POPS 2014, 29-33.)

### 2.1 Tekemällä oppiminen

Tekemällä oppiminen eli toiminnasta oppiminen on varmasti vanhin oppimismenetelmä, jonka tavanomaisimmat tekemällä oppimisen tavat ovat mallista- ja kokeilemalla oppiminen. Tekemällä oppiminen ei ole tarkoin määritelty menetelmä. Yhteisenä ajatuksena pidetään, että paras opettaja on kokonaisvaltainen toiminta, joka vastaa mahdollisimman suurelta osin opittavia taitoja. (Vuorinen, 2008, 179-181.)

Taitojen oppiminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa opitaan työn periaatteita, jossa voidaan soveltaa taitojen opetuksen menetelmiä. Uusissa menetelmissä otetaan huomioon myös oppimiseen liittyvät kognitiiviset seikat kuten motivaatio ja emootiot. Toisessa vaiheessa opittuja perusteita aletaan harjoittelemaan toiminnan avulla. Kolmannessa vaiheessa oppija parantaa taitavuutta, työskentelyn nopeutta, työnsä laatua ja kykyä soveltaa oppimaansa uusissa tilanteissa. (Salakari, 2007, 9.)

Teollisuudessa ja työorganisaatiossa toiminnasta oppiminen on yleisin oppimisen menetelmä. Usein uutta työntekijää ei lähetetä erilliselle kurssille vaan hänet piste-

tään töihin, joista hänen oletetaan selviävän suunniteltujen tukitoimien avulla. Koulutuksellista tukea työpaikan ulkopuolisten kurssien muodossa ei yleensä tarjota ellei työryhmä sitä todella tarvitse. Toiminnallisten oppimismenetelmien käyttö ei rajoitu vain työpaikalle vaan niitä voidaan käyttää myös kursseilla, joilla toiminta ei usein ole yhtä realistista kuin työympäristössä. Kursseilla voidaan hyödyntää havainnollistamista ja simulaattoreita, joiden avulla saadaan pienennettyä teorian ja käytännön välistä kuilua. (Vuorinen, 2008, 179-181.)

Käytännön taitoja opitaankin vain tekemällä. Niitä ei voi oppia lukemalla tai pelkäämään katsomalla. Monia työtaitoja voidaan hankkia tekemällä yksin yrityksen ja erehdyksen kautta, mutta silloin oppiminen vie enemmän aikaa. Kun käytännön taitoja opitaan tekemällä, ammattitaitoisen ja kokeneen henkilön opastamana, oppiminen nopeutuu. Kumpaakin kuitenkin tarvitaan, sekä itse oppimista että ohjausta. (Salakari, 2007, 7.)

## 2.2 Simulaattoreiden käyttö koulutuksessa

Simulaattoreiden avulla voidaan opettaa ja opiskella taitoja, joiden oppiminen olisi muuten mahdollista vain työympäristössä. Simulaattorit poikkeavat perinteisestä oppimisympäristöstä, jossa opitaan faktoja, mutta ei käytännön toimintaa. Olennainen asia simulaattoriolosuhteissa koulutuksessa on kuinka hyvin opittu on siirrettävissä aitoon ympäristöön eli kuinka hyvin opitun siirtovaikutus toteutuu. Opitun siirtovaikutuksesta on kerrottu kappaleessa 2.2.1. (Salakari, 2009, 60.)

Alla lista simulaattorin käytön eduista:

- Tehokkuus
- Tekemällä oppiminen motivoi
- Mittavat kustannussäästöt verrattuna aitoihin laitteisiin
- Simulaattoreilla oppimisen turvallisuus

(Salakari, 2009, 61.)

### 2.2.1 Mentaalinen malli ja oppimisen siirtovaikutus eli transfer

Mentaalinen malli ohjaa toimintaamme kaikissa suorituksissa, jonka johdosta se on keskeisessä asemassa oppimisen kannalta. Mentaalisella mallilla tarkoitetaan aivoissamme olevaa tietoa ja muistiainesta, johon kaikki toimintamme perustuu. (Salakari, 2009, 172.)

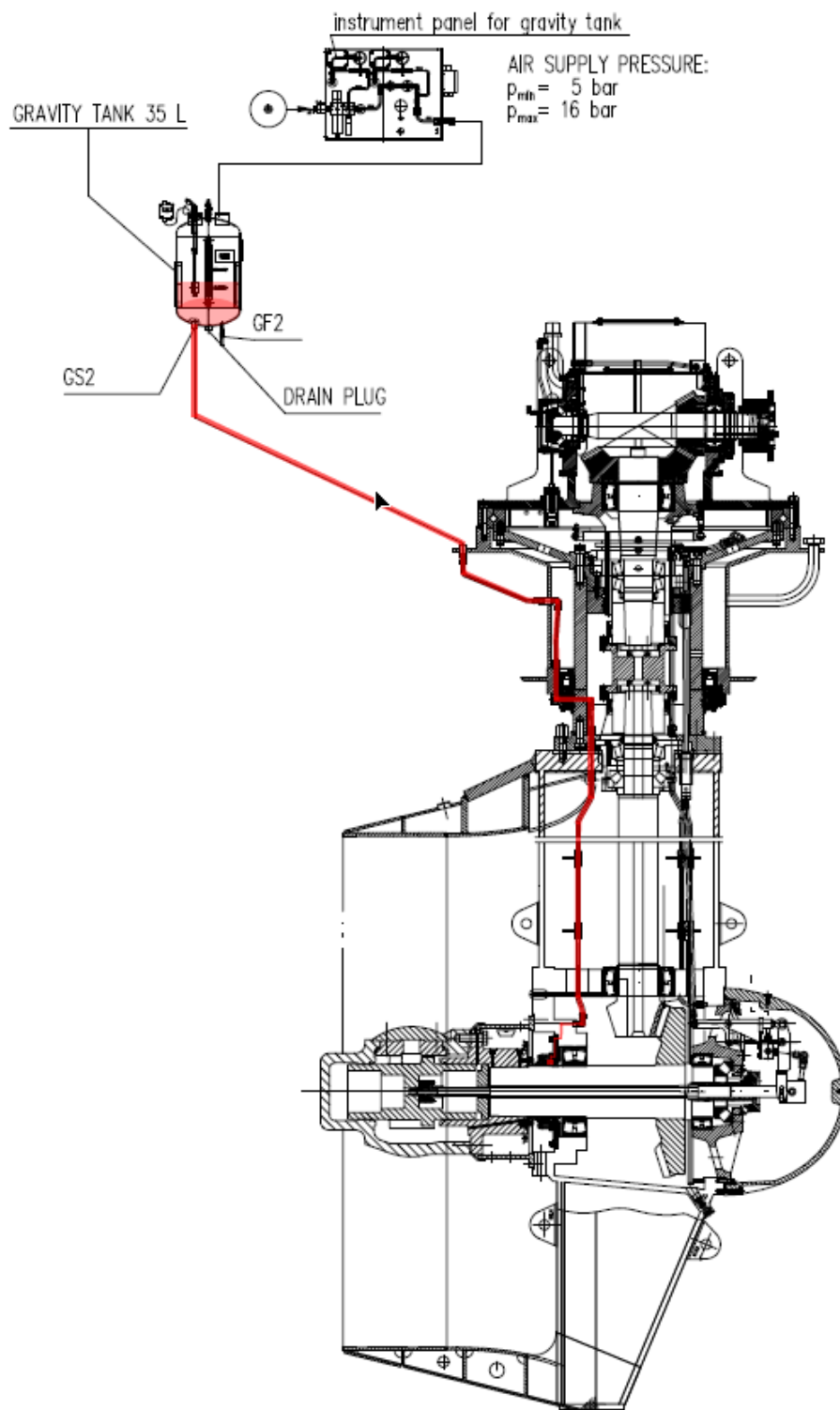
Oppimisen transfer eli siirtovaikutuksen merkitys korostuu, kun oppiminen ei tapahdu aidossa työskentely ympäristössä. Koulutuksessa opittua taitoa tulee pystyä soveltamaan käytännön työtehtävissä. Opitun transfer voidaan todeta kun oppija pystyy soveltamaan oppimaansa erilaisissa tilanteissa. Transferin tapahtumista voidaan edesauttaa mielekkäillä harjoitustöillä ja kouluttajan panoksella. (Salakari, 2007, 61.)

### 3 POTKURIAKSELIN TIIVISTYS

#### 3.1 Toiminnan kuvaus

Potkuriakselin tiivisteiden tarkoitus on estää veden pääsy potkurilaitteen sisään ja eristää laitteen voiteluöljy merivedestä ja painovoimaöljystä. Potkuriakselin tiivisteessä tiivistepestä on kiinnitetty paikallaan olevaan potkurilaitteen alarunkoon. Tiivisteiden toinen puoli pyörii potkurin ja potkuriakselin mukana. Vedenalainen paine vaikuttaa tiivistykseen ja tarvittava vastapaine tiivisteeseen tulee painovoimasäiliöltä. Kaikissa potkurilaitteissa on painovoimasäiliö, josta öljy kulkee potkuriakselin- ja ohjausputken tiivisteille. Tarvittava paine määräytyy kunkin sovelluksen syvyyksen mukaan. Eri tiivistetyypit vaativat erisuuruisten paineiden suhteessa laitteen syvyykseen. Mekaaniset tiivisteet vaativat noin 0,2 bar korkeamman paineen kuin huulitiivisteet. (Rolls-Royce, 2014, 1.)

Potkuriakselin tiivisteiden painovoimalinja alkaa painovoimasäiliöltä, josta lähtee laskeva linja (GS2). Linja kulkee potkurilaitteen ohjausputken ja potkuriakselin tiivisteille. Kuvassa 1 on esitetty periaatekuva painovoimalinjan toiminnasta.



*Kuva 1: Painovoimalinja*

Painovoimalinjassa oleva paine säädetään instrumenttipanelin avulla. Instrumenttipanelista voidaan säätää tankkiin menevä ulkoinen ilmanpaine  $P_{air}$ . Hydrostaattinen paine  $P_h$  on otettava huomioon painovoimalinjan kokonaispainetta  $P_{seal}$  laskettaessa. Hydrostaattinen paine muodostuu nesteen tiheyden  $\rho$  [ $\text{kg/m}^3$ ], maan vetovoiman

kiihtyvyyden  $g$  [ $m/s^2$ ] ja nestepatsaan korkeuden  $h$  [m] tulosta. Painovoimalinjan kokonaispaine voidaan laskea kaavan 1 mukaisesti. (Kauranne, H, Kajaste, J. & Vilenius, M, 2006, 20.)

Kaava 1

$$P_{seal} = P_{air} + Ph (p,g,h)$$

Instrumenttipaneeliin säädettävä paine lasketaan tiivistetyypin mukaan kaavoista 2 ja 3. Kaava 2 soveltuu mekaanisille tiivisteille ja kaava 3 huulitiivisteille. Kaavoissa on annettu paineille maksimi  $P_{max}$  ja minimi  $P_{min}$  -arvot. Kaavoissa 2 ja 3 esiintyvät  $T$  ja  $H$  arvot näkyvät kuvassa 2, missä  $T$  on potkuriakselin etäisyys veden pinnasta ja  $H$  on potkuriakselin etäisyys painovoimasäiliöstä. Potkurilaitteissa  $T$  ja  $H$  arvot vaihtelevat laitetyypin ja laivan suunnittelun mukaan. (Rolls-Royce, 2014, 1-4.)

Kaava 2

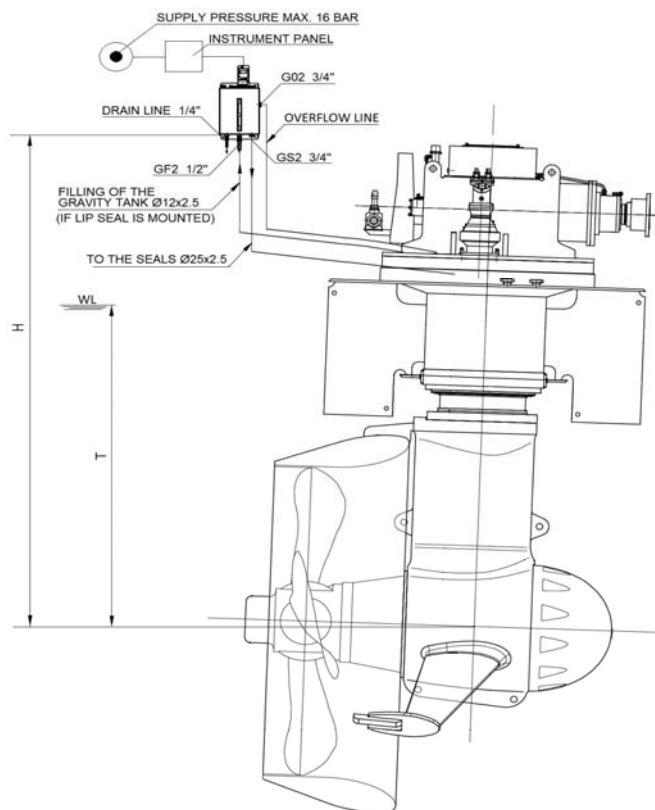
$$P_{min} = \frac{T - H * 0.8}{9.81} + 0.5 \text{ bar}$$

$$P_{max} = \frac{T - H * 0.8}{9.81} + 0.8 \text{ bar}$$

Kaava 3

$$P_{min} = \frac{T - H * 0.8}{9.81} + 0.3 \text{ bar}$$

$$P_{max} = \frac{T - H * 0.8}{9.81} + 0.5 \text{ bar}$$



Kuva 2: Painovoimatankin asennus (Rolls-Royce, 2014, 1-4.)

### 3.2 Yleisimmät potkuriakselin tiivistetyypit

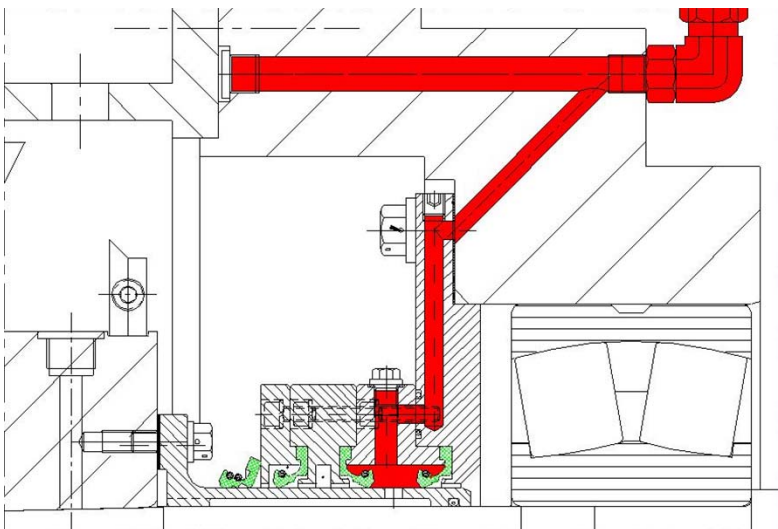
#### 3.2.1 IHC-potkuriakselin tiiviste

IHC on huulitiiviste tyyppinen potkuriakselin tiiviste. Siinä on tiivisteiden koosta riippuen kolme tai neljä huulta. Yleisin huulien järjestely on kuten kuvassa 3, kaksi huulta suunnattuna kohti potkuria ja yksi huuli suunnattuna kohti potkurilaitteen alavaihdetta. Kuvasta 3 ilmenee tiivisteiden järjestely ja minkä osan tiivisteestä painovoimaöljy täyttää. (IHC LagerSmith, 2009.)

IHC-potkuriakselin tiivisteitä käytetään lähes kaiken tyyppisissä RR Oy Ab potkurilaitteissa. IHC-potkuriakselin tiivistettä ei käytetä RR Oy Ab:n potkurilaitteissa, joilla on suuri syväys. Öljynporauslaitteilla käytettävissä UUC-potkurilaitteissa syväys voi olla esimerkiksi 12 metriä, jolloin veden paine on noin 1,2 bar. IHC-huulitiivisteille suositeltu maksimipaine on noin 1,0 bar, jonka takia mekaaninen ti-



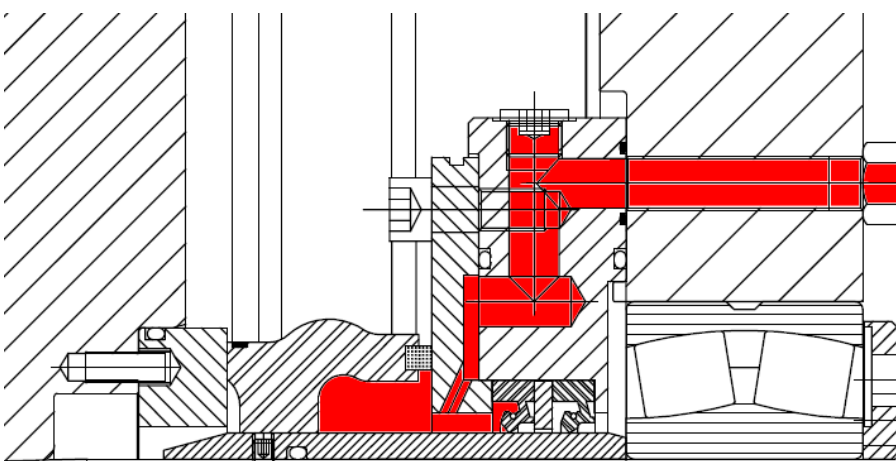
viste on näihin sovelluksiin sopivampi vaihtoehto. (Stena Drilling, 2016.) (IHC Lager Smith, 2009.)



*Kuva 3: IHC-potkuriakselintiviste*

### 3.2.2 DSS-potkuriakselin tiiviste

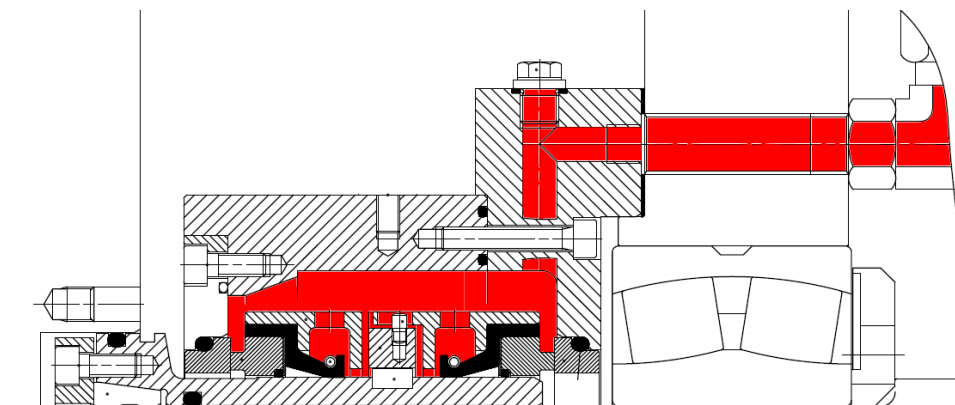
DSS-potkuriakselin tiiviste on mekaanisen- ja huulitiivisteiden yhdistelmä. DSS-tiivisteessä päättiivisteenä on mekaaninen tiiviste-elementti, joka pyörii potkurin mukana. Mekaaninen tiiviste-elementti estää meriveden pääsyn painovoimalinjan öljytilaan. DSS-potkuriakselin tiivisteessä on myös kaksi huulitiivistettä, jotka eristävät painovoimalinjan ja voiteluöljyn öljytilat. Kuvassa 4 näkyy DSS-tiivisteiden järjestely.



*Kuva 4: DSS-potkuriakselin tiiviste*

### 3.2.3 Burgmann-potkuriakselin tiiviste

Burgmann-potkurinakselinttiiviste on DSS-tiivisteiden tapaan mekaaninen tiiviste. Burgmann-tiivisteessä on kaksi mekaanista tiivistettä, jotka eristävät meriveden ja voiteluöljyn painovoimalinjasta. Tiivisteiden kokoonpanoon kuuluu myös kaksi huulitiivistettä. Nämä tiivisteet painuvat tiivisteholkkia vasten estäen meriveden ja voiteluöljyn pääsyn painovoimatilaan. Kuvassa 5 näkyy Burgmann-tiivisteiden järjestely. (EagleBurgmann, 2012.)



*Kuva 5: Burgmann-potkuriakselin tiiviste*

### 3.3 Potkuriakselin tiivisteiden huuhtelu

Yksi tärkeimmistä tavoitteista potkuriakselin tiivisteiden koulutustelineelle on tiivisteiden huollon harjoittelu. Tiivisteiden huolto voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, kuivatelakassa ja käytön aikana tehtävään huoltoon. Käytön aikana potkuriakselin tiivisteelle voidaan tehdä vain yksi huoltotoimenpide, joka on tiivisteiden huuhtelu.

Painovoimalinjan öljyyn voi sekoittua vettä, jos potkuriakselin tiiviste vuotaa. Vuoto voi johtua monesta syystä. Yleisimmät syyt vuodolle ovat tiivisteiden luonnollinen kuluma ja vaikeissa sääolosuhteissa toimiminen, sekä tiivisteiden asennus- tai valmistusvirheet. Veden sekoittuminen öljyyn heikentää sen voiteluominaisuuksia lyhentäen tiivisteiden elinikää. Huonolaatuinen öljy voidaan poistaa painovoimalinjasta huuhtelemalla. Käytännössä huuhtelulla tarkoitetaan painovoimalinjan öljynvaihtoa. Öljynvaihto suoritetaan avaamalla huuhtelulinja, josta päästetään öljyä ulos kunnes linjasta

tulee puhdasta öljyä. Tästä johtuen vaihdettavan öljyn määrä on täysin riippuvainen painovoimalinjassa olevan öljyn puhtaudesta. Painovoimalinja on huuhdeltava säännöllisin väliajoin, jotta pystytään maksimoimaan tiivisteiden elinikä. Säännöllinen huuhtelu mahdollistaa tiivisteiden kunnon tarkkailun, seuraamalla öljyn puhtautta painovoimalinjassa. (Rolls-Royce 2013.)

#### 3.4 Tarve potkuriakselin tiivisteiden koulutustelineelle

Jokaisessa RR Oy Ab:n Aquamaster azimuth potkurilaitteessa on potkuriakselintiiviste. Tämän tiivisteiden asennus ja siihen liittyvien työvaiheiden hallinta ovat välttämättömiä taitoja potkurilaitteiden huoltomiehille.

RR Oy Ab:n koulutuskeskuksen pääasiallinen tehtävä on kouluttaa huoltomiehiä ja käytännön harjoitukset ovat tässä tehtävässä erityisen tärkeä apuväline. Tällä hetkellä potkuriakselin tiivisteiden asennusta voidaan kouluttaa vain luokkaopetuksena koulutuskeskuksen tiloissa. Potkurin akselin tiivisteiden koulutustelineen suunnittelu mahdollistaa käytännön harjoitusten tekemisen koulutuskeskuksessa.

Koulutuskeskuksessa pidetään kursseja myös asiakkaille ja muille RR Marinen työntekijöille. Heille koulutustelineen suunnittelu mahdollistaa havainnollisen esittelyn tiivisteiden- ja painovoimalinjan toiminnasta.

## 4 KOULUTUSTELINEEN SUUNNITTELU

### 4.1 Suunnittelun lähtökohdat

Suunnittelun tärkein tavoite on se, että telineellä pystytään harjoittelemaan tiivisteiden asennusta ja huoltoa. Tiivistettä asennettaessa tai huollettaessa huoltomiehen on hallittava erilaisia mittauksia ja säätöjä. Telineellä on pystyttävä suorittamaan kyseiset toimenpiteet, jotta niitä voidaan harjoitella koulutuskeskuksen tiloissa. On siis luotava mahdollisimman autenttinen asennussimulaattori käytännönkoulutusta varten.

Telineen suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon koulutuskeskuksen tilat ja nostoapuvälineet. Teline tullaan sijoittamaan koulutuskeskuksen hydraulikkahuoneeseen, joten teline pitää suunnitella siten, että se mahtuu hydraulikkahuoneeseen 80 cm oviaukosta. Koulutuskeskuksessa käytössä oleva puominostimen maksimi nostokapasiteetti on 500 kg, joka on riittävä kaikille yrityksen käytössä olevien potkuriakselin tiivisteiden nostoon. Telineen suunnittelussa onkin tärkeämpää huomioida, se että puominostimella päästään riittävän lähelle telinettä tiivistettä asennettaessa.

Tärkeimpien suunnitteluperusteiden, asennuksen ja huollon harjoittelun lisäksi telineellä on pystyttävä havainnollistamaan tiivisteiden toimintaperiaate. Toimintaperiaatteen havainnollistaminen on tärkeä lisä esimerkiksi asiakaskoulutuksiin, joissa tavoitteena on toimintaperiaatteen ymmärtäminen.

Koulutustelineelle ei ole määritetty budjettia, mutta telinettä suunniteltaessa on pyrittävä pitämään materiaali ja valmistuskustannukset kohtuullisina. Kustannuksia pyritään pitämään kurissa komponentti ja materiaalivalinnoilla.

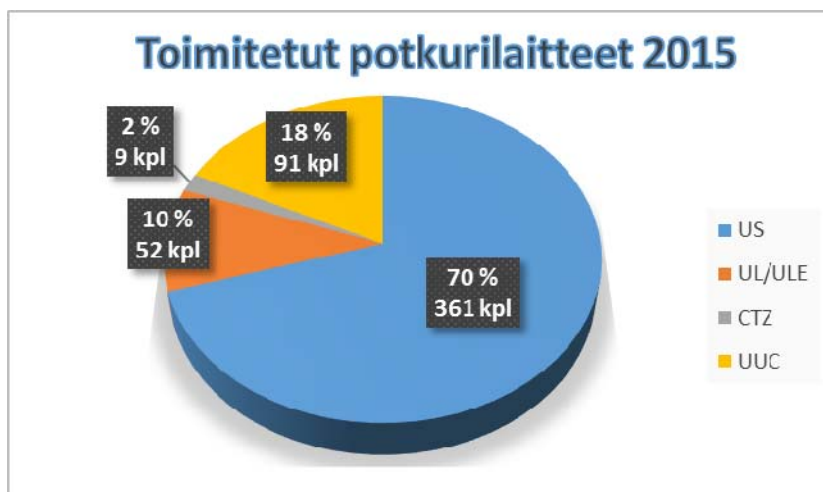
## 4.2 Tiivisteen valinta

Koulutustelineen suunnittelu on aloitettava telineessä käytettävän tiivistetyypin valinnalla. Rolls-Royce Oy Ab:n potkurilaitteissa käytetään pääasiassa kolmea eri tiivistetyyppiä DSS, IHC ja Burgmann, joista yhdelle koulutusteline suunnitellaan. Tiivistetyypin valinta vaikuttaa telineen mitoituksiin, hintaan ja suunnitteluperusteisiin. Tiivistetyypit eroavat rakenteiltaan ja toimintaperiaatteiltaan toisistaan. Tästä johtuen myös tiivisteiden asennustavat eroavat toisistaan.

Esimerkiksi: DSS-tiivisteiden asennuksessa tiivisteiden oikea asennusmitta määritetään potkurissa kiinni olevalla säätölaipalla. Näin ollen tiivisteiden asennuksen harjoittelutelineessä pitäisi olla potkuri tai jokin sen asennusta simuloiva rakenne. Muissa tiivistetyypeissä (IHC, Burgmann) potkurin asennus ei ole kriittinen tekijä tiivisteiden asennuksen kannalta.

Tiivisteiden valinnassa tärkeimpänä perusteena käytetään potkurilaitteisiin RR Oy Ab:n tuotannossa asennettavien tiivisteiden määrää. Näin varmistetaan, että telineessä käytettävän tiivistetyypin asennuksen harjoittelulla saavutetaan maksimaalinen hyöty. Tiivistetyypeistä DSS-tiivistettä ei asenneta uusiin potkurilaitteisiin kuin poikkeustapauksissa, kun taas IHC-tiiviste on standardi tiiviste US,UL ja CTZ -tyyppisissä potkurilaitteissa. Burgmann-tiivistettä käytetään UUC-laitteissa, joissa syväys on suurempi. (Rolls-Royce Oy Ab 2016.)

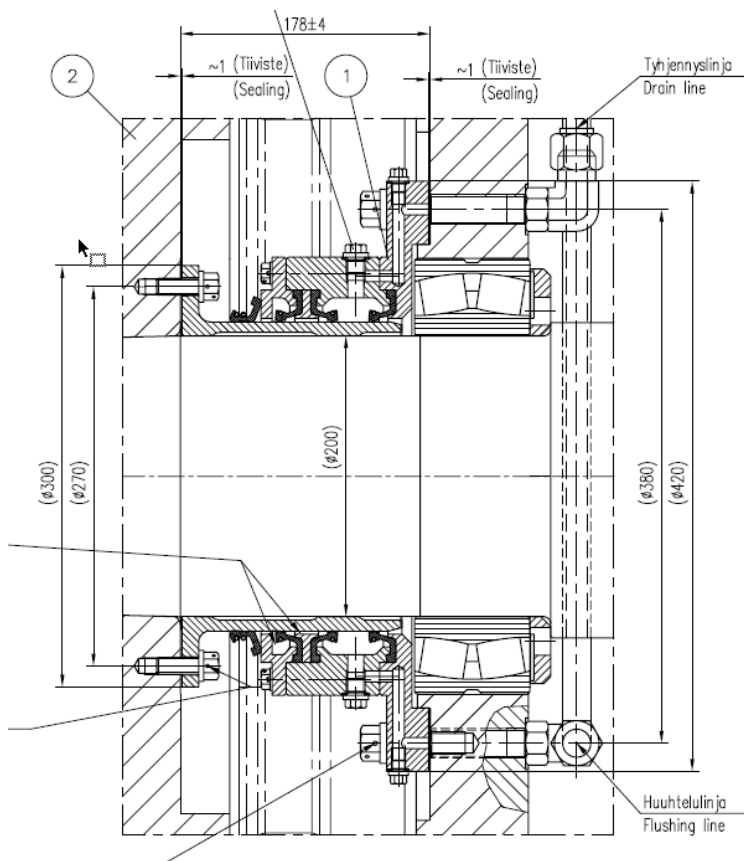
Kuviossa 2 on esitetty RR Oy Ab:n valmistamien potkurilaitteiden tuotantomäärä laitetyypeittäin. Kuvioista näemme, että US on yleisin laitetyyppi 70% osuudella kokonaistuotannosta. Toiseksi suurin osuus on UUC-laitteilla 18%, sitten tulevat UL ja CTZ, . Näistä laitetyypeistä UL,US ja CTZ -laitteissa käytetään, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta IHC-potkuriakselin tiivistettä. Tähän perustuen teline suunnitellaan IHC:n valmistamalle potkuriakselin tiivisteelle. (Rolls-Royce Oy Ab 2016.)



Kuvio 3. Toimitetut potkurilaitteet 2015 (Rolls-Royce Oy Ab 2016.)

#### 4.2.1 Työhön valittu IHC-potkuriakselin tiiviste

Koulutuskeskuksessa on kaksi IHC-potkuriakselin tiivistettä, jotka voidaan hyödyntää koulutustelineitä suunniteltaessa. Tiivisteet ovat pienestä US 155 potkurilaitteesta, joten ne ovat sopivan kokoisia koulutuskäyttöön. Näitä tiivisteitä hyödyntämällä saavutetaan merkittävä säästö telineen kokonaiskustannuksissa. Kuvassa 6 näkyy käytettävissä olevien tiivisteiden päämitat, jotka määrittävät telineen suunnittelussa potkuriakselin halkaisijan sekä potkurilaitteen alarunkoa mallintavan laipan mitoituksen.



Kuva 6: IHC-potkuriakselintiiviste mitoituskuva

Asennuksen harjoitteluun tarvitaan vain yksi potkuriakselin tiiviste, joten toisen tiivisteeseen tiivistepestästä leikataan  $\frac{1}{4}$  pois. Osittain halkaistu tiiviste voidaan asentaa koulutustelineelle ja näin simuloida tiivisteiden toimintaa. Tämä mahdollistaa tiivisteiden toimintaperiaatteen esittelyn huomattavasti aikaisempaa paremmin. Tiiviste leikataan painovoimalinjan kohdalta, jotta nähdään miten linja kulkee tiivisteiden sisällä. Kuvassa 7 näkyy leikattu tiiviste kokoonpantuna.



*Kuva 7: Leikattu IHC-tiiviste*

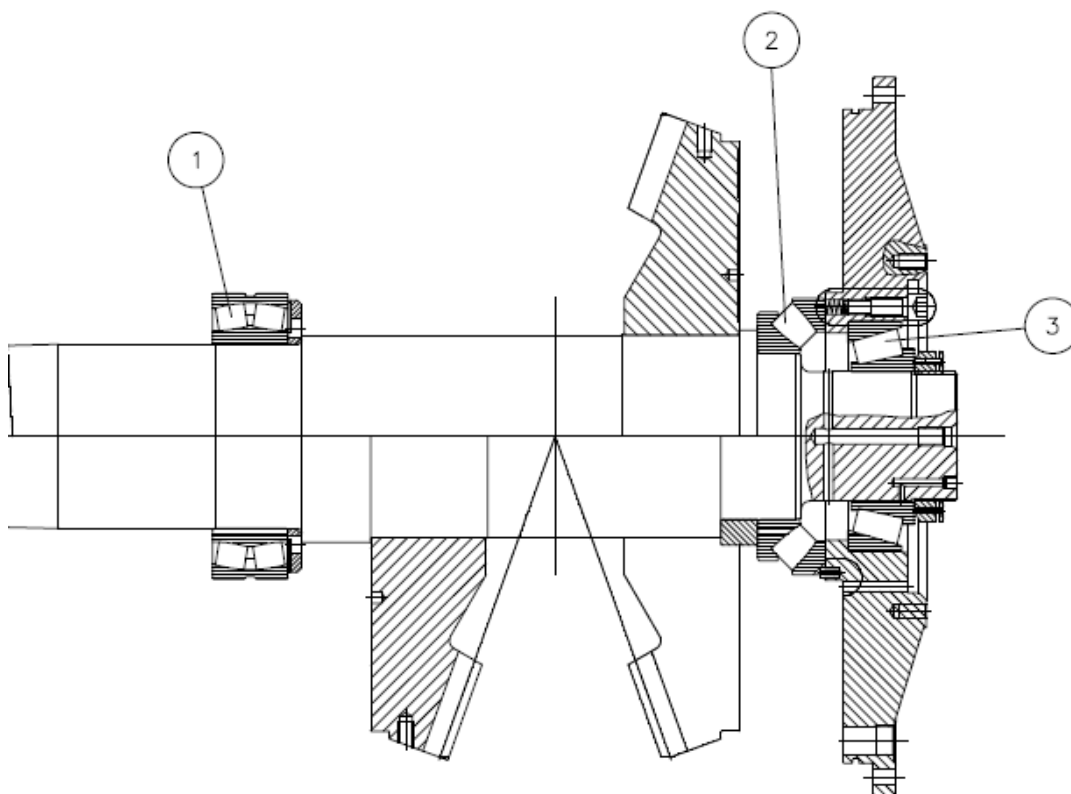
#### 4.3 Ergonomia

Potkuriakselin tiivisteiden teline suunnitellaan työskentelyyn seisoma-asennossa. Työkohteen korkeus telineessä ei ole sama kuin työtason korkeus. Mitoitusperiaatteena käytetään miehen keskimääräistä pituutta kengät jalassa. Näkö tarkkuutta ja näppäryyttä vaativassa asennustyössä työkohteen korkeuden tulisi olla noin 110-125 cm. Koulutustelineen suunnittelussa tämä tarkoittaa, että lattiasta mitattuna potkuriakselin keskikohta tulee olla 110-125 cm korkeudella. (Launis & Lehtelä, 2011, 154.)

#### 4.4 Laakerointi

Koulutustelineeseen tarvitaan laakerointia, jotta telineellä pystytään simuloimaan potkurin pyörimistä. RR Oy Ab:n potkurilaitteissa potkuriakselilla on normaalisti kolme laakeria. Kuvassa 8 näkyy potkuriakselin laakerit: tukilaakeri (osa 1) sekä painelaakerit (osat 2 ja 3).





*Kuva 8: Potkuriakselin laakerit*

Kuvan 8 mukainen laakerointi ei ole tarpeellinen koulutustelineeseen, sillä telineen akseliin ei kohdistu akselin suuntaisia voimia käytännössä ollenkaan. Kustannusten säästämiseksi suunnittelussa pyritään löytämään sellainen laakerityyppi, jolla saadaan akseli toimimaan yhdellä laakerilla.

Käyttötarkoitukseen sopivin laakeri on yksirivinen urakuulalaakeri. Yksiriviset urakuulalaakerit ovat monikäyttöisiä laakereita, joissa on massiivinen ulkorengas, sisärengas sekä kuulakehä. Urakuulalaakerin vierintägeometria ja kuulat sallivat säteis- ja aksiaalivoimia. Kuvassa 9 näkyy esimerkki urakuulalaakerista. (Schaeffler Group, 2008.)



*Kuva 9: Yksirivinen urakuulalaakeri*

#### 4.5 Potkuriakseli tiivisteen huuhtelun toteutus

Koulutusteline on suunniteltava siten, että tiivisteen huuhtelun harjoittelu ja havainnollistaminen on mahdollisia. Telineen hyödyllisyyden kannalta huuhtelun käytännön harjoittelu on kriittinen toiminto. Potkuriakselin tiivisteen huollossa huuhtelu on tärkeä osa tiivisteen ja järjestelmän kunnossapitoa. Huuhtelun voi suorittaa niin lopukäyttäjät kuin huoltomieskin, mikä tarkoittaa, että huuhtelua tullaan harjoittamaan lähes kaikilla RR Oy Ab:n koulutuskeskuksessa järjestettävillä kursseilla.

Koulutusteline tulee olemaan osa koulutuskeskuksen hydraulikkahuoneen simulaattoria. Liitteessä 6 on havainnollistettu miten teline on osa tätä toiminnallista harjoittelukokonaisuutta. Hydraulikkahuoneen muita komponentteja hyödyntämällä potkuriakselin tiivisteen huuhtelu voidaan suorittaa hyvin realistisesti. Öljy tiivisteelle tulee painovoimatankista ja tankin paineistus toteutetaan instrumenttipanelin avulla. Tämä järjestely vastaa lähes täysin laivaolosuhteita.

Huuhtelua harjoitellessa kouluttaja voi lisätä vettä tiivisteeseen tai painovoimailinaan, jotta tiivisteen huuhtelu vastaisi mahdollisimman hyvin todellista tilannetta. Huuhtelu suoritetaan 35 litran tankkiin, jossa CJC-sivuvirtasuodatin erottelee veden öljystä. Öljyn ollessa puhdasta voidaan se pumpata takaisin 150 litran tankkiin. Tankkijärjestelyn ja CJC:n toiminta hydraulikkahuoneen järjestelmässä on kuvattu

liitteessä 6. Kappaleessa 4.5.1 on tarkempi kuvaus CJC - sivuvirtasuodattimen käytöstä.

#### 4.5.1 CJC- sivuvirtasuodatin

RR Oy Ab:n koulutuskeskuksessa on sivuvirtasuodatin CJC PTU 2HP 27/27, joka ei ole tällä hetkellä käytössä. Tämä filteriyksikkö saadaan hyötykäyttöön koulutusteli-neessä. CJC-sivuvirtasuodattimilla poistetaan öljystä kiinteät hiukkaset, puolikiinteät öljyn hajoamistuotteet ja vesi. (Tekoma, 2016.)

CJC:n valmistamia sivuvirtasuodattimia käytetään laivoilla lisäfilttereinä ja tilanteis-sa, joissa vettä on päässyt esimerkiksi voiteluöljyn sekaan. Sivuvirtasuodattimella pystytään vähentämään öljyn vesipitoisuutta ja näin jatkamaan laivan operointia ilman telakointia. Tästä syystä CJC-sivuvirtasuodattimen käyttöönotto koulutuskeskuksessa on hyvä lisä asiakas ja huoltomiesten koulutuksiin.

Huuhtelua harjoitellessa pieni määrä vettä sekoitetaan painovoimalinjassa olevaan öljyyn. Tämä veden ja öljyn sekoitus korvataan huuhtelussa puhtaalla öljyllä. Huuhdeltu jäteöljy voidaan kuitenkin uusiokäyttää sivuvirtasuodattimen ansiosta.

## 5 KOULUTUSTELINEEN VALMISTUSKUVIEN TEKO

Valmistuskuvien tuottaminen on yksi työn tärkeimmistä tavoitteista, sillä kuvien suunnittelu mahdollistaa koulutustelineen teettämisen alihankkijalla. Valmistuskuvat suunnitellaan RR Oy Ab:ssa käytössäni olevalla AutoCAD Mechanical 2009-ohjelmalla 2D-kuvina, joiden perusteella teline pystytään valmistamaan. Kuviin luodaan osaluettelot, joiden avulla on helppo hankkia telineeseen vaadittavat osat ja materiaalit. Valmistuskuvia suunnitellessa olen pyrkinyt toteuttamaan aiemmin telineelle määritetyt tavoitteet.

### 5.1 Laakeripesä

Laakeripesän valmistuskuva suunnitellaan työhön valituille komponenteille, IHC-potkuriakselintiivisteelle (kuva 5) ja SKF 6040M-urakuulalaakerille. Työssä käytettävä potkuriakselin tiiviste on RR-potkurilaitteesta, joten tiivistepesän mitoituksessa pystytään hyödyntämään potkurilaitteen valmistuskuvia. IHC-potkuriakselin tiiviste määrittää laakeripesän mitoituksessa, laakerin koon ja levyyn koneistettavat reiät sekä kierteet.

Laakeripesä valmistetaan kahdesta levystä, jotka ovat esitetty liitteessä 1. Osa 1 on 60mm paksu levy, josta koneistetaan varsinainen laakeripesä. Osa 2 on kiinnityslevy, jolla laakeripesä pultataan telineeseen suunniteltavaan pöytään. Levyt yhdistetään toisiinsa pienahitsillä, joka on määritetty valmistuskuvassa.

### 5.2 Laippa

Tiivistepesässä urakuulalaakerin pitää akselinsuuntaisesti paikallaan siihen koneistettu olake. Tämä olake pitää laakerin paikallaan vain toiseen suuntaan. Tästä johtuen on laakeripesään suunniteltava laippa, joka lukitsee laakerin. Laipan pitää olla irro-

tettava, jotta laakeri pystytään asentamaan laakeripesään. Laippa kiinnitetään paikalleen kokoonpanovaiheessa, kun laakeri on paikallaan koneistettua olaketta vasten. Laipan toinen tarkoitus on keskittää tiiviste ja helpottaa tiivisteiden asennusta telineeseen. Liitteessä 1 on esitetty laipan valmistuskuva ja laippa näkyy asennettuna liitteessä 5.

### 5.3 Akseli

Opinnäytetyössä käytettävän potkuriakselin tiivisteiden akselin paksuus on 200 mm. Potkurilaitteissa potkuriakseli koneistetaan teräsakselista, mutta koulutustelineessä potkuriakselille ei kohdistu yhtä suuria voimia kuin varsinaisissa potkurilaitteissa. Tästä johtuen koulutustelineessä voidaan akseli korvata putkella, jolloin telineestä saadaan kevytrakenteisempi. Putkea akselin sijasta käytettäessä koulutustelineen materiaalikustannukset laskevat. Telineeseen tulevan akselin valmistukseen käytetään halkaisijaltaan 203 mm olevaa rakenneputkea, jonka seinämävahvuus on 20 mm. Akselin valmistuskuva on esitetty liitteessä 3.

Koulutustelineen akselin mitoituksessa voidaan hyväksikäyttää sellaisen potkurilaitteen valmistuskuvia, jossa on käytetty samanlaista IHC-potkuriakselin tiivistettä kuin telineessä. Telineen akselin mitoitukseen voidaankin ottaa halkaisijat laakerin ja tiivisteiden asennuspinnoille suoraan sopivan US 155-potkurilaitteen valmistuskuvasta.

Koulutustelineen akselille tuleva urakuulalaakeri asennetaan akselille jätettyä olaketta vasten. Olakkeen halkaisija on sama kuin koneistamattoman putken halkaisija 203 mm. Näin laakerin paikka saatiin määritettyä tarkasti ilman erillistä akselille asennettavaa holkkia. Laakeri ja potkuriakselin tiiviste asennettuna akselille näkyy liitteessä 5.

### 5.4 Pöytä

Pöydän suunnittelun lähtökohdista olivat, sopiva työskentelykorkeus, laakeripesän helppo kiinnitys pöytään ja mahdollisuus liikutella telinettä pumppukärrien avulla. Edellä mainitut lähtökohdat toteutuivat suunnittelussa sekä näiden lisäksi suunnitte-

lun aikana lisättiin pöytään välitason, jossa voidaan säilyttää esimerkiksi työkaluja tai toista potkuriakselin tiivistettä.

Tavoitteellinen työkorkeus koulutustelineelle oli 110-125 cm. Lattiasta akselin keskikohtaan mitattuna lopulliseksi työskentelykorkeudeksi tuli 120 cm, joka saavutettiin pöydän korkeudella 85 cm.

Pöydän jalat tehdään 30 x 30 teräs neliöputkesta ja pöytälevy 6 mm paksusta teräslevystä, Liitteessä 4 osat 1 ja 5. Pöytälevyyn koneistetaan 24 mm läpäreiät, joista laakeripesä pultataan kiinni pöytään. Pöydänjalkojen tukirakenteet sijoitetaan vähintään 15 cm korkeuteen lattiasta, jolloin telinettä pystytään liikuttelemaan pumppukärryillä ja koulutuskeskuksessa käytettävän puominostimen jalat mahtuvat tukirakenteen alle. Puominostimen jalkojen korkeuden huomioonottaminen mahdollistaa nostimen käytön potkuriakselin tiivisteiden asennus tai irrotus vaiheessa. Pöydän tarkempi mitoitus ja materiaalivalinnat näkyvät liitteessä 4.

## 5.5 Pääkokoontuote

Pääkokoontuotekuvassa näkyy koulutusteline kokoonpanona. Tähän kuvaan lisättiin myös ne telineeseen valitut osat, joita en ole itse suunnitellut, kuten potkuriakselin tiiviste, laakeri, JIC-liittimet, aluslaatat, pultit ja mutterit. Liitteestä 5 (pääkokoontuote) löytyy myös täydellinen osaluettelo telineen valmistukseen tarvittavista osista.

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella ja piirtää valmistuskuvat RR Oy Ab:n koulutuskeskukselle telineestä, jolla voidaan harjoitella potkuriakselin tiivisteiden asennusta. Telineestä oli tarkoitus suunnitella mahdollisimman monikäyttöinen ja autenttinen. Tämän lisäksi työssä haluttiin tutkia toiminnallisen koulutuksen merkitystä luokkaopetuksen tukena.

Alkuperäinen idea telineestä oli yksinkertaisempi kuin työn lopputulos. Alun perin tarkoituksena oli suunnitella mekaanisen asennuksen, huollon ja toimintaperiaatteen havainnollistamiseen tarkoitettu teline. Työn edetessä mukaan tuli idea tiivisteiden huuhtelun lisäämisestä telineen toimintoihin, joten teline suunniteltiin osaksi koulutuskeskuksen hydraulikkahuoneen koulutuskokonaisuutta. Huuhtelun lisääminen myötä saatiin myös koulutuskeskuksessa ollut sivuvirtasuodatin hyötykäyttöön.

Koulutuskeskuksessa on pyritty irti vanhasta jaottelusta, jossa mekaniikka hydraulikka ja kontrollijärjestelmien koulutus on pidetty toisistaan irrallisina osioina. Koulutuksissa pidettyjen ainerajoja rikkovien käytännönharjoitusten määrä onkin lisääntynyt huomattavasti viimeisen kahden vuoden aikana. Mielestäni tämä opinnäytetyö oli luonnollista jatkumoa tälle kehitykselle ja tuo hyvän lisän yrityksen tuleviin asiakas- ja sisäisiin koulutuksiin.

Työn teoriaosuutta pystytään hyödyntämään koulutuskeskuksessa muun muassa luokkaopetusmateriaalin- ja harjoitustöiden tekemisessä. Ideoita telineellä tehtävistä harjoitustöistä tuli jo suunnittelun aikana, mutta harjoitustyöt tehdään lopullisesti vasta, kun teline ja hydraulikkahuoneen muutkin simulaattorit saadaan täyteen toimintakuntoon.

Työn mielenkiintoisin ja samalla myös haastavin osa oli valmistuskuvien teko. Kuvien teon haasteita olivat komponenttien-, materiaalien- ja toimintojen valinnat sekä

telineen suunnittelu käytännölliseksi. Suunnittelussa oli pystyttävä miettimään etukäteen mahdollisia kompastuskohtia, kuten koulutuskeskuksen rajalliset nostoapuvälineet ja tilat.

Työn lopputulokseen oltiin yrityksessä tyytyväisiä ja teline on tilattu alihankkijalta. Telineen on määrä saapua koulutuskeskukseen viimeistään tammikuussa 2017.



## LÄHTEET

Esko Valtanen, 1997. Koneenrakentajan Taulukkokirja. Gummerus: Jyväskylä

IHC Lagersmit, 2009. Supreme Academy Training Rolls-Royce. Viitattu 15.9.2016

Hannu Salakari, 2007. Taitojen Opetus. Saarijärven Offset: Saarijärvi

Hannu Salakari, 2009. Toiminta ja oppiminen – koulutuksen kehittämisen tulevaisuuden suuntaviivoja ja menetelmiä. Hakapaino Oy: Helsinki

Ilpo Vuorinen, 2008. Tuhat tapaa opettaa. Vammalan kirjapaino Oy: Sastamala

Kauranne, H, Kajaste, J. & Vilenius, M, 2006. Hydraulitekniiikan perusteet. WSOY: Helsinki.

Launis, M & Lehtelä, J. 2011. Ergonomia. Tammerprint: Tampere.

Opetushallitus, 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Viitattu 18.11.2016.

[http://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)

Rolls-Royce Oy Ab. 2014. Installation of pressurized gravity tank. Viitattu 12.9.2016. Yrityksen sisäinen tietokanta.

Rolls-Royce Oy Ab. 2013. Flushing of gravity line. Viitattu 25.10.2016. Yrityksen sisäinen tietokanta

Rolls-Royce Oy Ab. 2015. Company Profile. Viitattu 1.9.2016. Yrityksen sisäinen tietokanta.

Rolls-Royce Oy Ab 2016. Presentations. Viitattu 22.11.2016. Yrityksen sisäinen tietokanta.

Schaeffler Group, 2008. Yksiriviset urakuulalaakerit. Viitattu 18.10.2016.

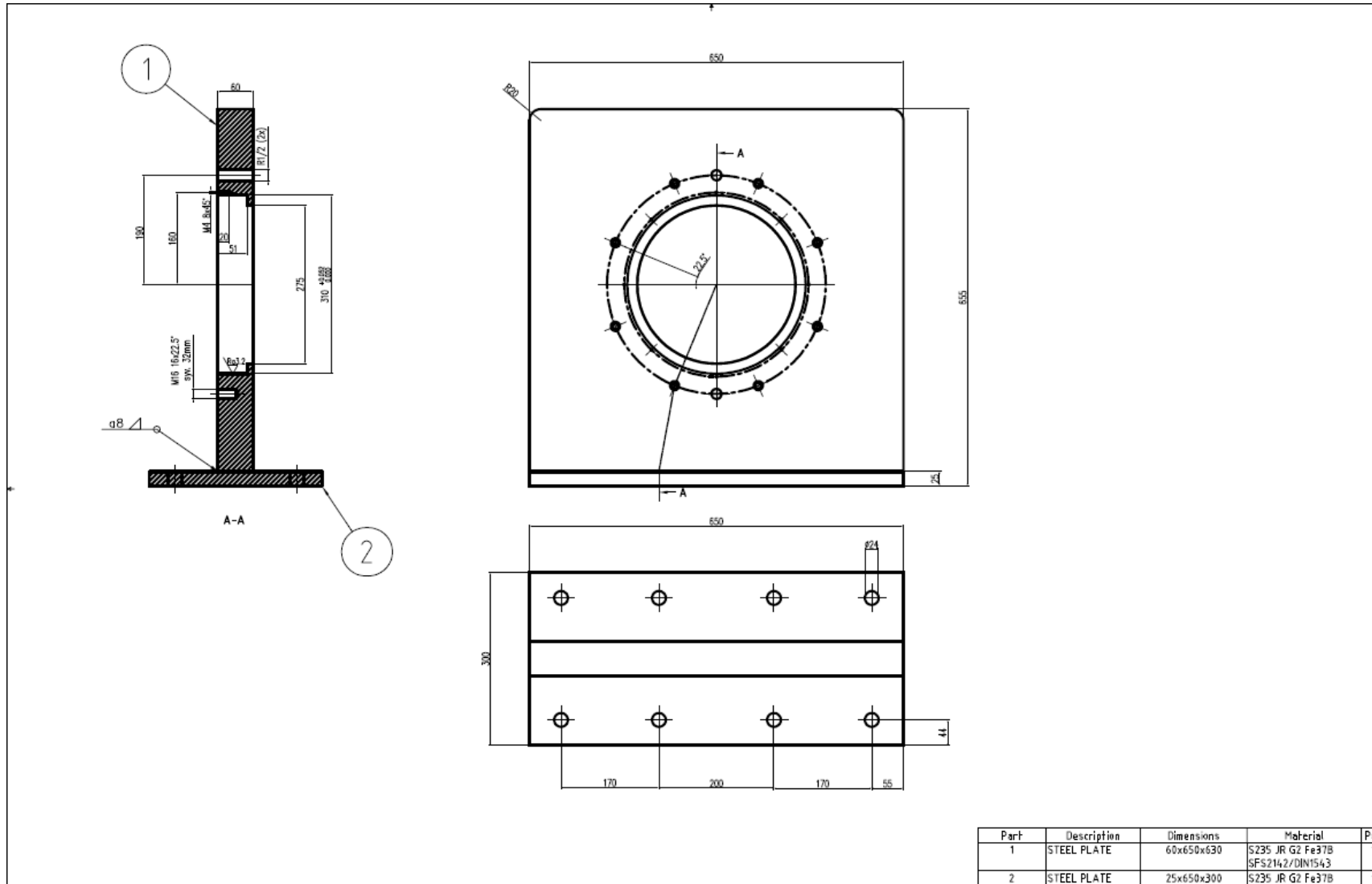
[http://www.fag-generationc.info/fileadmin/FAG/download/FI/tpi165\\_de\\_fi.pdf](http://www.fag-generationc.info/fileadmin/FAG/download/FI/tpi165_de_fi.pdf)

SKF, 2005. General catalogue. SKF: Saksa

Stena Drilling, 2016. Viitattu 31.10.2016. <http://www.stena-drilling.com/fleet-availability/stena-drillmax>

Tekoma, 2016. Viitattu 8.11.2016. <http://www.teknoma.fi/tuotteet/cjc-oljynpuhdistusjarjestelmat>

LAAKERIPESÄ



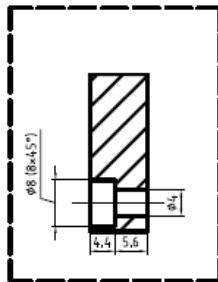
Mitat ilman toleranssimerkintää		Dimensions without tolerance							
Perusmitat	> 0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	Base dimension
Koneistus	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4		Machining
Pyör.viist.	± 0,2	± 1	± 2	± 4	± 8				Rounding, sloping
Levytyö		± 3	± 4	± 6	± 8	± 11			Steel work

Part	Description	Dimensions	Material	Pcs
1	STEEL PLATE	60x650x630	S235 JR G2 Fe37B SFS2142/DIN1543	1
2	STEEL PLATE	25x650x300	S235 JR G2 Fe37B SFS2142/DIN1543	1

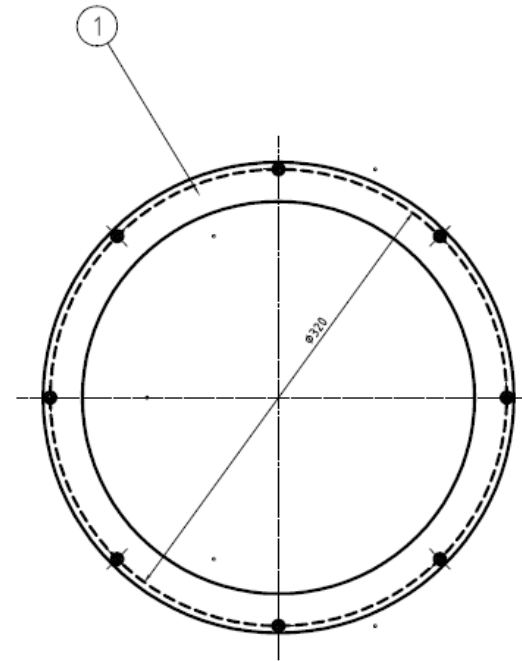
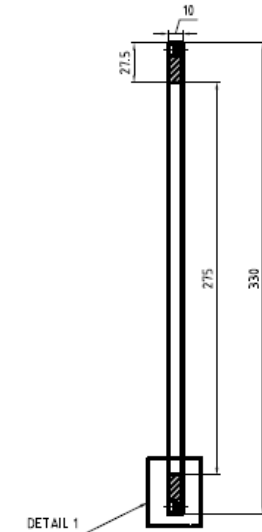
  

		LAAKERIPESÄ	
		BEARING HOUSING	
Part	1	Rev	1 / 1

LAIPPA



DET.1 1:4

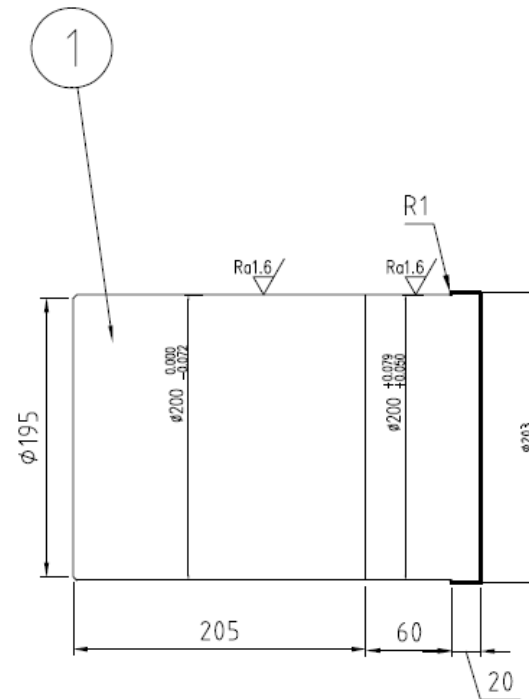


Mitat ilman toleranssimerkintää		Dimensions without tolerance							
Perusmitta	> 0.5	3	6	30	120	315	1000	2000	Base dimension
Koneistus	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4	± 4	Machining
Pyör.viist.	± 0.2	± 1	± 2	± 4	± 8				Rounding, sloping
Levytyö			± 3	± 4	± 6	± 8	± 11		Steel work

Part	Description	Dimensions	Material	Pcs
1	STEEL PLATE	10 x 330 x 330	S235 JR G2 Fe37B SFS214-2	1

<b>Rolls-Royce</b>		LAIPPA	
FLANGE			
File	26.04.2010	Drawn	DATE
Scale	1:1	Check	DATE
Appr.		Drawn	DATE
Appr.		Check	DATE
Page		Total pages	
1 / 1		U	

AKSELI



Mitat ilman toleranssimerkintää		Dimensions without tolerance							
Perusmitta	> 0.5	3	6	30	120	315	1000	2000	Base dimension
Koneistus	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4		Machining
Pyör.viist.	± 0.2	± 1	± 2	± 4	± 8				Rounding, sloping
Levytyö			± 3	± 4	± 6	± 8	± 11		Steel work

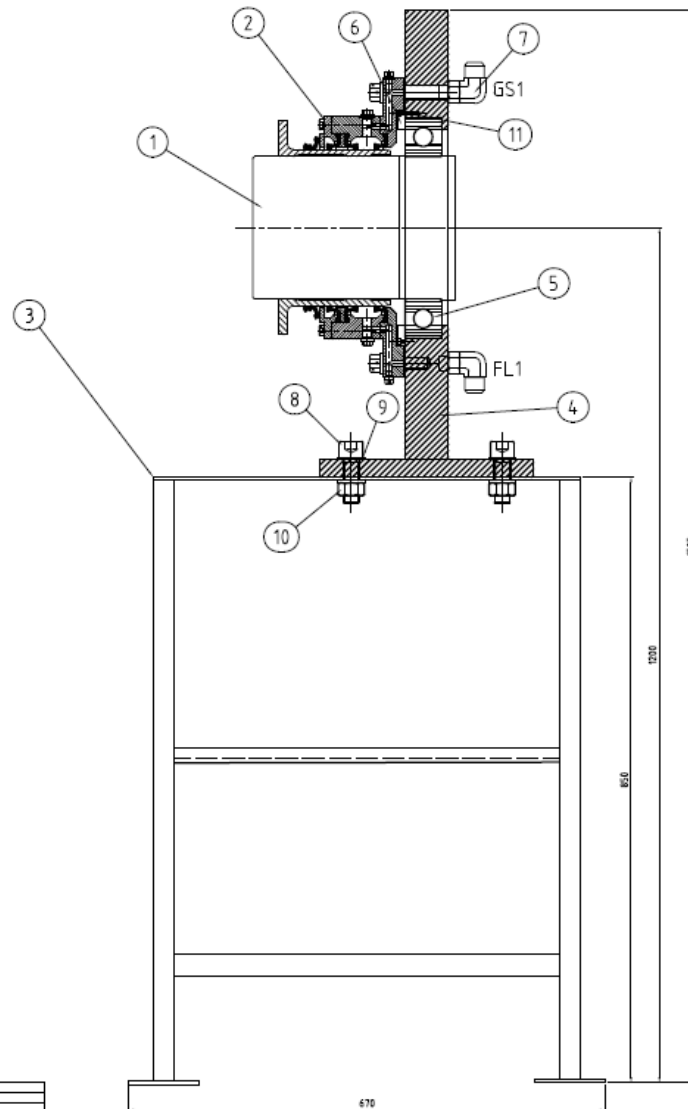
Part	Description	Dimensions	Material	Pcs
1	SHAFT	203X20X285	S 355 J2 G3 Fe 52 D SFS200	1


		AKSEL
		SHAFT
1	1	1



PÄÄKOKOONPANO



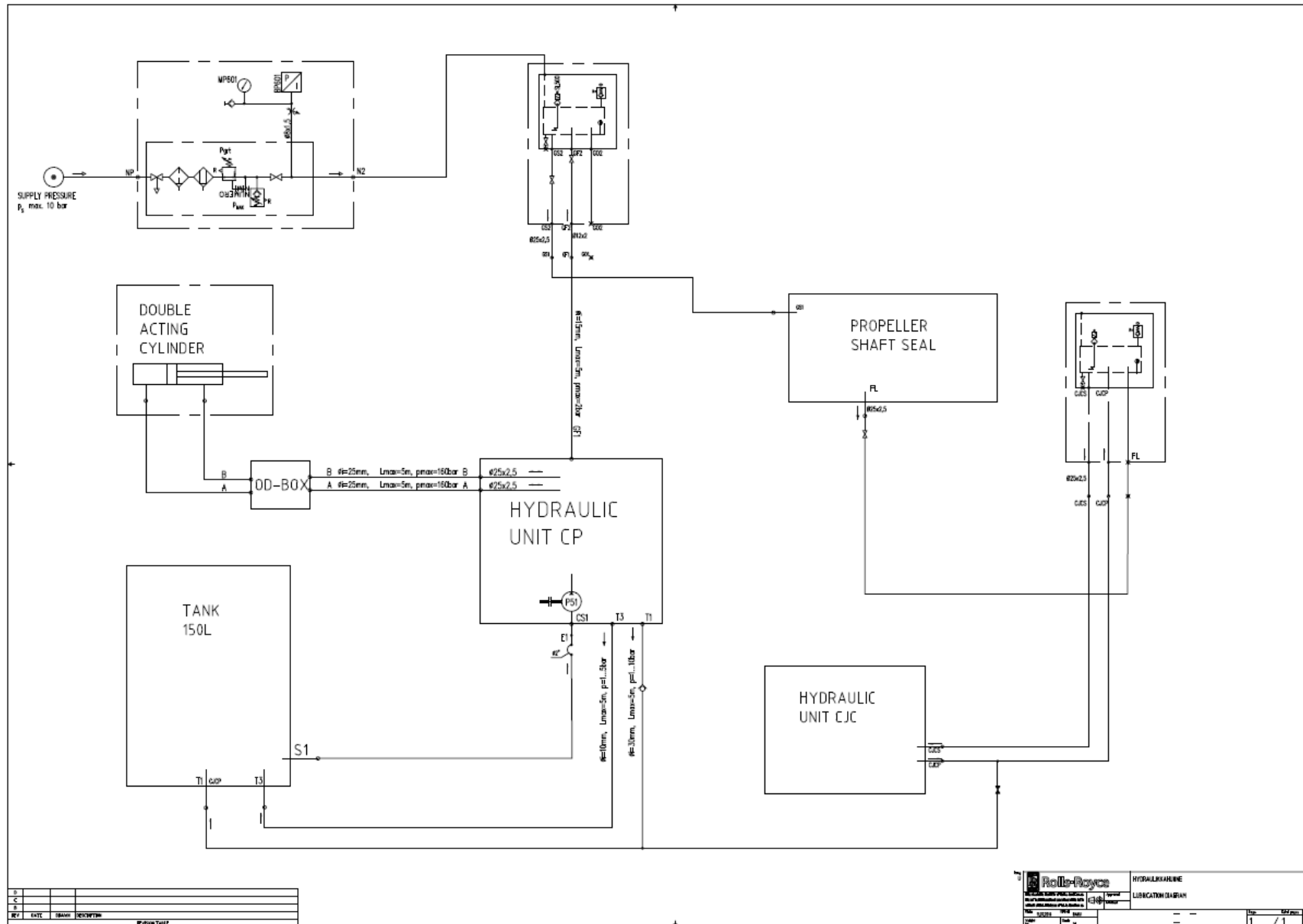
Part	Description	Dimensions	Material	Pcs
1	SHAFT			1
2	PROPELLER SHAFT SEAL		RR- 6375984 A	1
3	TABLE			1
4	BEARING HOUSING			1
5	BEARING	d200/D310	SKF 6040M	1
6	FLANGE			1
7	JIC MALE ELBOW	8-8C40MX 1/2"	C40MX	2
8	BOLT	M22	DIN 912	8
9	WASHER	M22	DIN 125-1 A	16
10	NUT	M22	DIN 555	8
11	BOLT	M4 L=20mm	DIN 912	8


**PÄÄKOKOONPANO (pohturiksi selintiviteen asennusteline)**  
**MAIN ASSEMBY**

2018-01-20  
 1 / 1  
 U

2			
3			
4			
5			
REF	SAFY	SHAW	PROPELLER
			PROPELLER SHAFT

HYDRAULIKKAHUONE



REV	DATE	BY	CHK	DESCRIPTION

		HYDRAULIKKAHUONE	
<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>		<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	
<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>
<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>	<small>Rolls-Royce Power Systems Ltd PO Box 100, 100000, Helsinki, Finland Tel: +358 9 2534 1000 Fax: +358 9 2534 1001 www.rolls-royce.com</small>