



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Simo Koskenvaara

2008

NOSTO-OHJEIDEN JA NOSTOKORVIEN PÄIVITYS

Tekniikka Rauma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

NOSTO-OHJEIDEN JA NOSTOKORVIEN PÄIVITYS

Koskenvaara, Simo

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Rauma

Tuotantotalous

Yritys: Rolls-Royce Oy Ab

Elokuu 2008

Ohjaaja: yliopettaja Jarmo Karinen

UDK: 621.8

Asiasanat: nosto-ohjeet, nostokorvat, työturvallisuus

Tämä opinnäytetyö tehtiin Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman yksikölle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia lainsäädännöllisesti ajan tasalla olevat nosto-ohjeet propulsiolaitteiden nostoille sekä päivittää nostoissa käytettävät nostokorvat vastaamaan tämän hetkisiä vaatimuksia.

Nosto-ohjeistus laadittiin perehtymällä olemassa olevaan ohjeistukseen ja nykyisiin lainsäädännön ja työturvallisuusasetusten vaatimuksiin. Lisäksi tietoa kerättiin haastattelemalla laitteiden suunnittelijoita sekä tuotannon työntekijöitä. Tarvittavaa tietoa saatiin myös Rolls-Roycen sisäisistä tietokannoista.

Työn alussa esitellään yritys ja valmistettavat laitteet. Esittelyn jälkeen analysoidaan propulsiolaitteiden nostotapahtumat. Nostojen analysoinnin jälkeen laaditaan laitteille nosto-ohjeistus.

Opinnäytetyön tärkeimmät tulokset saavutettiin. Ohjeistusten kehitystä on tarkoitus jatkaa myös tulevaisuudessa.

UPDATING LIFTING INSTRUCTIONS AND LIFTING LUGS

Koskenvaara, Simo

Satakunta University of Applied Sciences

School of Technology Rauma

Industrial Management

Commissioned by Rolls-Royce Oy Ab

August 2008

Tutor: Jarmo Karinen, Principal Lecturer

UDC: 621.8

Keywords: lifting instructions, lifting lugs, industrial safety

This study was commissioned by Rolls-Royce Oy Ab. The main purpose of the study was to draw up lifting instructions of propulsion units corresponding with the legislation. A secondary objective was to update the information on lifting lugs.

The lifting instructions were drawn up by studying the present instructions, the legislation and the requirements of industrial safety. The information needed for the study was also gathered by interviewing designers and other workers. The intranet of Rolls-Royce was also an important source of information.

At the beginning of this study the company and the manufactured propulsion units were introduced. After this, the liftings of the propulsion unit were analysed. Finally the lifting instructions were drawn up.

The main objectives of the study were achieved. The company intends to continue the development of the instructions in the future.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	6
1.1 Yleistä.....	6
1.2 Rolls-Royce.....	6
1.2.1 Rolls-Royce Oy Ab:n historia.....	7
1.2.2 Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman yksikön tuotanto-ohjelma.....	7
1.3 Potkurilaitteet.....	7
1.3.1 Rolls-Royce Azimuth Thrusters, US ja Contaz.....	8
1.3.2 Rolls-Royce Azimuth Thrusters, UL ja Offshore-laitteet.....	9
1.4 Opinnäytetyön tavoite ja toteutus.....	10
2 POTKURILAITTEISTOJEN NOSTOJEN ANALYYSI.....	11
2.1 Käytettävät nostokorvat.....	11
2.1.1 Nostokorvien sijainti ja kiinnitys.....	11
2.1.2 Nykytilanne.....	14
2.1.3 Nostokorvien lujuuslaskenta.....	16
2.2 Laitteiden nostot.....	20
2.2.1 Laitteiden nostot tuotannossa.....	20
2.2.2 Laitteiden nostot toimituksen jälkeen.....	22
2.3 Ohjaava lainsäädäntö ja työturvallisuusnäkökohdat.....	23
2.4 Parannusehdotukset ja yhteenveto.....	24
2.4.1 Nostokorvien parannusehdotukset.....	25
2.4.2 Nostojen parannusehdotukset.....	25
3 NOSTO-OHJEISTUS.....	27
3.1 Nykytilanne ja laitevariaatioiden kartoitus.....	27
3.2 Kuormansidonta.....	29
3.2.1 Kuormansidonnan vaatimukset.....	30
3.2.2 Kuormansidonnan ohjeistus.....	32
3.3 Nosto-ohjeet.....	34
3.3.1 Yleisiä nosto-ohjeita.....	34
3.3.2 UL-laitteiden nosto-ohjeet.....	34
4 LOPPUTULOKSET JA YHTEENVETO.....	36
4.1 Opinnäytetyön lopputulokset.....	36
4.1.1 Propulsiolaitteiden nostot ja nostoissa käytetyt nostokorvat.....	36
4.1.2 Kuormansidonta ja nosto-ohjeet.....	37

4.2 Lopputulosten tarkastelu.....	37
4.3 Tulevaisuuden haasteet.....	38
LÄHDELUETTELO.....	39
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Rolls-Royce perustettiin alun perin Henry Roycen ja Charles Rolls'n toimesta vuonna 1906. Aluksi yritys valmisti autoja, mutta vuonna 1914 yritys laajensi tuotantoaan myös lentokoneenmoottoreiden valmistukseen. (Wikipedia 2008, Rolls-Royce plc.) Nykyisin Rolls-Royce-konserni on maailman johtava voimansiirtojärjestelmien tuottaja. Rolls-Royce Oy:n Rauman tehdas on osa konsernin merenkulkutoimialaa ja siellä suunnitellaan ja valmistetaan laivojen propulsiolaitteita sekä ankkurointi- ja kiinnitysjärjestelmiä. (Rolls-Royce Oy Ab 2007, sisäinen tietokanta.) Työni aihe syntyi todellisesta tarpeesta, sillä aikaisemmat nosto-ohjeet olivat puutteellisia ja vanhentuneita, eivätkä kaikki nostokorvat vastanneet tämän hetkisiä vaatimuksia. Myös lainsäädännössä on tapahtunut muutoksia.

1.2 Rolls-Royce

Rolls-Royce on maailman johtava voimansiirtojärjestelmien ja -palveluiden tuottaja, joka toimii globaaleilla markkinoilla neljällä eri toimialalla – siviili-ilmailu, sotilasilmailu, merenkulku ja energia. Työntekijöitä on toimistoissa, tuotannossa ja markkinoinnissa yhteensä 38000 50:ssä eri maassa. Vuotuinen liikevaihto oli vuonna 2006 9,95 miljardia euroa (£ 7,4 miljardia) ja tilauskirjan arvo oli 32,7 miljardia euroa (£ 26,1 miljardia). Rolls-Roycella on vahva jatkuvasti kasvava markkina-asema. Rolls-Royce Oy Ab on osa merenkulun toimialaa ja sillä on tuotantolaitoksia Raumalla ja Kokkolassa sekä myyntikonttori Helsingissä. Sen vuoden 2007 liikevaihto oli 320 miljoonaa euroa ja se työllistää 393 työntekijää, joista 320 toimii Rauman yksikössä. (Rolls-Royce Oy Ab 2007, sisäinen tietokanta.)

1.2.1 Rolls-Royce Oy Ab:n historia

Vuonna 1988 perustettiin Aquamaster-Rauma Oy yhdistämällä Hollming Oy:n Aquamaster-konepajan ja Rauma-Repolan kansikonetehtaan toiminnot. Huhtikuussa 1995 englantilainen pörssi-yhtiö Vickers P.L.C. osti Aquamaster-Rauma Oy:n ja tämä johti kiinteään yhteistyöhön ruotsalaisen potkurilaittevalmistaja KAMEWA AB:n kanssa. Vuoden 1998 alussa nimi muutettiin Kamewa Finland Oy:ksi ja keväällä 1999 Vickers plc osti norjalaisen Ulsteinin, ja näin syntyi Vickers Ulstein Marine Systems (VUMS). Marraskuussa 1999 Vickers-konserni siirtyi Rolls-Roycen omistukseen ja 17.7.2000 nimeksi tuli Rolls-Royce Oy Ab. 1.1.2001 Rolls-Royce Oy Ab osti Kokkolassa vesisuihkuvetolaitteita valmistavan FF-Jetin. (Rolls-Royce Oy Ab 2007, sisäinen tietokanta.)

1.2.2 Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman yksikön tuotanto-ohjelma

Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman yksikön tuotanto-ohjelmaan kuuluvat potkurilaitteet ja vintturijärjestelmät. Rolls-Royce on keskittänyt potkurilaitetuotantonsa Rauman yksikköön ja se on maailman johtava 360° kääntyvien potkurijärjestelmien valmistaja. Potkurilaitteiden pääasialliset sovellutuskohteet ovat hinaajat, offshorehuolto-alukset ja maantielautat.

Rolls-Royce on maailman johtava kiinnitys- ja ankkurointijärjestelmien valmistaja. Tuotevalikoimaan kuuluvat sähkö- ja hydraulikäyttöiset ankkurointi- ja kiinnitysjärjestelmät, hinausjärjestelmät sekä offshore/ankkurinkäsittelyjärjestelmät, joiden pääasiallisia sovellutuskohteita ovat konttilaivat, tankkerit, matkustajalaivat sekä muut kauppalaivat.

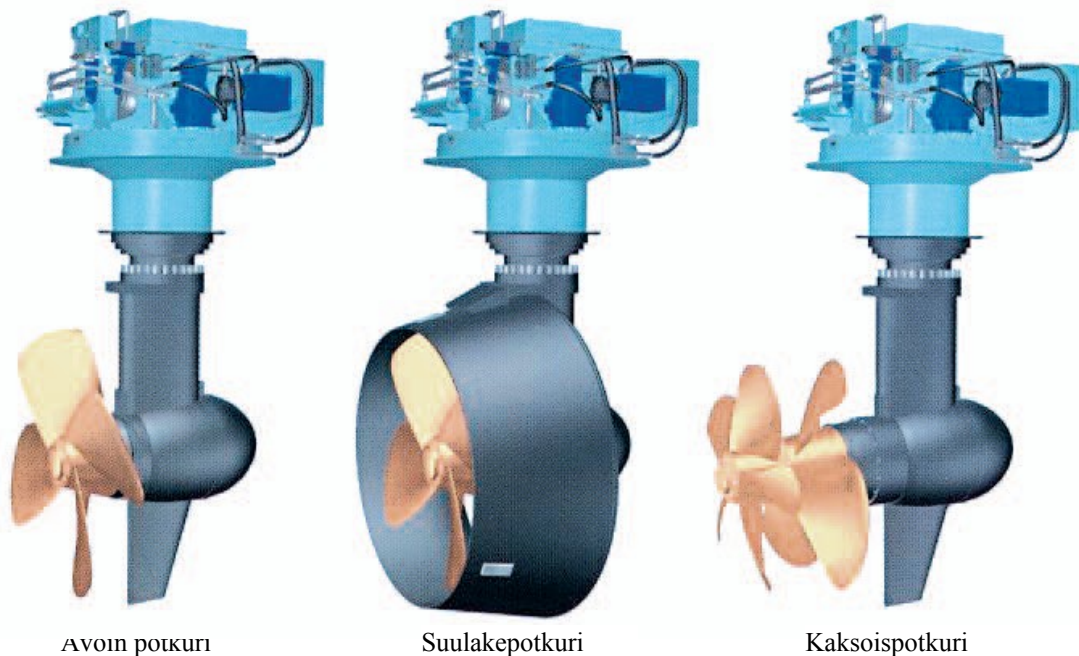
1.3 Potkurilaitteet

Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman yksikössä suunnitellaan ja valmistetaan Rolls-Royce Azimuth Thrusters-propulsiolaitteita. Ne ovat potkurilaitteita, jotka kääntyvät 360° vertikaaliakselinsa ympäri, joten niillä voidaan myös ohjata alusta. Azimuth Thrusters-propulsiolaitteiden ohjattavuus on huippuluokkaa. Tuotanto-ohjelmaan kuuluvat standardilaitteet sekä erikoislaitteet. Niitä ovat veden alla asennettavat ja

kaksipotkuriset laitteet sekä laitteet, joiden korkeutta voidaan säätää. Laitteita on saatavana erikokoisina sekä erilaisin asennus- ja potkurivaihtoehdoin. Myös laitteiden myynti ja markkinointi tapahtuu Raumalla.

1.3.1 Rolls-Royce Azimuth Thrusters, US ja Contaz

US-laitteet ovat standardilaitteita. Niitä on saatavissa kiinteällä (FP, fixed pitch propeller), säädettävällä (CP, controllable pitch propeller) tai kaksoispotkurilla (CRP, contra rotating propeller) varustettuna. Yksipotkurisiin laitteisiin voidaan asentaa suulake. Tyypillisiä US-laitteiden käyttökohteita ovat lautat, risteilijät, rahtilaivat ja tankkerit.



Kuva 1. US-laitteiden potkurivaihtoehdot

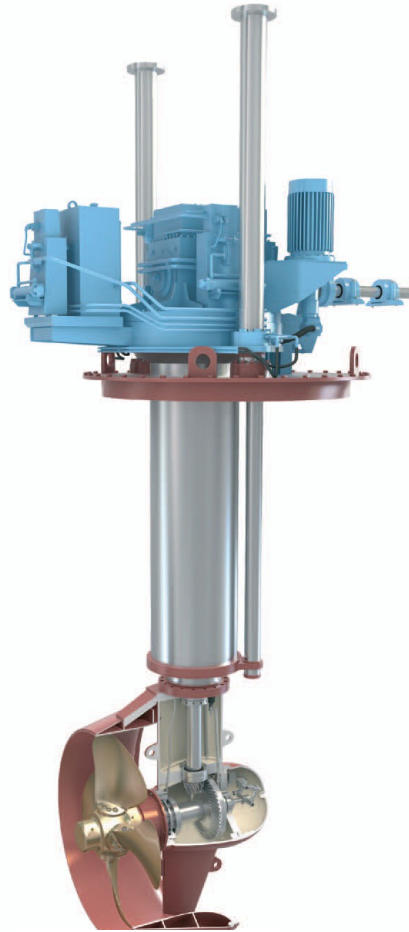
Contaz-laitteet ovat CRP-laitteita, joissa on kaksi vastakkain pyörivää potkuria. CRP:n etuja ovat pienempi kulutus, parempi ohjattavuus, matalampi melu- ja värinätaaso. Contaz-laitteita käytetään pääasiassa matkustaja- ja autolautoissa sekä avomerialuksissa. (Rolls-Royce Oy Ab 2007, sisäinen tietokanta.)

US-laitteissa asennusmahdollisuuksia on kolme (Liite 1): 1. Komponentit asennetaan pohjakaivoon, joka pultataan laivan runkoon hitsattuun kehyslevyyn. 2. Ensin yläosa

hitsataan kansirakenteisiin kiinni, jonka jälkeen alaosa asennetaan yläosaan. 3. Koko laite nostetaan alakautta paikoilleen ja pultataan runkoon hitsattuun kehyslevyyn.

1.3.2 Rolls-Royce Azimuth Thrusters, UL ja Offshore-laitteet

UL-laitteissa potkurin korkeutta pystytään säätämään hydraulisesti. Kun laitetta ei tarvita, se pystytään nostamaan ylös, jolloin virtausvastus vähenee. Laitteeseen on saatavana joko kiinteä- tai säädettävälapainen potkuri ja ne ovat kaikki suulakkeella varustettuja. UL-laitteita käytetään tyypillisesti avomerialuksissa, lautoissa ja kalantutkimusaluksissa. Laite asennetaan laskemalla koko laite runkoon hitsattuun kehyslevyyn. Tämän jälkeen alatuet hitsataan kiinni ja laite pultataan paikoilleen.



Kuva 2. UL-laite

Offshore-laitteita on kolme. UUC-laite voidaan asentaa veden alla, joten se ei tarvitse kuivatelakkaa ollenkaan. Tämä on tärkeä ominaisuus suurille aluksille ja vedenalaisille porauslautoille, joiden kuivatelakointi on vaikeaa.

USL-laite on tarkoitettu märkäasennukseen, eikä se tarvitse kuivatelakkaa. Kolmas avomerialuksissa käytetty Offshore-laite UUC- ja USL-laitteiden lisäksi on USE-laite, joka vaatii kuivat asennusolosuhteet. (Rolls-Royce Oy Ab 2007, sisäinen tietokanta.)

1.4 Opinnäytetyön tavoite ja toteutus

Tämän työn tavoite on laatia Rolls-Royce Oy:n Rauman tehtaan potkurilaitteille lainsäädännöllisesti ajan tasalla olevat nosto-ohjeet. Ohjeiden tarkoitus on opastaa, miten propulsiolaitteita nostetaan oikeaoppisesti sekä mitkä ovat laitteen oikeaoppiset nosto- ja sidontapaikat. Ohjeiden on tarkoitus palvella sekä tehtaan omaa henkilökuntaa että laitteen kuljetuksesta ja asennuksesta vastaavia henkilöitä. Lisäksi nostoissa käytettäviä nostokorvia on tarkoitus päivittää vastaamaan nykyisiä vaatimuksia sekä standardisoida mahdollisuuksien mukaan.

Työ toteutetaan perehtymällä olemassa olevaan ohjeistukseen sekä nykyisiin lainsäädäntö- ja työturvallisuusvaatimuksiin. Lisäksi tutkitaan, mitä potkurilaitteistoja valmistetaan ja mitä nostoja niille joudutaan tekemään. Tietoa kerätään yrityksen tietokannoista, alan kirjallisuudesta sekä haastatteleamalla suunnittelijoita, tuotannon työntekijöitä sekä työturvallisuudesta vastaavia henkilöitä.

Kerätyn tiedon pohjalta analysoidaan laitteen valmistusprosessissa tehdyt nostot sekä nostotilanteet. Myös läheltä piti -tilanteet ja tapahtuneet onnettomuudet analysoidaan. Saatujen tietojen pohjalta laaditaan uusi nosto-ohjeistus kiinnittäen huomiota turvallisuusnäkökohtiin ja ohjeistuksen toimivuuteen. Myös nostokorvien päivitys tapahtuu kerätyn tiedon pohjalta. Lopuksi laaditut ohjeet testataan antamalla ne nostojen parissa työskentelevien työntekijöiden arvioitaviksi.

2 POTKURILAITTEISTOJEN NOSTOJEN ANALYYSI

2.1 Käytettävät nostokorvat

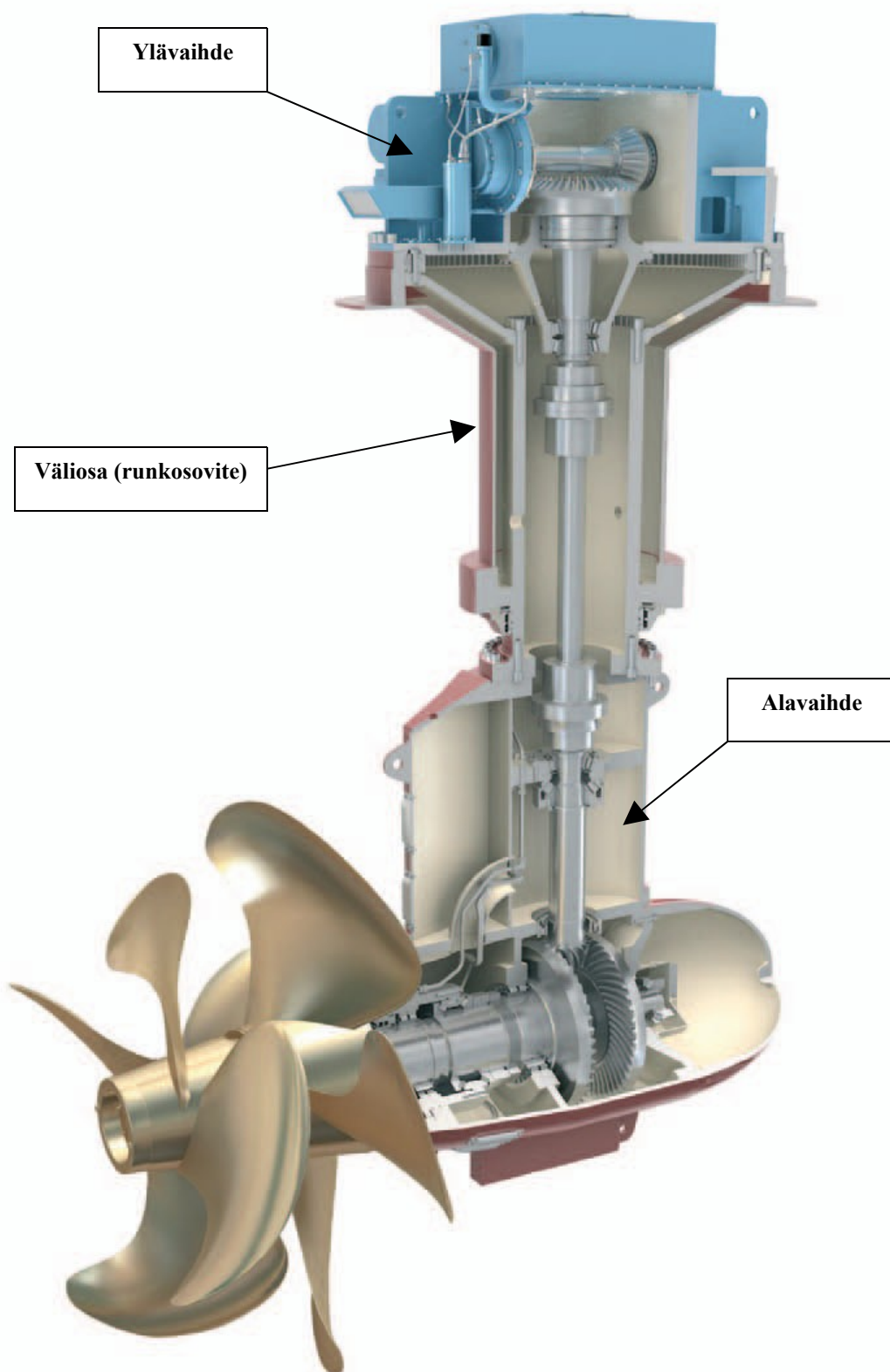
Opinnäytetyössä selvitetään, mitä nostokorvia on käytössä ja tutkitaan, voidaanko jo käytössä olevilla standardisoiduilla nostokorvilla korvata itse tehtyjä standardisoimattomia korvia. Lisäksi tutkitaan keskeisimpien itse tehtyjen standardisoimattomien nostokorvien todellista kestävyyttä. Parannusehdotuksia eritellään tarkemmin osiossa 2.4 Parannusehdotukset ja yhteenveto.

2.1.1 Nostokorvien sijainti ja kiinnitys

Nostokorvia, joista koko laitetta voidaan nostaa, on hitsattu alarunkoon, runkosovitteeseen sekä pohjakaivon kanteen. Myös laitteen ylävaihteessa on nostokorvia, mutta ne on tarkoitettu ainoastaan ylävaihteen kokoonpanossa tapahtuviin nostoihin, eikä niitä saa käyttää koko laitteen nostamiseen. Laitteissa voi muuallakin sijaita laitteen kokoonpanoon tarkoitettuja nostokorvia, joita ei ole tarkoitettu käytettäväksi koko laitteen nostoon. Erehdysten ja epäselvyyksien välttämiseksi onkin tärkeää, että sallitut nosto- ja sidontapaikat on merkitty selkeästi ja että laitteen nostoon ja sidontaan on laadittu selkeät ohjeet.

Suurin osa valmiin propulsiolaitteen nostokorvista on kiinnitetty hitsaamalla, joten ne ovat kiinteä osa laitetta. Nostokorvien hitsaussaumamat ovat tärkeimpiä hitsaussaumoja, mitä koko laitteessa on. Niiden pitää kestää turvallisesti laitteiden nostot ja kääntämiset, joten hitsaussaumoille on asetettu vaatimuksia hitsauksen ja

hitsauksen suorittajan suhteen. Eri hitsausmenetelmillä on omat standardisoidut lisäaineet, ja hitsauksen suorittajan täytyy olla luokkahitsaaja EN 287:n mukaisesti. On ensiarvoisen tärkeää varmistaa hitsausseamien kestävyys, koska ne ovat nostotilanteissa suuren rasituksen kohteena. Hitsausseaman pettäminen olisi erittäin vaarallista ja saattaisi aiheuttaa pahimmillaan ihmishenkien menetyksiä. Hitsattujen nostokorvien haittapuoli on se, että nostokorvat jäävät kiinni lopulliseen valmiiseen propulsiolaitteeseen aiheuttaen kavitaatio-ongelmia. Alarungon isot nostokorvat muodostavat



Kuva 3. Propulsiolaitteen rakenne ja osat (CRP-laite)

ota, joka aiheuttaa ylimääräistä

kulumista ja ääntä. Käytössä on myös irrotettavia ruuvaamalla kiinnitettäviä nostosilmukoita, mutta niitä käytetään pääasiassa laitteiden kokoonpanotilanteissa.

2.1.2 Nykytilanne

Rolls-Roycen sisäisestä piirustustietokannasta löytyy suuri määrä erilaisia nostokorvia. Suurin osa näistä on kuitenkin erikoisnostokorvia, joita ei käytetä kokonaisten laitteiden nostoihin. Tietokannassa on myös vanhentuneita ja osittain päällekkäisiä nostokorvia. Osa nostokorvista ei ole erikseen hitsattavia, vaan kiinteä osa rakennetta.

Käytetyt nostokorvat tehdään pääosin itse plasmaleikkauskoneella polttamalla. Nostokorvien valmistusmateriaalilla on laadulliset vähimmäisvaatimukset, jotka sen tulee täyttää. Käytettävien teräslevyjen materiaali on S355K2G3 SFS-EN 10025

Taulukko 1. Teräslevy S355K2G3 myötörajat ja murtolujuus

Paksuus, s mm	Ylempi myötöraja, R_{Eh} N/mm ²	Murtolujuus, R_m N/mm ²
$s \leq 16$	355	490 – 630
$16 < s \leq 40$	345	490 – 630
$40 < s \leq 63$	335	490 – 630

(Taulukko 1). Nostokorvien lujuudet on laskettu myötörajaan nähden varmuuskertoimella vähintään 1,5 (Konedirektiivi, Vnp 1314/1994), eikä nostokorvan tasoon nähden tapahtuvan vinovedon suuruus saa ylittää $\alpha = 5^\circ$. Jos vinoveto on suurempi, tuetaan nostokorvaa sivulta polviolla. Nostokorvaa voidaan kallistaa 5-20°. Myös niiden rakenteiden lujuus, johon nostokorva hitsataan, on tarkistettava. Kaikissa nostokorvissa pitää olla SWL-leima (safe working load), joka kertoo kuinka paljon korvalla voidaan maksimissaan nostaa turvallisesti. Yleisimpiä käytettyjä nostokorvia ovat 8:n, 10:n, 16:n, 20:n, 25:n ja 40 tonnin korvat. Alarungoissa käytetään paljon 16:n ja 20 tonnin nostokorvia ja pohjakaivon kansissa ja runkosovitteissa 8:n ja 25 tonnin korvia. Ongelmia ovat aiheuttaneet leimaamattomat erikoisnostokorvat, jotka ovat osa suurempaa rakenteellista

kokonaisuutta. Nostokorvat ovat turvallisia leimojen puutteesta huolimatta, mutta periaatteessa jokaisessa nostokorvassa pitäisi olla SWL-leima ennen kuin sillä voidaan nostaa. Osassa korvista leimaus on alimitoitettu. Niillä voitaisiin nostaa turvallisesti enemmän kuin leimaus sallii, mutta se ei ole sääntöjen mukaan mahdollista. Lisäksi nostot, joissa ilmenee sivuttaisvetoa, aiheuttavat lujuuslaskennallisia ongelmia. Turvallisin ja kokonaisedullisin vaihtoehto olisikin pyrkiä käyttämään standardisoituja nostokorvia. Osassa tapauksia on jo siirrytty itse valmistetuista nostokorvista standardisoituihin ostettaviin vaihtoehtoihin. Ne ovat usein muiltakin ominaisuuksiltaan huomattavasti itse tehtyjä nostokorvia parempia.

Tällä hetkellä käytössä on jo useita eri standardisoituja ostettavia nostosilmukoita sekä muutamia nostosankoja ja nostosilmukkaruuveja. Käytössä on useita ruuvattavia nostosilmukoita, joiden nostokapasiteetti vaihtelee muutamasta sadasta kilosta useisiin tonneihin. Osa nostosilmukoista on DIN580-standardin mukaisia, jolloin niiden sivusuuntainen kuormitus on kielletty. Osa nostosilmukoista, kuten RUDin



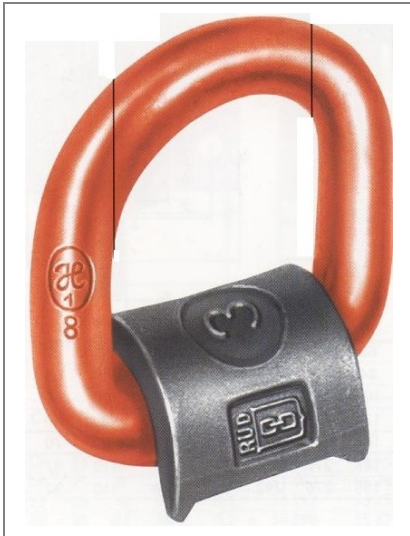
Kuva 4. VRS-nostosilmukka



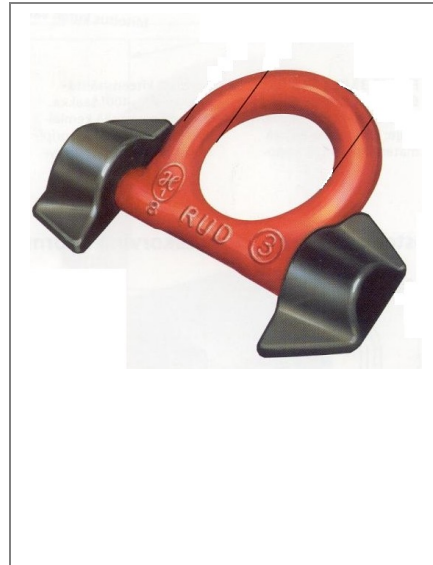
Kuva 5. VLBG-nostosankaruuvi

valmistamat VRS-nostosilmukkaruuvit (Kuva 4) kestävät myös sivusuuntaista kuormitusta, jolloin ne ovat käyttövaihtoehdoiltaan monipuolisempia. Käytössä olevat nostosangat ovat RUDin valmistamia hitsattavia LBS-malleja (Kuva 6) 8:lle, 10:lle ja 15 tonnille, ja ne täyttävät DIN 18800:n vaatimukset. Nostosangassa nostolenkki kääntyy 180°, ja sitä voidaan kuormittaa kaikista suunnista. Nostosanka

pysyy jousen ansiosta halutussa paikassa, jolloin ne saadaan taitettua pois tieltä silloin, kun niitä ei tarvita. Lisäksi käytössä on RUDin valmistama hitsattava RBS-nostosanka (Kuva 7), jonka nostokapasiteetti on 30 tonnia. Se täyttää DIN 18800:n vaatimukset, ja siinä on taittuva



Kuva 6. LBS-nostosanka



Kuva 7. RBS-nostosanka

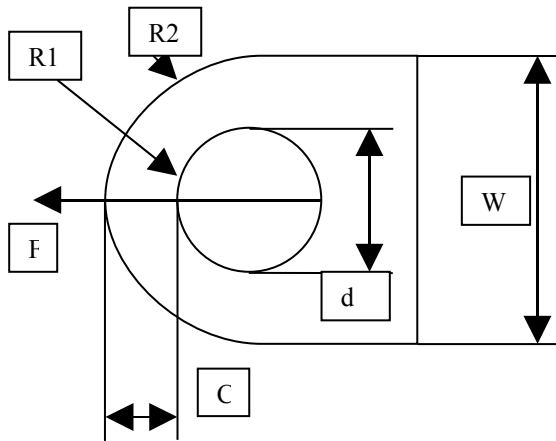
nostolenkki, joka kääntyy 180° mahdollistaen kuormituksen sivusuunnasta. Se saadaan jousen avulla pysymään halutussa asennossa. Nostosankaruuveja on tällä hetkellä käytössä yhtä mallia, RUDin valmistamaa VLBG-malli (Kuva 5), joka kääntyy 360° ja nostosanka 180°. Nostosankaruuvi kestää täyden kuormituksen joka suuntaan, ja sen nostokapasiteetti on 20 tonnia. Yleisesti ottaen ostetuissa standardisoiduissa nostokorvakkeissa on etuna parempi vinokuormituksen kesto sekä turvallisuus.

2.1.3 Nostokorvien lujuuslaskenta

Käytössä olevat nostokorvat ovat alun perin laivanrakennusteollisuudessa käytettyjä metalliteollisuuden standardisoimiskeskuksen standardin 868.112 mukaisia nostokorvakkeita. Nykyisin korvien valmistusmateriaali on kuitenkin paremman laatuista (S355K2G3), kuin alkuperäinen standardi edellyttää, joten on oletettavaa, että nostokorvat kestäisivät nostaa enemmän kuin niiden tämänhetkinen

nimelliskapasiteetti on. Seuraavaksi suoritetaan lujuuslaskenta 3:n, 8:n, 10:n, 16:n, 20:n, 25:n ja 40 tonnin nostokorville, ja jos mahdollista, niiden SWL-leimaus korjataan vastaamaan todellista nostokapasiteettia.

Laskuissa tarvittavat arvot:



F = voima

W = nostokorvan leveys

d = nostokorvan reiän halkaisija

C = reiän ja ulkokaaren välinen ainevahvuus

R1 = reiän säde

R2 = ulkokaaren säde

t = nostokorvan paksuus

n = varmuuskerroin, 1,5

Re = myötöraja

Laskuissa tarvittavat kaavat (Airila ym. 2003, 260-262; Rolls-Royce Oy Ab 2008, sisäinen tietokanta):

$$\delta_{nim} = F/(t*(W-d))$$

$$\delta_{max} = Kt * \delta_{nim}$$

$$\delta_{sall} = 1/n * Re$$

$$Kt = \lambda + 1/\lambda$$

$$\lambda = d/W$$

$$F_{sall} = Kc * C * t * \delta_{sall} \text{ (etäisyyden C mukaan)}$$

$$F_{sall} = 1,3 * d * t * \delta_{sall} * 0,5 \text{ (DNV-kaavan mukaan)}$$

$$\sigma_w = F/(C*t)$$

Esimerkkinä lasketaan 3 tonnin nostokorvan kestävyys S355-rakenneteräksen mukaan. Samaa laskuperiaatetta käytetään kaikkiin nostokorviin. Vertailun vuoksi kestävyys lasketaan myös S235-rakenneteräksen mukaan, joka on korvien alkuperäinen valmistusmateriaali. Suurimmat sallitut voimat lasketaan etäisyyden C mukaan ja DNV-kaavalla. Suurimmaksi sallituksi voimaksi valitaan

turvallisuussyistä pienemmän tuloksen antava laskumenetelmä. Lisäksi lasketaan nostokorvan ja nostettavan rakenteen välisen hitsausseaman kestävyys suurimman sallitun voiman mukaan (F_{sall}). Tulokset esitetään taulukossa (Taulukko 2).

Korvakkeen arvot:

F	[N]	29430
t	[mm]	16
W	[mm]	100
d	[mm]	30
Re	N/mm ²	345
1/n		0,67
C	[mm]	20
Kc		1,45
R2	[mm]	35
R1	[mm]	15

$$\lambda = d/W = 30 \text{ mm} / 100 \text{ mm} = 0,3$$

$$Kt = \lambda + 1/\lambda = 0,3 + 1/0,3 = 3,63$$

$$\delta_{sall} = 1/n * Re = 0,67 * 345 \text{ N/mm}^2 = 230 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta_{nim} = F/(t*(W-d)) = 29430 \text{ N} / (16 \text{ mm}*(100 \text{ mm}-30 \text{ mm})) = 26,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta_{max} = Kt * \delta_{nim} = 3,63 * 230 \text{ N/mm}^2 = 95,47 \text{ N/mm}^2$$

Sallittu voima F etäisyyden C mukaan:

$$F_{sall} = Kc * C * t * \delta_{sall} = 1,45 * 20 \text{ mm} * 16 \text{ mm} * 230 \text{ N/mm}^2 = 106720 \text{ N}$$

Sallittu voima F DNV-kaavan mukaan:

$$F_{sall} = 1,3 * d * t * \delta_{sall} * 0,5 = 1,3 * 30 \text{ mm} * 16 \text{ mm} * 230 \text{ N/mm}^2 * 0,5 = 71760 \text{ N}$$

Hitsauksen kestävyys voimalla F = 71760 N:

$$\sigma_w = F/(C*t) = 71760 \text{ N} / (20 \text{ mm}*16 \text{ mm}) = 224,3 \text{ N/mm}^2$$

Rakenneteräksellä S355 $f_{wd} = 228 \text{ N/mm}^2$ ja sallitun jännityksen vaatimus on:

$$\sigma_w < f_{wd} \rightarrow 224,3 \text{ N/mm}^2 < 228 \text{ N/mm}^2 \text{ eli jännitys voidaan hyväksyä.}$$

Taulukko 2. Nostokorvien ja hitsausten maksimikestävydet

	SWL 3	SWL 8	SWL 10	SWL 16	SWL 20	SWL 25	SWL 40
F_{nim} [kN]	29	78	98	157	196	245	392
S235							
F_{sall} [kN]	49	450	161	161	312	546	489
σ [N/mm ²]	153	225	141	102	130	171	119
S355							
F_{sall} [kN]	72	690	247	247	478	837	785
σ [N/mm ²]	224	345	219	157	199	262	190

Rakenneteräs S235:llä suurin sallittu jännitys hitsauksissa on 194 N/mm² ja S355:llä 228 N/mm², joten kahdessa tapauksessa hitsauksen kestävyys rajoittaa korvan nostokapasiteettiä enemmän kuin korvan oma rakenteellinen kestävyys (Airila ym. 2003, 262).

Nostokorvan reiän halkaisija on tärkeä ominaisuus, koska reikä määrää, millaisia nostosakkeleita korvan kanssa voidaan käyttää. Nostokorvan kanssa pitää käyttää vastaavan nostokapasiteetin omaavaa nostosakkeliä, jolloin nostokorvan reiän ja nostosakkelin tapin halkaisijan tulee olla yhteensopivia. Jos nostokorvien kapasiteettia nostetaan reiän säilyessä ennallaan, saattaa ongelmaksi muodostua vastaavan nostosakkelin tapin halkaisija. Sakkelin tappi ei välttämättä mahdu enää nostokorvan reikään. Sakkelin kidan leveyden tulee olla suurempi kuin nostokorvan paksuus. Nostokorvien paksuudet ja reikien halkaisijat ovat esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3).

Taulukko 3. Nostokorvien mitat ja niihin sopivat suurimmat sakkelit

Korva	SWL 3	SWL 8	SWL 10	SWL 16	SWL 20	SWL 25	SWL 40
reikä, ϕ [mm]	30	100	55	55	80	140	105
paksuus, l [mm]	16	40	30	30	40	40	50
Sakkeli (max.)	H	K	K	K	K	K	K
nostokapasiteetti, [1000 kg]	8,5	55	25	25	55	85	85

H = hankittava

K = valmiiksi käytössä

Rolls-Roycella on käytössä laaja valikoima sakkeleita, joten nostokorvien kapasiteettia pystytään muuttamaan jo nykyisin käytössä olevien sakkeleiden suhteen melko hyvin. Nostokorvien reiät ovat kaikissa tapauksissa riittävän suuria nostokapasiteetin kasvattamiseen. Teoreettisen maksimikapasiteetin ja nimelliskapasiteetin omaavien sakkeleiden välistä löytyy useita sakkeleita kohtuullisin porrastuksin, joko nykyisestä valikoimasta tai nykyisiltä toimittajilta ostettuna. Nostokorvien nostokapasiteettia saadaan näin ollen nostettua kohtuullisen pienin välimatkoin. Voidaankin todeta, että nostosakkelit eivät rajoita nostokorvien nostokapasiteetin lisäystä.

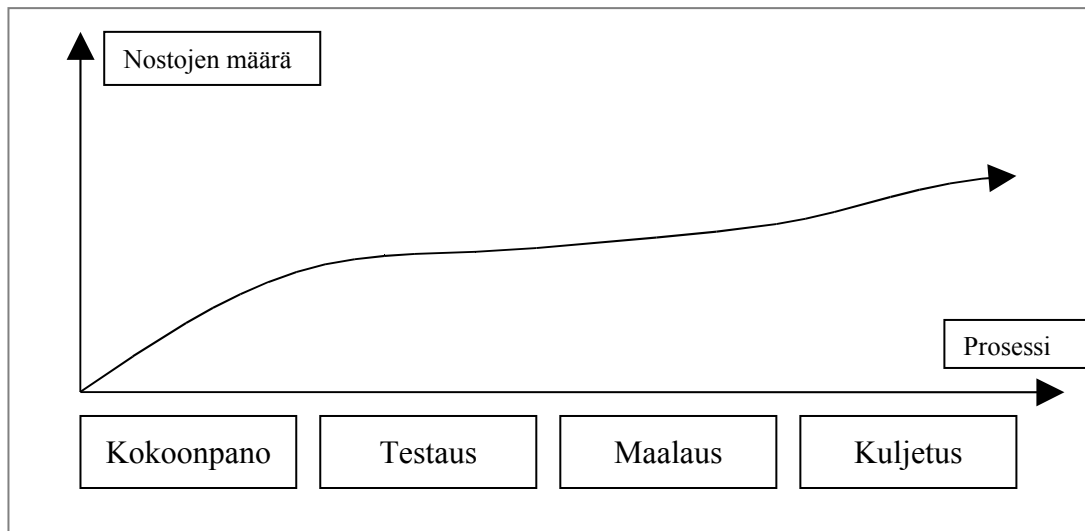
2.2 Laitteiden nostot

2.2.1 Laitteiden nostot tuotannossa

Laitteiden ja osien nostoissa käytetään kiskoilla kulkevia Koneen ja Finoxin valmistamia siltanostureita. Nostureiden tonnimäärät vaihtelevat kymmenestä tonnista yli kuuteenkymmeneen tonniin. Kokoonpanovaiheessa osien nostamiseen käytetään myös kevyempiä kääntöpuominostureita. Kustannussyistä erillisiä nosturinkuljettajia ei ole, vaan nostoja suorittavat tuotannon työntekijät. Nostureiden käyttö vaatii määräajoin uusittavaa teollisuusnosturinajokorttia. Nosturiajokortti otettiin alun perin käyttöön nostureiden radio-ohjauksen myötä, koska lainsäädäntö edellytti radio-ohjattavien nostureiden käyttäjien koulutusta. Nostoissa käytetään merkittyjä ja tarkastettuja nostoliinoja ja -ketjuja. Ulko-olosuhteissa tavarantoimitukseen, osien siirtelyyn ja valmiiden pienempien osien lastaukseen käytetään suuria vastapainotrukkeja. Sisällä käytetään pienempiä diesel- tai nestekaasutoimisia haarukkatrukkeja.

Kaikki laitteiden nostot suoritetaan tuotantohallin silta- ja kääntöpuominostureilla. Suoritettavia nostoja ovat muun muassa osien työstö- ja kokoonpanovaiheiden nostot sekä valmiiden osakokonaisuuksien nosto kuljetuslavetille maalattavaksi vientiä varten. Maalaus tapahtuu erillisessä maalaushallissa, ja osat kuljetetaan sinne erillisillä siirtolaveteilla. Ennen maalausta laitteet kootaan ja testataan. Testauksen jälkeen laitteet katkaistaan kahteen osaan ja suojataan maalausta varten. Maalauksen jälkeen laitteiden nosto kuljetettavaksi tapahtuu tuotantohallissa siltanostureilla.

Propulsiolaitteen valmistusprosessi sisältää useita eri nostoja, jotka voidaan jakaa neljään eri ryhmään (Kuvio 1). Seuraavaksi tehdään kaikille neljälle ryhmälle nostotilanneanalyysi.



Kuvio 1. US-laitteen nostot Rolls-Roycella

Kokoonpanovaiheessa eri osia nostetaan työstettäväksi ja niille suoritetaan siirto- sekä asennusnostoja. Nostettavia osia ovat mm. ylävaihte, alavaihte, väliosia, suulake ja pohjakaivo. Kokoonpanovaiheessa osat kootaan ensin osakokonaisuuksiksi, jotka sitten kootaan ja testataan. Nostot voi suorittaa kuka tahansa työntekijä, jolla on voimassa oleva nosturinajokortti. Nostot ovat rutiininostoja, koska ne toistuvat usein, eikä nostotilanne ole erityisen vaativa. Kokoonpanovaiheessa havaittiin kuitenkin suuri turvallisuusriski. Henkilökunta työskentelee suoraan laitteen osakokoonpanojen alla niiden roikkuessa varmistamattomana nosturin ketjujen varassa. Kyseisen osakokoonpanot ovat kooltaan suuria ja painavat tuhansia kiloja. Kyseinen käytäntö on vaarallisuudestaan huolimatta muodostunut yleisesti käytetyksi toimintamalliksi tehtaalla.

Osakokonaisuudet liitetään yhteen toimivaksi laitteeksi, mikä vaatii suurien kappaleiden asennusnostoja. Nostot voi suorittaa jokainen työntekijä, jolla on voimassa oleva nosturinajokortti. Myös käytännössä nostoja suorittavat kaikki työntekijät, eivätkä nostotehtävät ole vakiintuneet kenellekään työntekijälle erityisesti. Kokoonpanon jälkeen laitteet testataan, jonka jälkeen ne nostetaan pois testauspaikalta ja katkaistaan maalausta varten. Katkaisunosto ei ole rutiininosto, koska se vaatii erityistä varovaisuutta. Laitteen kokoonpanossa testausta varten ilmeni sama ongelma kuin osakokoonpanoja tehtäessä. Henkilökunta työskentelee laitteen alla, joka roikkuu varmistamattomana nosturin ketjuissa.

Maalausta varten osat nostetaan siirtolavetille ja kuljetetaan maalaushalliin, jossa osat maalataan. Maalaushallissa ei suoriteta nostoja. Maalauksen jälkeen osat tuodaan takaisin tuotantohalliin. Laitteen voi periaatteessa nostaa siirtolavalle jokainen työntekijä, jolla on voimassaoleva nosturinajokortti. Nostot voidaan luokitella rutiininostoina, koska samat siirtonostot toistuvat kaikkien laitteiden kohdalla, eikä nostotilanne ole erityisen vaativa.

Maalauksen jälkeen laitteet käsitellään kuljetuskuntoon. Laitteet nostetaan rekka-auton lavalle yhdessä, kahdessa tai kolmessa osassa. Suurin osa laitteista lähtee kokonaisina, mutta jatkuvasti siirrytään enenevässä määrin kahden tai kolmen osan toimituksiin. Propulsiolaitteiden ylä- ja väliosa toimitetaan valmistumisen nopeuttamiseksi ennen alaosaa. Ylä- ja väliosan asennuksen jälkeen laiva saadaan vesitiiviiksi ja voidaan laskea veteen. Nostot tapahtuvat tuotantohallissa olevilla siltanostureilla, eivätkä ne ole erityisen vaativia.

2.2.2 Laitteiden nostot toimituksen jälkeen

Laitteet lähtevät pääsääntöisesti Rauman, Porin tai Turun satamaan laivattaviksi. Satamassa laitteet nostetaan rekka-auton lavalta varastoitaviksi ja varastosta laivaan. Määränpäästä riippuen laite saattaa vaihtaa laivaa matkan aikana, jolloin siirroista, varastoinnista ja laivauksesta aiheutuu useita nostoja. Loppusatamasta laite kuljetetaan loppuasiakkaalle, jolloin laitteelle suoritetaan useita siirto ja varastointinostoja. Laitetta asennettaessa suoritetaan asennusnostoja. Laitetta huollettaessa tai korjattaessa laite voidaan joutua irrottamaan ja joissakin tapauksissa laite toimitetaan huollettavaksi tai korjattavaksi takaisin Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman yksikköön.

Useat eri nostajat nostavat laitetta kymmeniä kertoja sen elinkaaren aikana, mistä myös aiheutuvat suurimmat ongelmat. Rolls-Roycen ulkopuolisilla kuljettajilla ja nostajilla ei ole tuntemusta eikä tietoa laitteista. Näin he kuljetuksissa sitovat ja nostoissa nostavat helposti vääristä kohdista. Tämä aiheuttaa mm. laitteiden rikkoontumisia, kestoiän lyhenemistä sekä vaarantaa työturvallisuutta. Ylivoimaisesti

suurimmaksi ongelmaksi muodostuvat oikeiden nosto- ja sidontapaikkojen puute sekä olemassa olevien nostopaikkojen puutteellinen merkintä.

2.3 Ohjaava lainsäädäntö ja työturvallisuusnäkökohdat

Työterveys-, työturvallisuus- ja ympäristöasioissa Rolls-Royce Oy Ab:lla noudatetaan omaa HSE-järjestelmää (työterveys-, työturvallisuus- ja ympäristöjärjestelmä). Järjestelmän tarkoitus on minimoida ja ehkäistä työntekijöihin kohdistuvia vaaroja ja haittoja, edistää ja ylläpitää työkykyä ja työterveyttä sekä suojella ympäristöä. Jokaisen Rolls-Royce Oy Ab:n työntekijän velvollisuus on noudattaa HSE-järjestelmän ohjeistusta. Kaikissa Rolls-Roycen nostoissa noudetaan HSE-järjestelmän työturvallisuuskappaleessa olevaa yleistä nostotyösuunnitelmaa (Liite 2). Suunnitelma määrittelee yleisellä tasolla nostotapahtumaan liittyvät periaatteet ja toimintatavat. Lisäksi tarvittaessa ohjeistusta voidaan tarkentaa työpaikka- ja tuotekohtaisilla työohjeilla sekä vaativissa nostoissa tulee täyttää erillinen nostotyösuunnitelma, jota varten on oma valmis lomakkeensa (Liite 3). HSE-järjestelmä sisältää lainsäädännön vaatimukset ja sitä päivitetään jatkuvasti lakimuutosten mukaan. HSE-järjestelmä ja linkit sitä ohjaavaan lainsäädäntöön ovat kaikkien nähtävillä yrityksen intranetissä. Jatkuva parantaminen on osa HSE-järjestelmää.

Yleisesti ottaen nostotapahtumien turvallisuustasoa Rolls-Royce Oy Ab:lla voidaan pitää hyvänä. Nostojen suorittajat ovat koulutettuja ja heillä on teollisuusnosturinajokortti. Turvalliselle nostamisen edellytykset ovat kunnossa, eikä tiedon puutteesta johtuvien virheiden aiheuttamia vaaratilanteita pitäisi sattua. Suurimman riskin muodostavat vähän aikaa työssä olleet nuoret, joilta puuttuu kokemuksen tuoma tietotaito ja varmuus. Kokemusperäinen tieto pitäisikin saada siirrettyä vanhemmilta kokeneilta työntekijöiltä nuoremmille työntekijöille. Työturvallisuuden hyvästä tasosta kertoo myös se, ettei nostoja suoritettaessa ole tapahtunut henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia ollenkaan.

Nostojen yhteydessä on sattunut muutama läheltä piti -tilanne, joista on selvitty vähäisillä aineellisilla vahingoilla. Sattuneissa läheltä piti -tilanteissa on kaksi kertaa nostoliina hiertynyt poikki terävää reunaa vasten, koska suoja ei ole käytetty, ja

kaksi kertaa nostettu ylikuormaa nosturilla (Rolls-Royce Oy Ab 2008, Läheltä piti -tapaukset Raumalla). Onnettomuuksien päällimmäinen syy on yleensä ollut huolimattomuus. Toinen ylikuorman nosto johtui laitteen painotietojen puutteesta piirustuksissa. Läheltä piti -tilanteista tehdään aina muistio, josta käy ilmi, mitä tapahtui, mitä asialle pitää tehdä, muutosten vastuhenkilö, muutosten tavoiteaika sekä toteutetut parannukset. Työilmapiiriä pyritään kehittämään jatkuvasti avoimemmaksi, jotta läheltä piti -tilanteista uskallettaisiin raportoida. Tällä hetkellä paras työturvallisuuden paranemiseen johtanut ilmoitus palkitaan. Nostoissa käytetään vain hyväkuntoisia ja merkittyjä liinoja. Turvallisuuden varmentamiseksi rispaantuneet tai muuten huonokuntoiset liinat katkaistaan ja heitetään roskiin. Nostureiden käytössä noudatetaan yleisesti nostureita koskevaa lainsäädäntöä (N:o 856/1998). Kuorman sidonnassa noudatetaan asetusta ajoneuvon käytöstä tiellä (1257/92) sekä asetusta sen muutoksista (670/1997). Rolls-Roycella on työtapaturmissa nollatoleranssi, ja yritys panostaa työturvallisuuteen ennakoimalla mahdollisia vaaroja sekä puuttumalla havaittuihin epäkohtiin.

Lainsäädäntö (TLL 3.4.1981/267) kuljetettavan kuorman sidonnan vastuusta muuttui vuonna 2004 Konginkankaalla sattuneen bussin ja paperirullia kuljettaneen rekan yhteentörmäyksen jälkeen. Aikaisemmin vastuu kuorman sidonnasta oli yksin rekan kuljettajalla, mutta lakimuutoksen jälkeen vastuussa on myös tavaraa lähettävä yritys. Siksi on tärkeää, että laitteissa on selvät nosto- ja sidontakohdat sekä laitteille on selkeät käsittelyohjeet laitteen nostoista ja kuljetuksista. Tämä parantaa työturvallisuuden lisäksi liikenneturvallisuutta.

2.4 Parannusehdotukset ja yhteenveto

Tärkein ongelma ovat nosto- ja sidontapaikkojen sijoitus ja merkitseminen sekä varsinaisten nosto-ohjeiden laatiminen. Ongelmaan perehdytään tarkemmin luvussa 3.

2.4.1 Nostokorvien parannusehdotukset

Tällä hetkellä Rolls-Roycen osavalikoimista löytyvät hitsattavat nostosangat 8:lle, 10:lle, 15:lle ja 30 tonnille. Kyseessä ovat edellä mainitut RUDin valmistamat LBS- ja RBS-nostosangat. Kyseisillä standardoiduilla nostosangoilla voitaisiin korvata ainakin 8:n, 10:n ja mahdollisesti 16 tonnin nostokorvat. 30 tonnin nostosanka korvaisi sekä 20:n että 25 tonnin nostokorvat, vaikka olisikin hieman ylimitoitettu. RUD valmistaa myös 3 tonnin LBS-nostosankaa, jolla voitaisiin korvata nykyinen 3 tonnin itse valmistettu nostokorva. RBS-nostosangasta on uudistettu versio VRBS-nostosanka, josta löytyy suoraan 16 tonnin nostosanka, jos 15 tonnin nostosanka ei ole kapasiteetiltaan riittävä. RUD valmistaa myös 50 tonnin RBS-nostosankaa, jolla voitaisiin korvata 40 tonnin nostokorva. Rolls-Royce ostaa kyseiset RUDin tuotteet maahantuojana Erlatek Oy:ltä. Koska Rolls-Roycella on ennestään ostotoimintaa Erlatek Oy:n kanssa ja kyseinen yritys on entuudestaan tuttu, ei mahdollisten uusien nostosankamallien ostosta aiheudu merkittävää riskiä tai suuria kustannuksia. Ostossa ei tarvittaisi kilpailutusta, koska ostettaisiin ennestään käytössä olevia tuttuja nostosankamalleja, mutta vain eri nostokapasiteeteilla.

Hitsausseamojen turvallisuuden varmistamiseksi kaikki nostokorvien hitsausseamat tulisi tutkia ultraäänellä. Koska alihankinnasta tulee paljon osia, joissa on nostokorvia, tulisi laadun varmistamiseksi laitteiden piirustuksiin saada merkinnät nostokorvien hitsausseamojen ultraäänitutkimusvaatimuksesta. Alihankinnan osien nostokorvien hitsausseamoissa on todettu laatuutteita Rolls-Roycen omissa pistokokeissa. Vaatimuksen lisäämisellä piirustuksiin varmistuttaisiin myös alihankkijoiden toimittamien osien hitsausseamojen riittävästä kestävydestä. Lisäksi ultraäänitutkimusvaatimus kriteereineen ja hitsausvaatimukset pitäisi lisätä myös nostokorvien piirustuksiin. SWL-leiman korkeus puuttuu nostokorvien piirustuksista, vaikka sen pitäisi niissä olla.

2.4.2 Nostojen parannusehdotukset

Järjestely, jossa työntekijät joutuvat työskentelemään varmistamattoman taakan alla, on työturvallisuuden kannalta kestävä. Pelkkiin nostoketjuihin ei voida luottaa, vaikka työskentely taakan alla olisikin vain lyhytaikaista. Työstettäville laitteille

pitäisi kehittää tuentapukit, joiden varaan laitteet voitaisiin työskentelyn ajaksi laskea. Ongelmaa pahentaa se, että kyseisen työvaiheen aikana laitteen korkeutta pitää pystyä säätämään. Laitteen alaosaan liitetään tukien päällä oleva renkaan mallinen osa laskemalla laite liitettävän osan päälle. Jos laite on tuettuna kiinteillä pukeilla, ei tämä liittämistapa ole enää mahdollinen. Yksi vaihtoehto olisi paksun varmistusketjun asentaminen työskentelyn ajaksi laitteeseen. Tällöin laite ei pääsisi varsinaisten nostoketjujen katkettua putoamaan maahan asti, vaan jäisi roikkumaan varmistusketjun varaan.

Kokemusperäisen tiedon siirtäminen vanhemmilta työntekijöiltä nuoremmille on tärkeää. Vaikeissa nostoissa on paljon kokemuksen kautta opittuja menettelytapoja, jotka olisi pystyttävä siirtämään uusille ja kokemattomammille työntekijöille. Tämä niin kutsuttu hiljainen tieto on yritykselle erittäin arvokasta ja siksi pitäisikin pyrkiä luomaan avointa ja keskustelevaa ilmapiiriä, jotta se saadaan siirrettyä eteenpäin. Vanhemmat työntekijät eivät saisi kokea nuorempia työntekijöitä uhaksi itselleen tai työpaikalleen, koska silloin vanhemmat työntekijät pitävät tiedon helposti itsellään varmistaakseen työpaikkansa. Myös nuorelta vaaditaan avointa mieltä kokemusperäisen tiedon omaksumiseksi. Tiedonsiirtoa voi olla myös toiseen suuntaan. Myös vanhemmat ja kokeneemmat työntekijät voivat oppia nuoremmilta uusia toimintatapoja tai työskentelymenetelmiä.

Tuotantohallissa on tällä hetkellä lievää tilanpuutetta, mikä saattaa edesauttaa vaaratilanteiden syntymistä. Ongelma on kuitenkin tilapäinen, sillä tuotantohallissa on suurimittaiset laajennustyöt käynnissä. Laajennuksen myötä tuotannon lattiapinta-ala kasvaa selvästi ja henkilökunta saa uudet henkilöstötilat käyttöönsä.

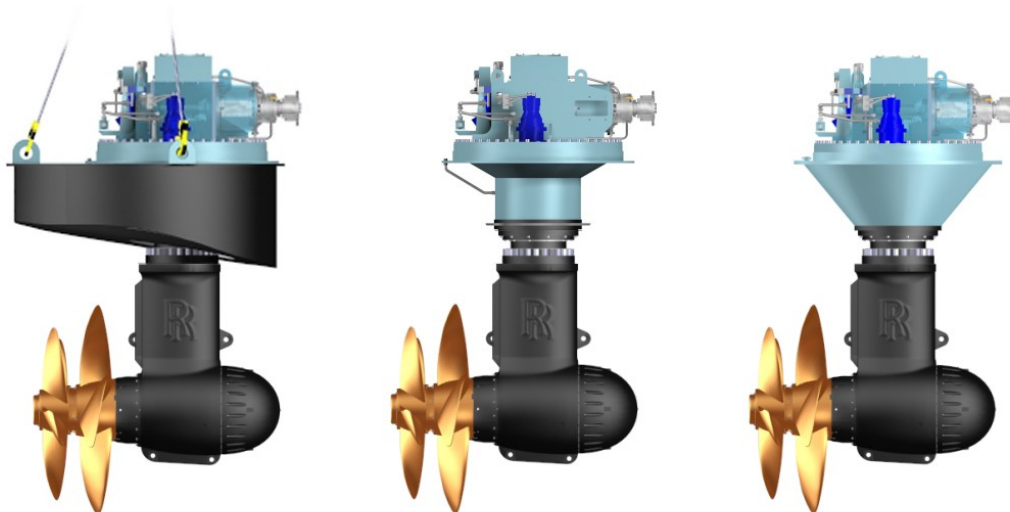
3 NOSTO-OHJEISTUS

3.1 Nykytilanne ja laitevariaatioiden kartoitus

Nykyiset nosto-ohjeet ovat osittain vanhentuneet ja vaativat päivitystä. Nosto-ohjeita pitää myös täsmentää ja ottaa huomioon toimituksen jälkeiset käyttäjät, joilla ei ole aikaisempaa tietoa potkurilaitteista tai niiden oikeaoppisesta nostamisesta. Nykyisistä nosto-ohjeista eivät käy riittävän tarkasti ilmi oikeat nostopaikat ja nostokorvat. Tavoitteena on laatia selkeät nosto-ohjeet kaikille propulsiolaitteiden nostoja suorittaville henkilöille. Nosto-ohjeiden pitäisi aina olla automaattisesti toimitettavan laitteen mukana. Tällä hetkellä nosto-ohjeita ei ole Rolls-Roycen sisäisessä tietokannassa järjestetty ja numeroitu riittävän tarkasti, jotta ne olisivat tarvittaessa aina löydettävissä ja käytettävissä. Olisi tärkeää, että kaikkien laitteiden ja eri variaatioiden nosto-ohjeet olisivat selkeässä järjestyksessä ja helposti saatavissa.

Koska propulsiolaitteita ja niiden erilaisia variaatioita on useita, tarvitaan jokaiselle laite- ja variaatiotyypille omat laitekohtaiset nosto-ohjeensa. Kaikissa nostoissa ja laitteissa on paljon yhtäläisyyksiä, mutta erot ovat kuitenkin niin merkittäviä, ettei ole mahdollista tulla toimeen yhdellä universaalilla yleisohjeella. Ohjeesta tulisi liian laaja ja vaikeasti luettava. Eroja aiheuttavat muun muassa se, mikä laitemalli on kyseessä, onko kyseinen laite varustettu suuttimella vai ei ja mikä on laitteen asennusmenetelmä. Ratkaisevaa on myös, toimitetaanko laite kokonaisuutena vai monessa eri osassa. Yhdellä laitetypillä voi olla useita eri toimitusvariaatioita, jotka poikkeavat toisistaan huomattavasti. Seuraavaksi kartoitetaan eri laitetyppejä ja niiden erilaisia toimitusvariaatioita. Koska erilaisia variaatioita on paljon, laaditaan tässä työssä nosto-ohjeet vain UL-laitteille. Kyseiset laitteet ja niiden nosto-ohjeet käsitellään tarkemmin alakohdassa 3.3 Nosto-ohjeet. Muut laitteet ja niiden erilaisten variaatioiden merkittävimmät erot käsitellään vain yleisellä tasolla.

Eri kuljetusvariaatioita on suuri määrä. Variaatioiden määrään vaikuttaa, onko laite suulakkeella vai ilman sekä millä asennusvaihtoehdolla (Kuva 8) laite on. Variaatioiden määrä nostaa myös mahdollinen toimitus monessa eri osassa.



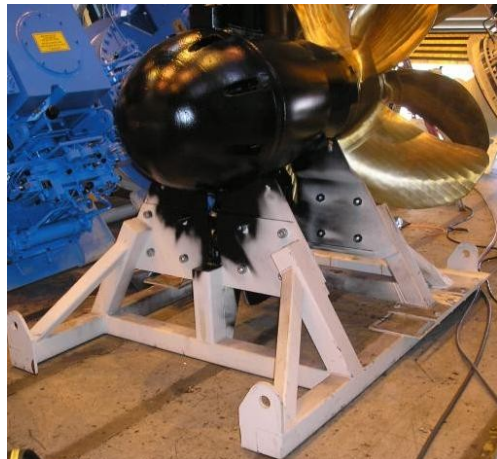
Kuva 8. US-laitteen erilaiset asennusvaihtoehdot (CRP-potkuri)

Pääasiassa pohjakaivolliset laitteet lähtevät yhdessä osassa ja hitsattavat kahdessa. Kokonaisina kuljetettavat suulakkeelliset laitteet kuljetetaan suulakkeen ja kuljetustuen varassa (Kuva 9) sekä suulakkeettomat alavaihteen kuvun ja kuljetustuen varassa.

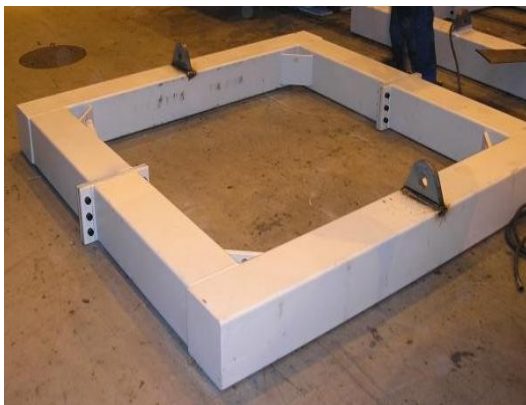
Useassa osassa toimitettaessa suulakkeeton alarunko kuljetetaan pystyasennossa ja sillä on olemassa oma kuljetustuki, johon laite pultataan (Kuva 10). Kuormauksessa sidonta pyritään aina suorittamaan itse laitteesta eikä kuljetustuesta. Ongelmia ei synny maantiekuljetuksissa, vaan pitkillä merikuljetuksilla, jolloin laitteet joutuvat pitkäksi ajaksi suurempaan rasitukseen. Suulakkeellinen alarunko makaa suulakkeen päällä ilman kuljetustukea paitsi CP-potkuri, joka vaatii myös matalan kuljetusalustan (Kuva 11), koska potkurinnapa tulee suulakkeesta ulos. Kyseinen kuljetustuki on matala teräsputkista koostuva neliö, jonka korkeus on noin 20 cm. Ylävaihteille on omat kuljetusalustansa, joihin ne pultataan (Kuva 12). Lyhyitä ylävaihteita kuljetetaan myös pystyasennossa ja pitkiä vaaka-asennossa kuljetustukien varassa.



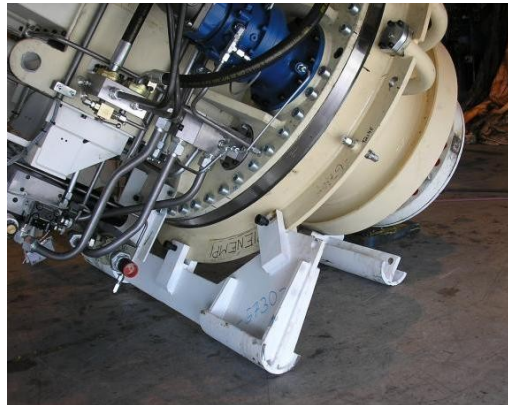
Kuva 9. Kuljetustuki (kokonainen laite)



Kuva 10. Kuljetustuki (alarunko)



Kuva 11. Kuljetustuki (CP-potkuri)



Kuva 12. Kuljetustuki (ylävaihde)

3.2 Kuormansidonta

Kuormansidonta on aikaisemmin ollut ajoneuvon kuljettajan vastuulla. Vuonna 2004 sattuneen onnettomuuden seurauksena hallitus antoi esityksen (HE 244/2005), jolla kuormansidonnasta vastuu siirrettiin myös kuorman lähettäjän vastuulle. Näin ollen lakimuutoksen (441/2006) johdosta myös Rolls-Royce on vastuussa lähetettyjen laitteiden sidonnasta ja kuormauksesta.

Kuormansidonnasta ei tällä hetkellä ole lainkaan ohjeistusta. Kuormansidonnassa on noudatettu yleisiä kuormansidonnasta periaatteita, jotka perustuvat kuljettajien ammattitaitoon. Rolls-Roycella ei ole ollut ongelmia, koska lastaus- ja sidontatilanteissa on aina ollut paikalla tuotannon henkilökuntaa, joka on voinut tarvittaessa opastaa laitteiden sidontakohdissa. Ongelmia aiheuttavat enemmän

toimituksen jälkeiset kuljetukset, jolloin kuljettajilla ei ole mitään ohjeistusta kuorman sitomisesta.

Tiedossa on muutamia tapauksia, joissa kuljetettava laite on pudonnut puutteellisen kiinnityksen takia. Usean tonnin painoisen laitteen putoaminen aiheuttaa aina merkittävän vaaratilanteen ympäristölle. Lisäksi potkurilaite kärsii yleensä huomattavia vahinkoja pudotessaan. Tällaisissa tapauksissa laite joudutaan aina kuljettamaan takaisin Rolls-Roycen Rauman yksikköön korjattavaksi ja testattavaksi, vaikkei laitteeseen tulisikaan merkittäviä ulkoisia vaurioita.

Tarkoitus on laatia toiminnalliset ohjeet, joista selviää, miten ja mistä laite voidaan sitoa ja mitä vaatimuksia lainsäädäntö ja määräykset sidonnalle asettavat. Ohjeistus on tarkoitettu yleiseen käyttöön niin Rolls-Roycen omalle henkilökunnalle kuin toimituksen jälkeisen kuljetuksen hoitaville työntekijöille. Kuljetuskaluston vaihtelu asettaa rajoitteita ohjeistukselle. Koska propulsiolaitteita kuljetetaan monilla erilaisilla rekka-autoilla, ei yksityiskohtaisia ohjeita ole käytännössä mahdollista tehdä. Siksi ohjeistuksessa keskitytään pääasiassa yleisiin käytäntöihin sekä lainsäädännön ja turvallisuuden vaatimuksiin.

3.2.1 Kuormansidonnin vaatimukset

Lain vaatimat määräykset kuormansidonnasta perustuvat tieliikennelakiin (TLL 3.4.1981/267). Yksityiskohtaiset määräykset kuorman tuennasta ja sidonnasta tieliikenteessä annetaan asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/1992) ja asetuksessa edellisen muuttamisesta (670/1997). (Logistiikan tutkimus ja kehitys Lorda ry 2004, Kuormansidonnin käsikirja.)

Tieliikennelain (3.4.1981/267) 87 § Ajoneuvon mitat, massat ja kuormaaminen sekä 87a § Vastuu ajoneuvon kuormaamisesta kaupallisissa kuljetuksissa määrittelevät kuormauksen vaatimukset ja vastuukysymykset. 87. §:ssä todetaan: ”Ajoneuvo on kuormattava siten, ettei kuorma voi vaarantaa henkilöitä, vahingoittaa omaisuutta, laahata maata, pudota tielle, pölytä häiritsevästi tai aiheuttaa muuta siihen verrattavaa haittaa taikka synnyttää tarpeetonta melua.” 87a §:ssä todetaan: ”Kuorman

sijoittamisen ja kiinnittämisen ajoneuvoon, konttiin tai muuhun kuormatilaan suorittanut samoin kuin asemansa vuoksi kuorman sijoittamisesta ja kiinnittämisestä ohjeita antanut vastaa siitä, että kuorma on oikein sijoitettu ja kiinnitetty ja muutoinkin täyttää 87 §:n vaatimukset.” Lisäksi: ”Kuljetuksen suorittaja vastaa siitä, että tavarankuormalla on oikeat ja riittävät tiedot ajoneuvosta.” sekä ”Tavarankuormatilan lähettäjä ja kuljetuksen toimeksiantaja vastaa siitä, että kuormalla on kuljetettavista tavaroista käytettävissään riittävät ja oikeat tiedot.” Eli Rolls-Royce Oy Ab on vastuussa siitä, että kuorma on oikein sijoitettu ja kiinnitetty sekä siitä, että kuljettajalla on riittävät tiedot propulsiolaitteiden kiinnityksestä.

Yksityiskohtaisemmat määräykset kuorman tuennasta ja sidonnasta määritellään asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/1992) 45–49. §:issä, joista käsitellään erityisesti 47. § Kuorman varmistaminen sekä 48 § Kuorman sitominen.

47. §:ssä todetaan: ”1. Kuorma ei saa kuormakorissa siirtyä siten, että se voi haitata ajoneuvon liikenneturvallista käyttöä. Kuorma ei saa oleellisesti liikkua kuormakoriin nähden, kun kuormaan vaikuttaa eteenpäin voima, joka vastaa kiihtyvyyttä 10 m/s^2 , tai sivulle tai taaksepäin voima, joka vastaa kiihtyvyyttä 5 m/s^2 .
2. Kuorman varmistamiseksi tulee käyttää kuorman tuentaa, sitomista, lukitsemista tai peittämistä. Kuorman varmistuksen lujuutta määritettäessä saa kitkan tarjoaman pidätyskyvyn ottaa huomioon.”

48. §:ssä todetaan: ”1. Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa, eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

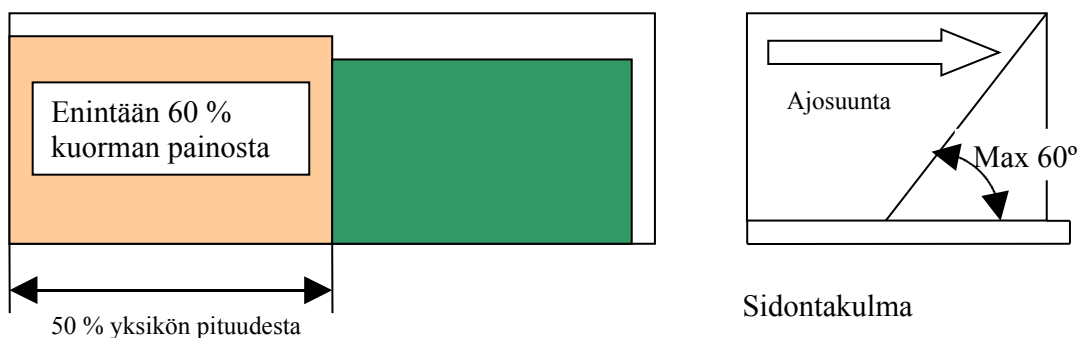
2. Sitomisvälineiden tulee olla kunnollisesti jännitetyjä, ja niiden jännitys on tarvittaessa tarkastettava kuljetuksen kestäessä. Yksittäisen siteen tai kiinnittimen irtoaminen, vaurioituminen tai löystyminen ei saa heikentää muuta kuorman sidontaa. Sitomisvälineen kiristyslaite on sijoitettava siten, ettei se lisää ajoneuvon leveyttä.

3. Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteen laskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei

kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuuutta.” Lisäksi kuormansidonnassa pitää varmistua, että kuormansidontalaitteet ovat kyseiseen sidontaan sopivat, sekä etteivät sidontavälineet vahingoita kuljetettavaa propulsiolaitetta.

3.2.2 Kuormansidonnan ohjeistus

Kuormansidontapaikat ovat samoja kuin nostopaikat, eli nostokorvat toimivat myös laitteen sidontapaikkoina. Laitteen nostopaikat on merkitty tarroilla tai leimoilla, joten sidontapaikkoja ei tarvitse merkitä erikseen. Lisäksi laite voidaan sitoa laitekohtaisesti myös eräistä muista paikoista, esimerkiksi runkosovitteessa olevista rei’istä, jotka ovat riittävän vahvoja käytettäväksi sidontaan. Propulsiolaitteet kiinnitetään kuljetusalustoihin pulttaamalla. Sidonta tapahtuu aina itse laitteesta eikä milloinkaan kuljetusalustasta. Sidonnassa tulee aina käyttää sidontaan tarkoitettuja sidontaketjuja, koska sidontaliinat eivät ole riittävän kestäviä. Sidonta on suoritettava siten, ettei yhden sidontavälineen löystyminen tai irtoaminen vaikuta heikentävästi muuhun sidontaan.



Kuvio 2. Yksikön painojakauma sekä suurin sallittu sidontakulma

Laitteen eteenpäin liikkumisen estävän sidontalaitteen tulisi olla mahdollisimman vaakasuorassa, kuitenkin enintään 60°:n kulmassa vaakatasoon nähden (Kuvio 2). Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten. Lisäksi kuorman tulee kestää liikkumatta vähintään 10 m/s² kiihtyvyys eteenpäin ja 5 m/s² kiihtyvyys sivuille ja taaksepäin. Voima, joka sidonnan tulee vähintään kestää, saadaan yhtälöstä (Tekniikan kaavasto 2002):

$$F = m * a$$

F = voima [N]

m = laitteen massa [kg]

a = kiihtyvyys [m/s²]

Sidonnalta vaadittu kesto on näin ollen riippuvainen sidottavan laitteen massasta. UL-laitteiden minimissään vaaditut sidontavoimat on esitetty taulukossa laitteen koon mukaan (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Sidonnalta vaadittu kesto F [kN] laitteen koon mukaan

	Paino [kg]:	F [kN] eteen	F [kN] sivuille ja taakse
UL 601	6000	60	30
UL 901	8500	85	42,5
UL 1201	18000	180	90
UL 1401	20000	200	100

Eteenpäin liikkumisen estävän sidonnan yhteenlasketun voiman pitää kilomääräisesti olla yhtä suuri kuin sidottavan kappaleen paino sekä sivuille ja taaksepäin vähintään puolet tästä. Laskennallisesti tästä saadaan samat tulokset kuin Taulukossa 4.

Kitkan vaikutus jätetään huomioimatta sen vähäisyyden vuoksi. Koska ohjeistuksessa pitää ottaa huomioon myös talviolosuhteet, saadaan kahden metallipinnan kitkakertoimeksi 0,1 (Kuormansidonnan käsikirja 2004, 17). Jos kuorma-auton lava on öljyinen tai likainen, on pintojen välinen kitkakerroin vieläkin pienempi. Kitkan suuruutta ei tule koskaan yliarvioida.

Yleiset kuormansidontaan liittyvät ohjeistukset on esitetty Yleisissä kuormansidontaohjeissa (Liite 4). Nämä ohjeet sopivat kaikkiin laitteisiin, ja niissä käsitellään pääasiassa lainsäädännön vaatimuksia. Sidonnan ja noston laitekohtaiset erityispiirteet huomioon ottavat ohjeet esitetään laitteiden omissa nosto-ohjeissa. Koska yleiset kaikkia laitteita koskevat sidonnan vaatimukset ovat yhdessä erillisessä sidontaohjeessa ja laitekohtaiset erityisvaatimukset esitetään laitekohtaisten nosto-ohjeiden yhteydessä, saadaan ohjeistus pidettyä mahdollisimman selkeänä ja

yksinkertaisena. Näin vältetään ohjeiden turha monimutkaisuus ja asioiden päällekkäisyys.

3.3 Nosto-ohjeet

3.3.1 Yleisiä nosto-ohjeita

Propulsiolaitetta ei saa nostaa muualta kuin laitteen nostoon tarkoitetuista nostokorvista. Joissakin tapauksissa nostokorvia on jo merkitty asianmukaisilla tarroilla, mutta tarkoitus on, että kaikkien laitteiden kaikki nostokorvat merkitään. Näin virheellisistä kohdista suoritettavat nostot pystytään eliminoimaan. Tarkoitus on myös laatia jokaiselle laitteelle ja laitekoolle oma nosto-ohjeensa, josta käyvät ilmi laitteen paino, nostoissa syntyvät voimat sekä oikeat nostokohdat. Ohjeisiin pyritään sisällyttämään myös laitteen sidonnassa tarvittavat vähimmäisvoimat. Periaatteena on, että nosto-ohjeet täyttävät kaikki lain tavaranylähettäjälle asettamat vaatimukset. Lisäksi nosto-ohjeiden avulla pitää laitteista ennestään tietämättömän pystyä suorittamaan vaaditut nostot turvallisesti ja oikeaoppisesti.

Tämänhetkisten nosto-ohjeiden puutteita ovat nostokorvien riittämätön merkintä sekä kuormansidontaohjeiden täydellinen puuttuminen. Ohjeessa ei myöskään ole määritelty laitetyyppejä, laitteiden painoja eikä voimia. Kyseiset asiat on lisättävä ohjeisiin, jotta ne täyttävät tämänhetkiset vaatimukset. Vaarana on kuitenkin, että ohjeistuksesta tulee liian yksityiskohtainen ja laaja, ja siksi ohjeisiin ei tule lisätä mitään varmuuden vuoksi.

3.3.2 UL-laitteiden nosto-ohjeet

Tässä opinnäytetyössä laaditaan nosto-ohjeistus ainoastaan UL-laitteille. Opinnäytetyölle määritellyssä ajassa ei ole mahdollista laatia täydellistä ohjeistusta kaikille laitteille, koska eri propulsiolaitteita variaatioineen on niin suuri määrä. Pohjana käytetään vanhaa nosto-ohjetta. Vanhasta ohjeesta saadaan melko suoraan valmiit tekstit sekä kuvien ja tekstien asettelutyylit. Siinä on ohjeistus sekä laitteen

nostolle että sen kääntämiselle vaakatasosta pystyasentoon. Ohjeistuksen kuvat piirretään ja muokataan AutoCAD-ohjelmalla, josta ne saadaan suoraan siirrettyä word-dokumenttiin. Työn helpottamiseksi tietokannasta haetaan valmis UL-laitteen piirustus ja siitä muokataan halutunlainen kuva. Käytännössä tämä tarkoittaa, että siitä poistetaan kaikki pikkutarkat yksityiskohdat sekä käytännössä kaikki piilomuotoviivat. Ohjeistukseen lisätään laitteen paino sekä voimat, joita laitteen nosto ja kääntötilanteessa syntyy. Laitteen paino saadaan piirustuksesta ja sen perusteella lasketaan nostosyntyvät voimat newtoneina. Voimien ja painon perusteella nostajat pystyvät valitsemaan nostotyöhön oikeanlaiset nostovälineet ja laitteet. Lisäksi kuvaan merkitään oikeat nostokohdat sekä nostossa tarvittava nostopuomi ja sen käyttö. Nostokorvat merkitään nostokoukuilla. Valmis nosto-ohje on työn lopussa liitteenä (Liite 5). Nosto-ohjeet on tarkoitus liittää laitteen manuaaliin sekä mahdollisesti kaikkiin laitteisiin itseensä, jolloin ne olisivat välittömästi kaikkien niitä tarvitsevien käytettävissä.

4 LOPPUTULOKSET JA YHTEENVETO

4.1 Opinnäytetyön lopputulokset

4.1.1 Propulsiolaitteiden nostot ja nostoissa käytetyt nostokorvat

Nostokorvien osalta selvitettiin, mitä korvia on käytössä, käytettyjen korvien ominaisuuksia sekä mahdollisuutta korvata niitä standardoiduilla nostokorvakkeilla. Todettiin, että laitteissa käytetään pääasiallisesti 8:n, 10:n, 16:n, 20:n, 25:n ja 40 tonnin hitsattavia nostokorvia, jotka valmistetaan polttoleikkaamalla. Alustavissa lujuuslaskuissa todettiin, että korvien nostokapasiteeteissa olisi nostamisen varaa, koska korvien nykyinen valmistusmateriaali on alkuperäistä kestävämpää. Nostokapasiteettien nostaminen vaatisi kuitenkin vielä huomattavia lisälaskuja, jotta todellinen kestävyys autenttisissa olosuhteissa voitaisiin varmistaa. Osasta nostokorvia todettiin puuttuvan turvallisen maksimikestävyyden kertova SWL-leima.

Itsetehdyistä nostokorvakkeista melkein kaikki olisivat korvattavissa ostetuilla standardinostosilmukoilla tai -sangoilla. Vain erityiset nostokorvakkeet, jotka ovat suurempi osa rungon rakennetta, eivät ole järkevästi korvattavissa. Lisäksi todettiin, että ostetut standardikorvakkeet ovat ominaisuuksiltaan parempia kuin itse tehdyt nostokorvat.

Luvussa kaksi suoritettiin propulsiolaitteille nostoanalyysi. Nostoanalyysissä selvitettiin, mitä nostoja laitteille suoritetaan, ennen kuin ne on toimitettu loppuasiakkaille. Todettiin, että nostot voidaan jakaa neljään eri ryhmään:

kokoonpano, testaus, maalaus ja kuljetus. Kokoonpanovaiheessa laitteet kootaan, jolloin niille suoritetaan siirto- ja asennusnostoja. Testausvaiheessa laitteille suoritetaan siirto- ja katkaisunostoja. Maalausvaiheessa laitteita nostetaan siirtolaveteille ja pois. Kuljetusvaiheessa laitteille suoritetaan siirtonostoja. Ensin ne nostetaan kuljettavaan kuorma-autoon, joka vie ne satamaan ja laivaan. Satamassa laitteita nostetaan varastoon ja varastosta laivaan. Riippuen määränpäästä laitteille saatetaan suorittaa laivan vaihto, jolloin tulee lisää siirtonostoja. Lopuksi laite siirretään vielä satamasta loppuasiakkaalle. Lisäksi todettiin, että laitteita tuntemattomat henkilöt hoitavat melkein kaikki kuljetusvaiheen nostot. Näin ollen on tärkeää, että laitteista on kunnolliset nosto-ohjeet.

4.1.2 Kuormansidonta ja nosto-ohjeet

Luvun kolme alussa selvitettiin laitteita ja niiden eri variaatioita. Todettiin, että eniten vaihtelua aiheuttivat, mikä laitemalli ja -koko on kyseessä, onko siinä suulake, mikä on laitteen asennusmenetelmä sekä kuinka monessa osassa laite toimitetaan. Lisäksi perehdyttiin senhetkiseen nosto-ohjeistukseen. Kuormansidonnalle ei ollut olemassa aikaisempaa ohjeistusta. Lakimuutoksen vaatimuksesta myös kuormansidonnalle laadittiin ohjeistus. Sidontaohje käsittää yleisen sidontaohjeen, jossa kerrotaan lain vaatimuksista sidonnalle. Erilliset laitekohtaiset sidontakohtat ja niiden kestävyys sisällytettiin laitteiden nosto-ohjeisiin.

4.2 Lopputulosten tarkastelu

Opinnäytetyön alkuperäinen ja tärkein tarkoitus oli laatia lainsäädännöllisesti ajan tasalla olevat nosto- ja sidontaohjeet. Lopputyölle määritellyn ajan rajoissa ehdittiin laatia ohjeistus ainoastaan yhdelle laitetypille. Nämä ohjeet toimivat kuitenkin pohjana, jolta on hyvä jatkaa ohjeiden laadintaa kaikille laitteille. Syntyneitä ohjeistusta voidaan pitää onnistuneena, koska se on selkeä, mutta ottaa silti huomioon lain vaatimukset.

Lisäksi tarkoituksena oli tutkia ja päivittää käytettyjä nostokorvia. Tässä onnistuttiin siltä osin hyvin, että käytetyt korvat saatiin selvitettyä sekä todettiin, että korville

olisi helposti saatavana standardoidut valmisvaihtoehdot. Nostokorvien lujuuslaskujen osalta työtä voidaan kuitenkin pitää eräänlaisena esityönä. Jotta nostokorvien nostokapasiteettia voitaisiin turvallisesti nostaa, vaadittaisiin todelliset olosuhteet huomioon ottavia lisälaskuja.

Henkilökohtaisella tasolla eräs merkittävä hyöty tulevaisuuden työskentelyä ajatellen ovat oppimani asiat yrityksestä ja sen valmistamista laitteista. Eri laitteet ja niissä olevat erot ja ominaisuudet ovat tulleet tutuiksi ja lukuisten haastattelujen kautta olen oppinut tuntemaan Rolls-Roycen työntekijöitä sekä heidän tehtäviään niin suunnittelun kuin tuotannonkin puolelta. Opinnäytetyön teon pohjalta olen omaksunut selvät perustiedot laitteista ja työntekijöistä.

4.3 Tulevaisuuden haasteet

Opinnäytetyössä laadittiin ohjeet ainoastaan yhdelle propulsiolaitetyypille. Tarkoituksena on jatkaa nosto- ja sidontaohjeiden laadintaa kaikille laitetyppeille ja niiden eri variaatioille. Suurimman haasteen tulevaisuudessa aiheuttaa ohjeiden päivitys. Laitteet kehittyvät jatkuvasti, vanhoja poistuu myynnistä ja uusia tulee tilalle, mikä pitää huomioida myös ohjeistuksessa. Ohjeet vaativat jatkuvaa päivitystä, jotta ne pysyvät ajan tasalla.

LÄHDELUETTELO

A 4.12.1992/1257. Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä.

Airila, M., Ekman, K., Hautala, P., Kivioja, S., Kleimola, M., Martikka, H., Miettinen, J., Niemi, E., Ranta, A., Rinkinen, J., Salonen, P., Verha, A., Vilenius, M. & Välimaa, V. 2003. Koneenosien suunnittelu. Porvoo: WSOY.

L 3.4.1981/267. Tieliikennelaki.

Rolls-Royce Oy Ab 2008. Läheltä piti -tapaukset Raumalla.

Rolls-Royce Oy Ab 2007. Sisäinen tietokanta.

Kuormansidonnan käsikirja 2004. Logistiikan tutkimus ja kehitys Lorda ry. [verkkodokumentti, viitattu 10.6.2008]. Saatavana: www.logistiikkastrategia.fi/Kuormansidonta.pdf

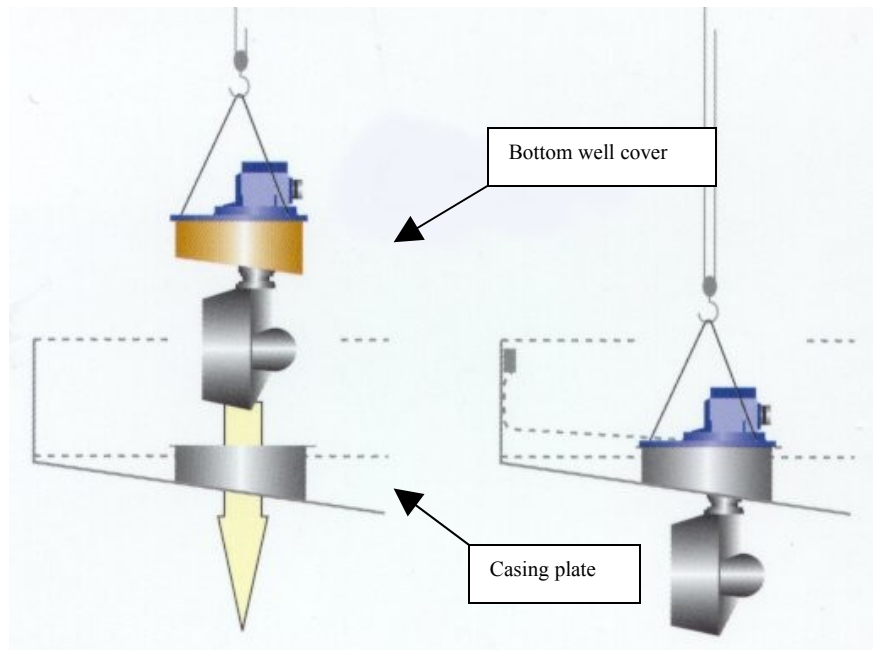
Tekniikan kaavasto 2002. Tampere: Tammertekniikka.

Wikipedia. 2008. Rolls-Royce plc. [verkkodokumentti, viitattu 15.5.2008]. Saatavana: http://en.wikipedia.org/wiki/Rolls-Royce_plc

Ulstein Aquamaster US-type azimuth thrusters installation methods

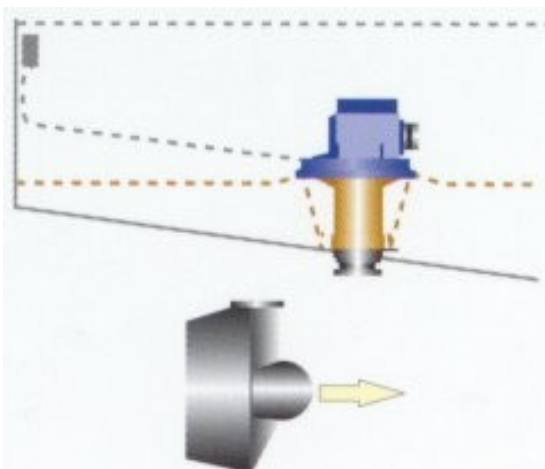
Bolt-in, top mounted type

First the casing plate is welded into hull structure. Then the complete thruster unit is lowered onto the casing plate flange and bolted in place.



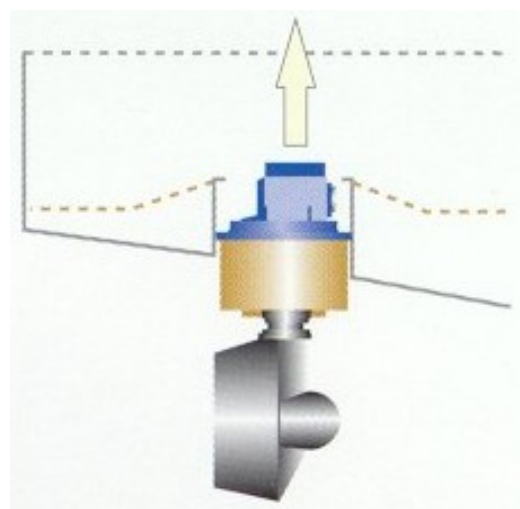
Weld-in type

First the upper part is lowered and welded inside the hull structure. Then the lower part is installed from underneath and bolted to the upper part.



Bolt-in, bottom mounted type

First the casing plate is welded into hull structure. Then the complete thruster unit is lifted up from underneath into the well and bolted against the mounting flange.





YLEINEN NOSTOTYÖSUUNNITELMA ROLLS-ROYCE OY AB

LIITE 2

3.1.5 YLEINEN NOSTOTYÖSUUNNITELMA ROLLS-ROYCE OY AB

Yleistä

Työnantaja on vastuussa työn turvallisesta suorittamisesta. Tässä yleisessä nostosuunnitelmassa määritellään yleiset nostoihin liittyvät periaatteet ja toimintatavat Rolls-Roycella. Tarvittaessa tätä toimintaohjetta tarkennetaan työpaikkakohtaisissa työhjeissa (WI) sekä vaikeiden nostotöiden erillisessä nostotyösuunnitelmassa (lomake tämän dokumentin lopussa).

Työntekijä huolehtii siitä, että noudattaa työnantajan antamia turvallisuusohjeita ja suorittaa nostotyöt huolellisesti ja ammattitaitoisesti. Työntekijän tulee suorittaa tarpeelliset tarkastukset ennen nostotyön aloittamista.

Työnjohto, nosturin käyttäjä ja muut työhön osallistuvat henkilöt perehtyvät nostosuunnitelmaan ennen nostotöiden aloittamista. Suunnitelmaa on noudatettava ja nostoa on tarkkailtava jatkuvasti.

Nostotöiden johtaja ja valvonta

Rolls-Roycella nostotöitä johtavat ja valvovat työnjohtajat. Lisäksi jokainen nostotyön suorittaja huolehtii noston turvallisuudesta.

Nostotöiden henkilöstön opastus

Kaikilla Rolls-Roycen tiloissa nostotöitä tekeville työntekijöille tulee olla voimassaoleva teollisuusnosturinajokortti.

Nostotöitä suoritettaessa noudatetaan tätä yleistä nostosuunnitelmaa sekä mahdollisia työpaikka- ja tuotekohtaisia ohjeita (WI).

Noston suunnittelu

Nostotyö suunnitellaan huolellisesti ennen sen aloittamista:

- Noston aiheuttamat vaarat selvitetään ja niihin varaudutaan, tarvittavista turvallisuustoimenpiteistä tiedotetaan.
- Nostotyön valvonta varmistetaan.
- Taakkojen painot, muodot ja painopisteet selvitetään.
- Käytettävät nosturit ja niiden rajoitukset selvitetään.
 - käyttö- ja huolto-ohjeiden saatavuus
 - nostokoneen ja nostoapuvälineiden tarkoituksenmukaisuus
 - nostokone ja nostoapuvälineet on tarkastettu ja ne ovat toimintakunnossa
 - rajakatkaisijat ovat toimintakunnossa

YLEINEN NOSTOTYÖSUUNNITELMA ROLLS-ROYCE OY AB

- merkittävät maksimikuormia ei saa ylittää
- Nostoon osallistuvilla tulee olla sopiva ammattitaito

Nostotyö valmistellaan huolellisesti ennen sen aloittamista:

- Varataan kaikki nostotyössä tarvittavat työkalut valmiiksi.
- Kooltaan liian suurta tai liian painavaa taakkaa ei saa nostaa.
- Nostoalue eristetään tarvittaessa.
- Muiden henkilöiden turvallisuudesta huolehditaan.
- Taakan nostoreitin ja nostajien kulkureittien turvallisuus tarkistetaan:
 - reitit ovat vapaat
 - liikkuvat koneet on pysäytetty tai poistettu
 - kompastumis- tai liukastumisvaaraa ei löydy
 - mahdolliset esteet, joita ei voi poistaa, on suojattu ja merkitty näkyvästi
 - valaistus on riittävä
- Nostotyön eteneminen käydään läpi:
 - mistä nostetaan ja minne lasketaan
 - vaaranpaikat on poistettu ja kulkureitit ovat vapaat
 - taakan laskupaikalla on tarvittavat tuet
 - noston suorittajalla ja merkinantajalla on näköyhteys taakkaan

Taakan kiinnittäminen

Taakan turvallinen kiinnittäminen huolehditaan ennen nostotyön aloittamista:

- Käytetään vain ehjiä, turvallisia ja tarkastettuja nostoapuvälineitä.
- Valitaan oikeat nostoapuvälineet taakan muoto, koko, paino ym. huomioiden.
- Varmistetaan, että nostettava kappale on tasapainossa koko noston ajan.
- Varmistetaan tukeva kiinnitys ja oikea kiinnitystapa:
 - kiinnityskohdat ovat kestävä ja pitävät, eikä taakka pääse kaatumaan tai siirtymään
 - nostokettingit tai -raksit eivät saa olla kiertyneitä
 - nostoraksi ei saa päästä luiskahtamaan eikä vaurioitumaan noston aikana esimerkiksi terävää kulmaa vasten

Nostotyön aikana

- Tarkastetaan taakan kiinnitys ja varmistetaan, että taakka on irti alustastaan noston alkaessa.
- Nostetaan taakan yläpuolelta (ei vinonostoa) ja pidetään nosturin työliikkeet tasaisina, jotta taakka ei pääse heilumaan. Heiluvaa taakkaa ei saa yrittää pysäyttää käsin.
- Taakka pidetään noston aikana mahdollisimman alhaalla, mutta ei saa laahata.
- Taakka lasketaan alas taukojen ajaksi. Sitä ei saa jättää roikkumaan.
- Taakan alla ei saa olla henkilöitä! Myös nostajan on pysyttävä pois taakan alta.
- Merkinantajan ohjeita noudatetaan.



YLEINEN NOSTOTYÖSUUNNITELMA ROLLS-ROYCE OY AB

- Nostotyön etenemistä seurataan jatkuvasti.
- Ongelmiin puututaan heti niiden ilmaantuessa.
- Taakan kyydissä ei saa kuljettaa ihmisiä! Myös nostajan on pysyttävä pois taakan kyydistä.

Nostotyön jälkeen

- Varmistetaan, että taakka on tukevasti paikallaan ennen kuin nostoapuvälineet irrotetaan.
- Nostoapuvälineitä irrotettaessa noudatetaan erityistä varovaisuutta.
- Taakan hajoaminen pyritään estämään taakkaa irrotettaessa.
- Varo sormiasi!

Vaikeat nostotyöt – nostosuunnitelma

Vaikeissa nostotöissä on noudatettava tämän yleisen nostosuunnitelman ohjeita, mutta sen lisäksi niistä on tehtävä kirjallinen nostosuunnitelma.

Nostosuunnitelmassa tulee näkyä tämän yleisen suunnitelman sisällön lisäksi:

- nostettavan taakan paino, painopiste ja nostokohtat
- nostopaikat ja suunnat
- nostotyön olosuhteet
- käytettävät nostomenetelmät sekä nostolaitteiden ja –apuvälineiden ominaisuudet
- tarvittavat maapohjan tai eri rakenteiden vahvistukset
- nostotyön vaiheet ja aloitus
- tarvittavat turvallisuustoimenpiteet, esim. turva-alueet, sähköjohdot, esteiden suojaukset jne.



Sivun omistaja: Kalevi Katila

3.1.5 YLEINEN NOSTOTYÖSUUNNITELMA ROLLS-ROYCE OY AB

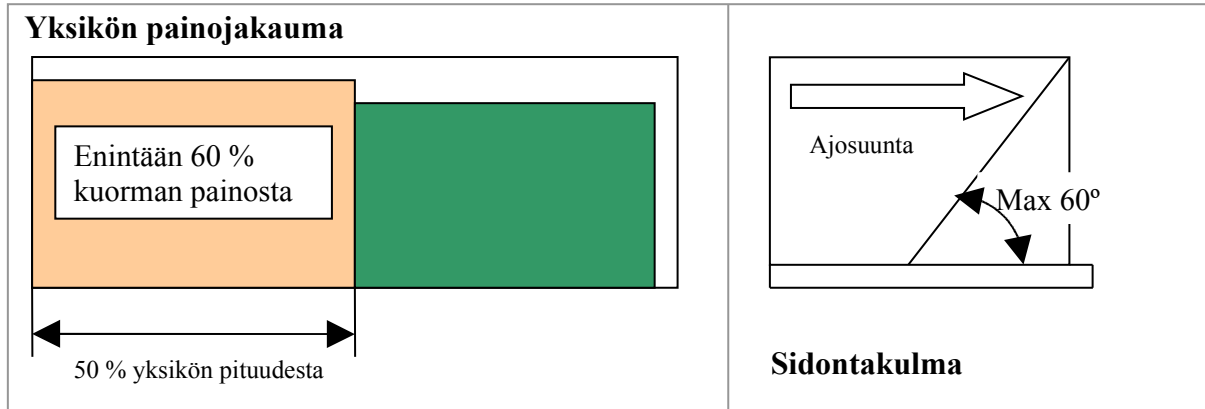
LIITE 3

NOSTOTYÖSUUNNITELMA	pvm
Työpaikka:	
Nostotyön tekijä:	
Nostotyön valvoja:	
<u>Taakan paino:</u>	
<u>Taakan painopiste ja kiinnityskohdat (käytä liitteitä tarvittaessa):</u>	
<u>Käytettävät nostolaitteet ja niiden maksimikuormat ja muut rajoitukset:</u>	
<u>Käytettävät nostoapuvälineet ja niiden max.kuormat ja muut rajoitukset:</u>	
<u>Muut huomioitavat nostolaitteiden ja -apuvälineiden ominaisuudet:</u>	
<u>Käytettävät nostomenetelmät:</u>	
<u>Nostopaikka, nostosuunnat, taakan ja työntekijöiden kulkureitit sekä taakan laskupaikka (käytä liitteitä tarvittaessa):</u>	
<u>Nostotyö vaiheittain ja nostotyön ajoitus:</u>	
<u>Nostotyöhön osallistuvat opastusta ja ohjeita seuraavilta alueilta (vastuuhenkilö):</u>	
<u>Eriyiset huomioitavat olosuhteet:</u>	
<u>Tarvittavat maapohjan tai eri rakenteiden vahvistukset:</u>	
<u>Turvallisuustoimenpiteet ja vastuuhenkilö</u>	
<u>Mukaan on liitetty seuraavat nostotyöhön vaikuttavat asiakirjat:</u> Rolls-Roycen yleinen nostotyösuunnitelma.	

Sivun omistaja: Kalevi Katila

3.1.5 YLEINEN NOSTOTYÖSUUNNITELMA ROLLS-ROYCE OY AB LIITE 4

YLEISIÄ KUORMANSIDONTAOHJEITA



- Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen maksimikulma vaakatasoon nähden on 60°.
- Kuorman painosta enintään 60 % saadaan sijoittaa 50 %:lle yksikön (kuormatilan) pituutta.
- Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta.
- Sidonta tulee suorittaa merkityistä nostokorvista. Harkinnan mukaan voidaan käyttää myös selkeästi sidonnan kestäviä kohtia, kuten suulaketta tai runkoa.
- Sidonta tulee suorittaa niin, ettei laitteelle aiheudu vahinkoa, eikä sitomisväline ole vasten auton tai kuorman terävää reunaa.
- Kuorma tulee sitoa siten, ettei yhden siteen irtoaminen tai löystyminen heikennä muuta kuorman sidontaa.
- Kitkan vaikutuksen saa ottaa sidonnassa huomioon, mutta sitä ei pidä yliarvioida. Öljyinen tai likainen pinta voi olla erittäin liukas.

Kitkakertoimia (μ) pinnoille

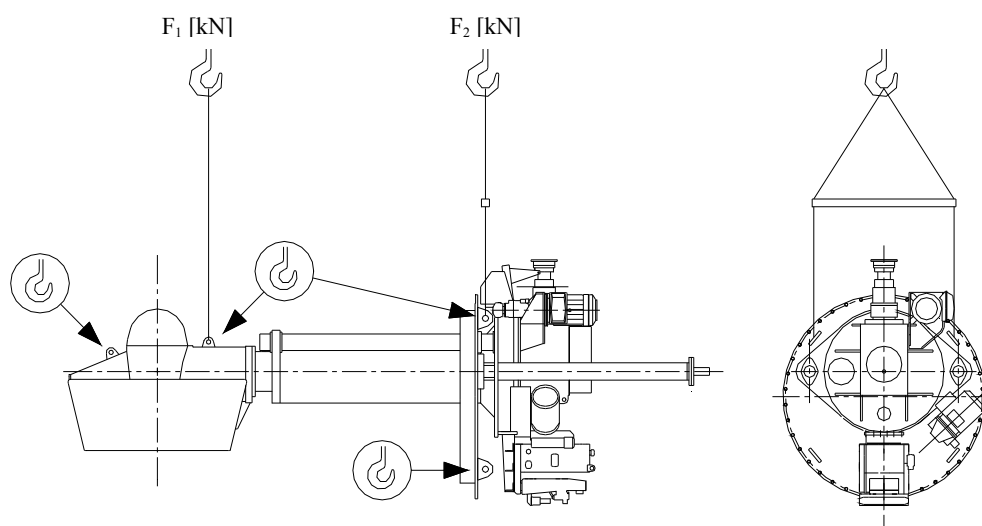
Materiaalipari	Kuiva, puhdas	Kostea, likainen	Luminen, jäinen
Metalli - Metalli	0,3	0,2	0,1
Metalli - Puu	0,3	0,3	0,1

$$F_{\mu} = F * \mu$$

KiMassavoima, F

LIFTING AND TURNING OF THRUSTER UNIT

1. Horizontal lifting of thruster unit



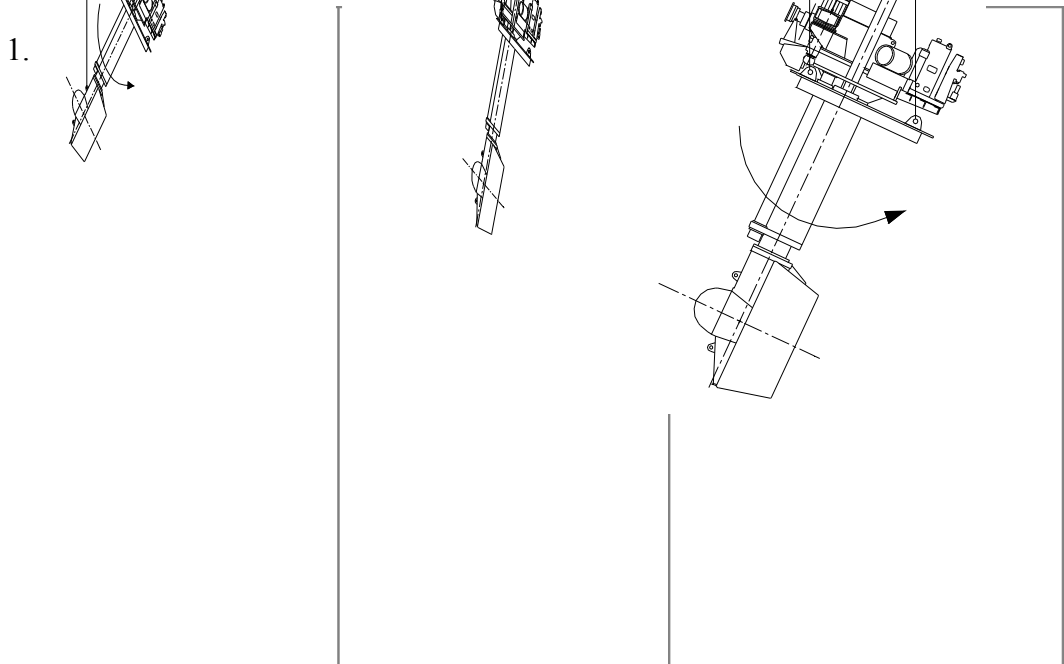
During transportation the thruster unit is resting on the transportation support and on the nozzle. Wooden blocks must be used under the nozzle edge to protect the painting.

Horizontal lifting is done by using three separate lifting wires: one wire on lower body and two wires of bottom well cover connected on the corresponding lifting lugs.

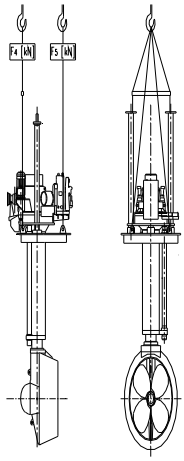
Unit:	Dry Weight [kg]:	F ₁ [kN]:	F ₂ [kN]:	F ₃ [kN]:	F ₄ [kN]:	F ₅ [kN]:
UL 1401	20000	98	2 x 49	2 x 98	2 x 49	2 x 49

2. Turni

2.



4.



Step 1:
When the unit is turning to upright position the lifting wire at the lower part will become slack and it can be removed from lower part.

Step2:
Thruster unit is hanging on two wires.

Step 3:
The “final” turning to vertical position is performed by three or four wires. The wires are connected to the corresponding lifting lugs on the bottom well cover.

Step 4:
Thruster is hanging on vertical position.

NOTE! *The lifting wires must be fastened so that the machinery on the bottom well cover is not damaged during lifting*