

Tero Venttola

JARRUNAUHAN KATKAISU TYÖVAIHEEN KEHITTÄMINEN

Tekniikan Rauman yksikkö
Tuotantotalouden koulutusohjelma
2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Rolls-Royce Oy Ab:n Rauman tehtaan huolto-osastolle.

Työni ohjaajana toimi Satakunnan ammattikorkeakoulusta TkL Jarmo Karinen ja Rolls-Roycen puolelta Vesa Kuismin.

Erityiskiitokset edellä mainittujen henkilöiden lisäksi haluan esittää huollon varaston työntekijöille kärsivällisyydestä sekä Eero Jaloselle Lappi Mecano Oy:stä.

JARRUNAUHAN KATKAISU TYÖVAIHEEN KEHITTÄMINEN

Venttola, Tero Petteri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tuotannotalouden koulutusohjelma
Tekniikka Rauman yksikkö
Yritys: Rolls-Royce Oy Ab
Marraskuu 2011
Ohjaaja: yliopettaja Jarmo Karinen
Asiasanat: Työvaiheen kehittäminen

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia ja kehittää Rolls-Royce Oy Ab:n huolto-osastolla päivittäin tapahtuvaa työvaihetta. Tarkoituksena oli selvittää millaisia erilaisia vaihtoehtoja tämän työvaiheen toteuttamiseen on olemassa ja myös lähteä kehittämään vaihtoehtoja parhaiten soveltuvaa, jotta työntekijät pystyvät suoriutumaan työtehtävästään mahdollisimman tehokkaasti ja ergonomisesti.

Tutkielman teoreettisessa osuudessa tutkitaan ja vertaillaan eri vaihtoehtojen soveltuvuutta työvaiheen vaatimukseen sekä toteutettavuutta. Tutkielmassa käytettiin apuna työvaihetta tekevien työntekijöiden ehdotuksia miten työvaihe tulisi toteuttaa.

Työssä esitellään uuden katkaisulaitteen periaatepiirustukset sekä siihen liittyvät uudet työvaiheet. Työssä esitellään myös katkaisulaitteen investointia tukevat kaaviot, joista voidaan todeta vuositasolla tapahtuva työajan säästö.

IMPROVING THE WORK STAGE OF CUTTING BRAKE LININGS

Venttola, Tero Petteri
Satakunta University of Applied Sciences
School of Technology Rauma
Industrial Management
Commissioned by Rolls-Royce Oy Ab
November 2011
Tutor: Jarmo Karinen, Principal Lecturer
Keywords: Improving a work stage

The purpose of the thesis was to investigate and improve a work process, which takes place every day in Rolls-Royce Oy Ab's Service department. The main challenge of this thesis was to define different ways to perform this work process and to improve the most suitable way and implement that for Service department's use. The new work process was also required to improve the efficiency and ergonomics of daily routines.

The theoretical part of this thesis investigates and compares different options to perform this work process. All new work process options suitability has been compared to the needs as detailed by the personnel carrying out the process daily. Their experience has been noted and taken into the consideration when improving the cutting of brake lining.

General drawings for the new brake lining cutting machine are presented in this study. Also presented are schemas that encourage investment in this brake lining cutting machine.

SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TERMILUETTELO

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn tavoitteet	7
1.2	Työn rakenne	7
2	YRITYKSEN ESITTELY	8
2.1	Rolls-Royce Plc.	8
2.2	Rolls-Royce Oy Ab	9
2.3	Rolls-Royce Oy Ab:n historia	10
2.4	Huoltotoiminta.....	12
3	RUMPUJARRUN TOIMINTA	13
3.1	Rumpujarrujen käyttö vinttureissa.....	14
4	PERUSONGELMAN KUVAUS JA TAVOITEMÄÄRITYS	16
4.1	Nykyinen katkaisuprosessi	17
4.2	Erilaiset prosessinkehittämisen vaihtoehdot.....	20
4.2.1	Jarrunauhan tilaaminen tuottajalta aina määrämittaisena	20
4.2.2	Jarrunauhan katkaiseminen leikkamalla leikkurilla.....	21
4.2.3	Jarrunauhan katkaiseminen katkaisusahan avulla.....	22
5	TYÖPÖYDÄN SUUNNITTELU	23
5.1	Ergonomia	23
5.2	Ergonomian huomioonottaminen työpöytää suunniteltaessa	24
6	HANKKEEN KANNATTAVUUS	25
6.1	Investointilaskelmat.....	25
6.1.1	Nykyarvomenetelmä	25
6.1.2	Sisäisen korkokannan menetelmä	25
6.1.3	Annuiteettimenetelmä	26
6.1.4	Takaisinmaksuajan menetelmä	26
6.2	Takaisinmaksuajan menetelmän soveltaminen	26
7	YHTEENVETO	29
	LIITTEET	30
	LÄHTEET.....	38

TERMILUETTELO

Vintturi	Laivan kansikone, jota käytetään laivan kiinnittämiseen laituriin sekä ankkurointiin.
Rumpujarru	Rumpujarrulla jarrutetaan vintturirummun pyörimistä ankkurin laskutilanteessa tai laivan kiinnittyessä satamaan.
Autotension	Autotension pitää köyden kireyden sille asetettujen rajojen sisällä, eli tarvittaessa se joko kiristää tai löysää köyttä automaattisesti. Järjestelmää tarvitaan erityisesti satamissa, missä tapahtuu vuoroveden aiheuttamia muutoksia veden korkeudessa tai laivaa lastattaessa ja purettaessa.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Rolls-Roycen huolto-osaston varastolla päivittäin tapahtuvaa työvaihetta. Ankkurinkäsittely- ja kiinnitysvinttureiden jarrurumpuihin toimitetaan päivittäin jarrunauhaa ja tällä hetkellä tämän jarrunauhan saattaminen lähetyskuntoon asiakkaalle on työläs ja hidas työprosessi. Työ tehdään lähinnä käsin ja tätä haluttiin päivittää ja samalla parantaa työntekijöiden työturvallisuutta ja työergonomiaa. Työprosessin kehittäminen nostaisi työssä viihtyvyyttä.

1.1 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön ehdottomasti tärkein teema oli saattaa jo vuosia suunnitteluasteella ollut hankala työprosessi eteenpäin ja kehittää sitä tämän päivän tasolle työergonomia huomioonottaen.

1.2 Työn rakenne

Opinnäytetyön toisessa osassa esitellään Rolls-Royce yrityksenä, käsitellään sen liiketoimintaa, markkina-alueita, päätuotteita sekä huolto-osastoa. Kolmannessa luvussa käsitellään rumpujarrun toiminta teoriassa sekä miten Rolls-Royce soveltaa sitä. Neljännessä luvussa kuvataan prosessin perusongelma sekä erilaiset prosessin kehittämisen vaihtoehdot. Viidennessä luvussa kerrotaan työergonomiasta sekä työpöydän suunnittelusta ergonomia huomioonottaen. Kuudennessa luvussa on kuvattu hankkeen kannattavuus sekä takaisinmaksuaika mikäli kyseinen parannus prosessiin tehtäisiin.

2 YRITYKSEN ESITTELY

2.1 Rolls-Royce Plc

Rolls-Royce plc. on englantilainen pörssiyhtiö, joka toimii neljällä eri toimialalla: siviili-ilmailu (Civil aerospace), puolustusteollisuus (Defence), energialaitokset (Energy) ja meritekniikka (Marine). Koko konsernin myynti oli vuonna 2009 10,1 miljardia puntaa. Tuotto oli 915 miljoonaa puntaa vuonna 2009. Työntekijöitä konsernilla on kaikkiaan noin 38000. Lähde: Rolls-Royce Intranet: <http://172.18.12.2/marineinfo.nsf/mainframeset> [viitattu 16.5.2009]

Rolls-Royce Marine on yksi maailman johtavista meritekniikan valmistajista. Marine jaetaan neljään eri toimialaan: kauppalaivasto, sukellusveneet, sotalaivasto ja offshore. Marinella on yhteensä yli 7000 työntekijää ja yli 2000 asiakasta. Liikevaihto oli vuonna 2009 2,6 miljardia puntaa. Lähde: Rolls-Royce Intranet: <http://172.18.12.2/marineinfo.nsf/mainframeset> [viitattu 16.5.2009]

Marine toimialat:

- Kauppalaivasto
risteilyalukset, matkustaja-alukset, rahtialukset, tankkerit, hinaajat, työveneet, jahdit
- Offshore
Tutkinta- ja tuotantoalukset, tukialukset, ankkurinkäsittelyalukset, jäämurtajat, kalastusalukset, pelastus- öljyntorjuntaalukset
- Puolustusteollisuus
Sukellusveneet ja pinta-alukset

Marinen tuotevalikoima:

- Potkurijärjestelmät
 - Vesisuihkulaitteet (FF Jet & Kamewa)
 - CP / FP potkurit (Kamewa)
 - Sähköiset potkurilaitteet (Podded propulsor)
 - Potkurilaitteet (Azimuth thrusters)

- Moottorit
 - Diesel moottorit (Bergen Diesel)
 - Kaasukäyttöiset moottorit
 - Kaasuturbiinit
- Ohjailujärjestelmät
 - Tunnelipotkurit (Kamewa)
 - Peräsimet
 - Peräsinkoneet (Tennfjord)
- Kansikoneet
 - Ankkurinkäsittely- ja hinausvintturit (Rauma ja Brattvaag)
 - Kiinnitysvintturit ja troolivintturit (Rauma ja Brattvaag)
 - Lastinkäsittelyjärjestelmät
- Automaatio
- Laivasuunnittelu
- Evävakaimet

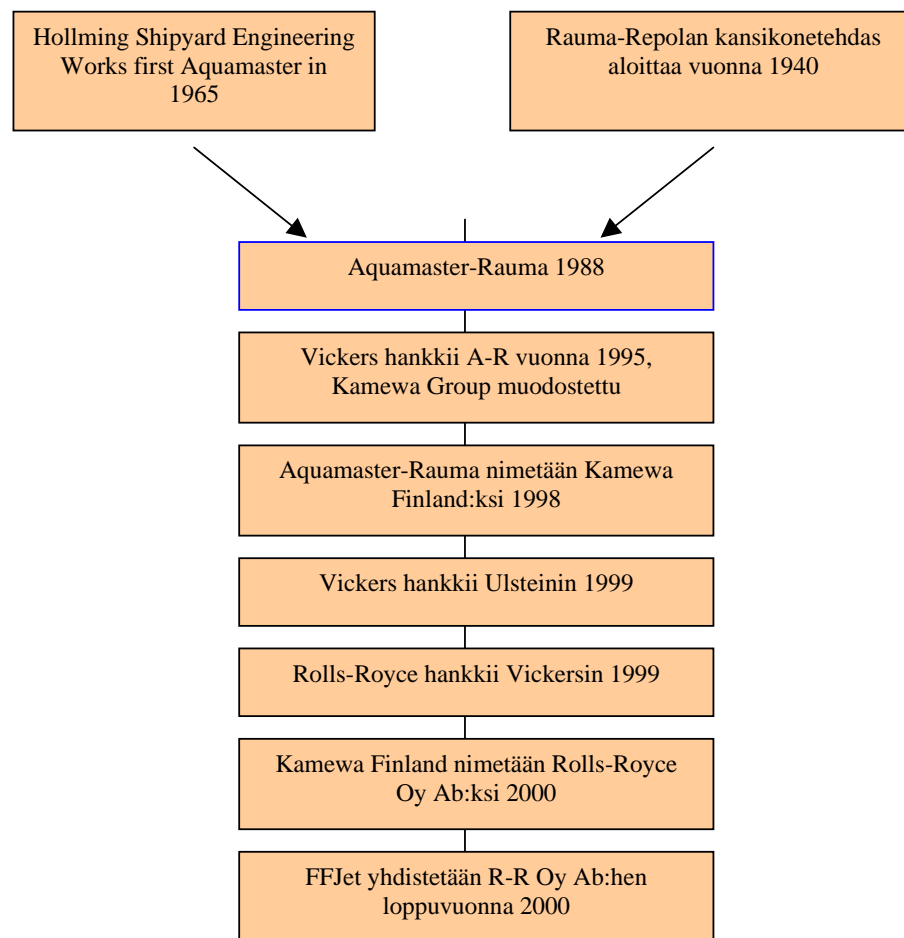
2.2 Rolls-Royce Oy Ab

Rolls-Royce Oy Ab on osa Rolls-Royce konsernin Marine-toimialaa. Yhtiöllä on Suomessa kolme eri toimipaikkaa: tuotantolaitokset Raumalla ja Kokkolassa sekä myyntikonttori Helsingissä. Henkilöstöä on Raumalla 380, joista 190 työskentelee toimistossa hallinto- ja suunnittelutehtävissä ja 190 tuotannon puolella. Kokkolassa työntekijöitä on 70 ja Helsingissä 1. Yrityksen toimialaan kuuluvat sekä Rolls-Royce Azimuth thruster -potkurilaitteet että Rauma-Brattvaag-vintturit. Molemmilla toimialoilla yritys on yksi johtavista valmistajista maailmassa.

Rolls-Royce Oy Ab:n historia alkaa jo 1940-luvulta, jolloin Rauma-Repola valmisti ensimmäiset Rauma-vintturit. Ensimmäiset Aquamaster-potkurilaitteet valmistettiin 1965 Hollming konepajan toimesta. Vuonna 1988 perustettiin Aquamaster-Rauma Oy, kun silloiset Rauma-Repolan kansikonetehtaan toiminnot ja Hollmingin Aquamaster-konepaja yhdistettiin. Vuonna 1995 Vickers plc. osti koko Aquamaster-Rauma Oy:n, jolloin muodostettiin Kamewa Group. Vuonna 1998 yhtiö muutti nimekseen Kamewa Finland Oy. Vuonna 1999 Vickers osti norjalaisen Ulsteinin ja näin syntyi Vickers Ulstein Marine System (VUMS). Samana vuonna Rolls-Royce plc osti koko Vickers-konsernin ja vuonna 2000 yhtiön nimeksi annettiin Rolls-Royce Oy Ab.

Lähde: Rolls-Royce Oy Ab vuosikertomus 2008 lehti. (Helmikuu 2009)

2.3 Rolls-Royce Oy Ab:n historia

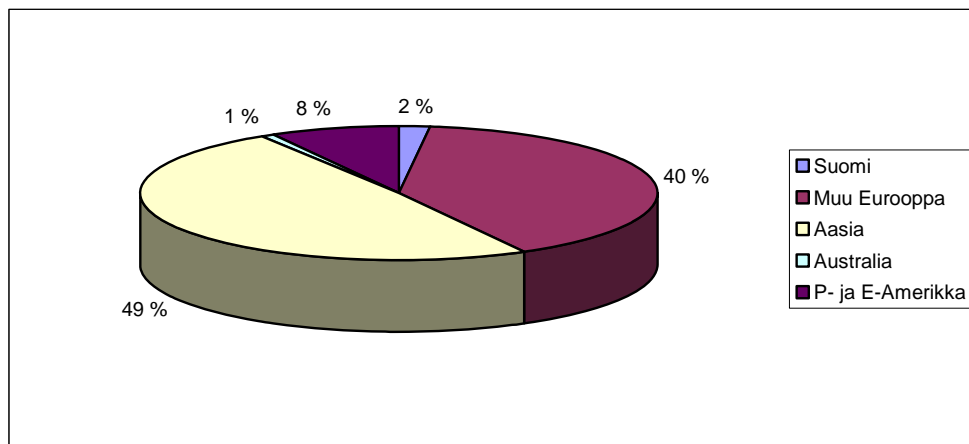


Kuvio 1. Rolls-Royce Oy Ab:n historia

Rauman yksikön tuotanto-ohjelmaan kuuluvat 360 astetta kääntyvät Rolls-Royce Azimuth-potkurilaitteet sekä Rauma-Brattwaag kansikoneet. Azimuth-potkurilaitteiden suunnittelu, tuotanto, markkinointi, myynti sekä huolto ovat kaikki Rauman yksikössä. Kansikoneissa suunnittelu, markkinointi ja myynti on Raumalla. Tuotanto on kolmessa tehtaassa Kiinassa Shanghaissa, Etelä-Koreassa Pusanissa sekä Puolassa Gdanskissa. Suunnittelu, markkinointi, myynnintuki ja huolto ovat Rauman yksikössä. Rauman yksikön liikevaihto oli 599 miljoonaa euroa vuonna 2009. Vientiin meni vuonna 2009 myynnistä 98 %.

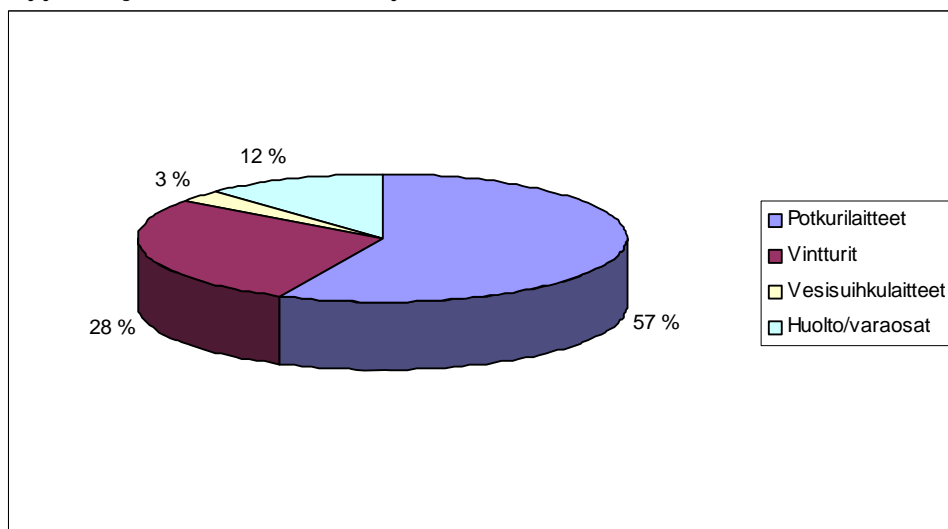
Lähde: Rolls-Royce Oy Ab vuosikertomus 2009 lehti. (Helmikuu 2010)

Myynnin maantieteellinen jakautuminen 2009



Kuvio 2. Rolls-Royce Oy Ab:n myynnin jakautuminen vuonna 2009

Myynnin jakautuminen tuoteryhmittäin 2009



Kuvio 3. Rolls-Royce Oy Ab:n myynnin jakautuminen tuoteryhmittäin vuonna 2009.

2.4 Huoltotoiminta

Yhtiön päämarkkina-alueet huollon kannalta katsottuna ovat periaatteessa koko maailma, koska asiakkaita, joilla on Rolls-Royce Oy Ab:n laitteita laivoissaan löytyy melkein kaikilta mantereilta. Laitteita on myös koko ajan kasvava määrä merillä, sillä useat 70-luvulla valmistetut laitteet ovat vielä jossain päin maailmaa käytössä. Tästä syystä huollolla on toimisto useimmilla mantereilla. Yhteensä toimistoja on eri puolilla maailmaa 66.

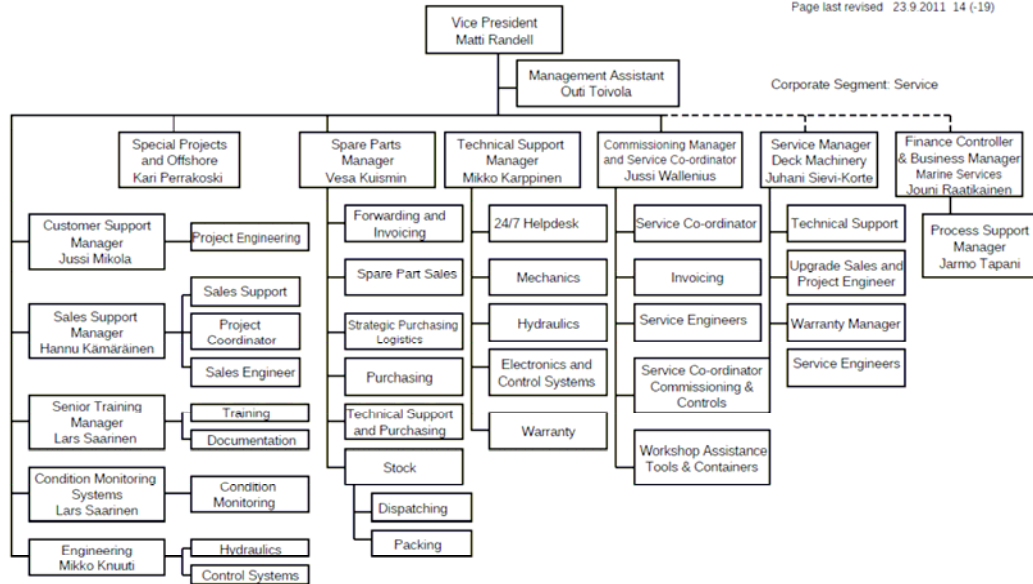
Huollossa on asetettu tavoitteeksi, että kaikkiin asiakkaiden kyselyihin ja tilauksiin vastataan 24h sisällä. Tämä takaa huolto-osastolle hyvän maineen asiakkaiden silmissä, koska asiakkaat tietävät, että kaikkiin ongelmiin löytyy yleensä vastaus vuorokauden sisällä.



Kuva 1, Rolls-Royce Marinen toimipisteet

Marine Services – Rauma

Page last revised 23.9.2011 14 (-19)



Rolls-Royce

Kuva 2, Rolls-Royce Oy Ab huolto-organisaatio. Raumalla huolto-osastolla työskentelee 104 henkilöä.

3 RUMPUJARRUN TOIMINTA

Jarrurumpu on tavallisesti valmistettu valuraudasta. Jarruja käytettäessä jarrukenkien kitkapintojen ja jarrurummun välinen hankaus kuluttaa rumpujarrua. Kuluminen lisääntyy, jos rummun sisälle pääsee vettä tai pölyä ja erityisesti, jos jarrukenkien pinnat pääsevät kulumaan niin paljon, että kenkien ja rummun väliin syntyy metallinen kosketus.

Jarrujen varsinaisia kuluvia osia ovat jarrukenkien kitkapinnat. Kitkapinnoitteet voidaan kiinnittää jarrukenkiin joko niittaamalla tai liimaamalla. Jälkimmäinen menetelmä on yleistynyt ja suurelta osin syrjäyttänyt niittaamisen henkilö- ja pakettiautoissa. Raskaassa kalustossa käytetään edelleen yleisesti niitatuja jarrupäällysteitä.

Kiinnitettäessä niittaamalla kitkapinnoitetta, jossa ei ole valmiita niitinreikiä, on reiät porattava. Sitä varten jarrupinnoite kiinnitetään ensin tilapäisesti jarrukenkään ja reiät porataan jarrukengän puolelta käyttäen siinä olevia reikiä ohjaimina. Sen jälkeen reiät syvennetään toiselta puolelta niittien kannoille sopiviksi.

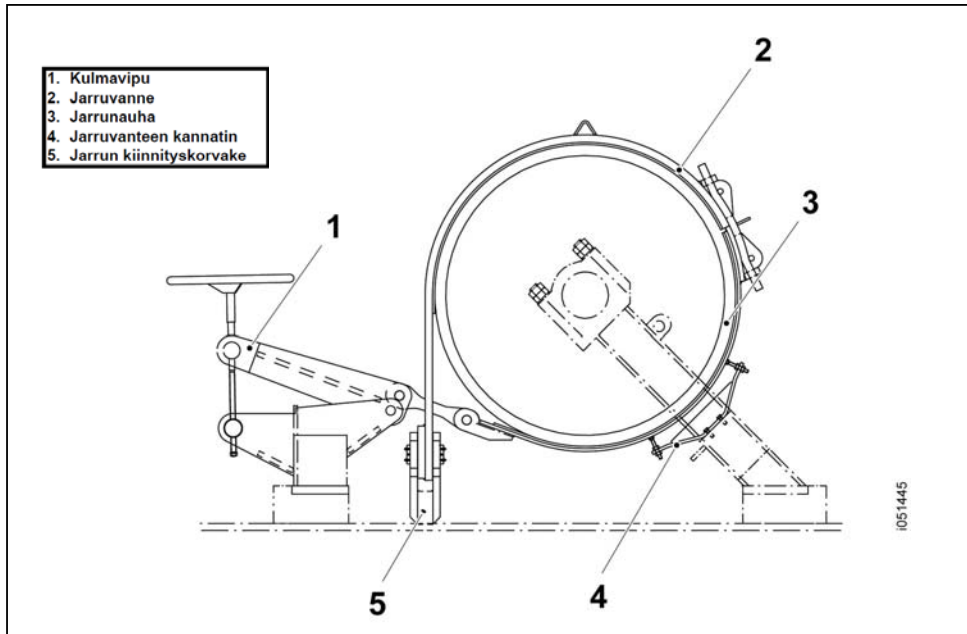
Liimaamalla kiinnitettäessä ei jarrupäällysteisiin tietenkään porata reikiä. Sen sijaan jarrukengän pinta puhdistetaan huolellisesti, liima sivellään paikalleen ja pinnoite puristetaan paikalleen. Sen jälkeen liima kovetetaan kuumentamalla uunissa. Kovettamisen jälkeen pinnoitteen ja jarrukengän välistä pursunut liima poistetaan hiomalla.

(Juurikkala, 1983, 189)

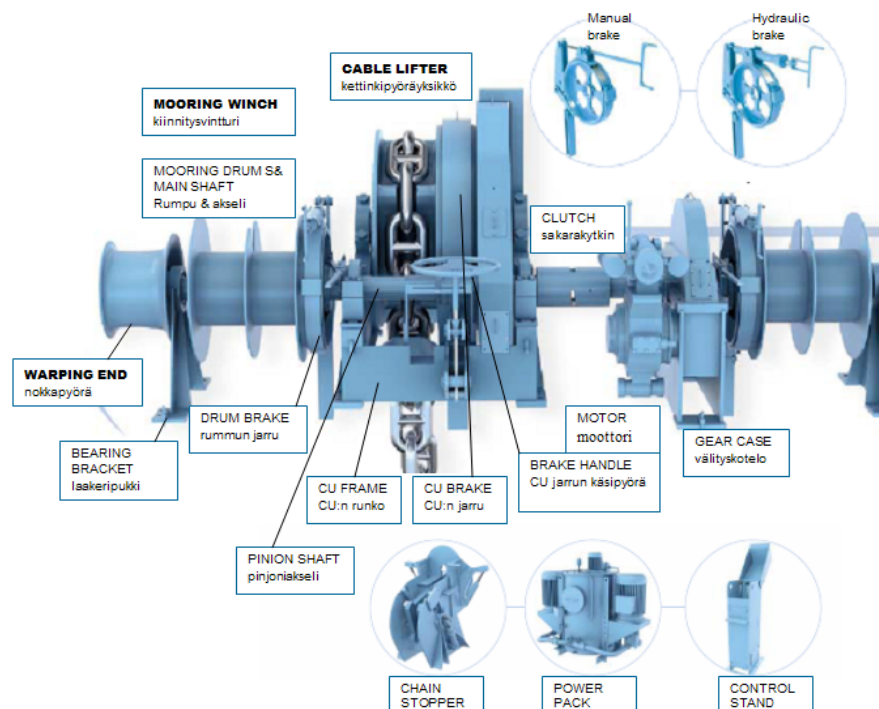
3.1 Rumpujarrujen käyttö vinttureissa

Rumpujarrussa jarrunauhat kiinnitetään jarruvanteeseen kahdella eri tavalla. Kiinnitys tapahtuu joko niittaamalla tai pulteilla ja muttereilla. Jarrunauhat myös aina liimataan kaksikomponenttiliimalla. Tämä varmistaa jarrunauhan pysymisen jarruvanteen päällä suuremmissakin rasituksissa. Vinttureissa käytetyt rumpujarrut eroavat autojen rumpujarruista siten, että vinttureissa jarrukengät on korvattu jarruvanteella johon kitkapinta/jarrunauha on kiinnitetty. Rumpujarrulla jarrutetaan rummun pyörimistä ankkurin laskutilanteessa tai laivan kiinnityssä satamaan. Tällöin rummun pyörimistä hidastetaan manuaalisesti jarruruuvilla tai hydraulisesti hydraulisynterillä avulla.

Jarruruuvi puristaa jarruvannetta rummun päälle kulmavivun kautta, jolloin rummun pyöriminen hidastuu ja lopulta pysähtyy. Jarruruuvia kiristämällä voidaan jarru lukita paikalleen. Hydraulisynterikäyttöisen jarrun etuna on sen operointimahdollisuus kaukosäätölaitteiden avulla muualtakin kuin vinssin vierestä.



Kuva 3. Rumpujarru ankkuriyksikköön



Kuva 4. Kansikoneen osat

4 PERUSONGELMAN KUVAUS JA TAVOITEMÄÄRITYS

Rolls-Royce Oy Ab on toimittanut kansikoneita Rauman tehtaalta 1940-luvulta asti. Kun otetaan huomioon kansikoneiden elinikä voidaan arvioida laitekannan olevan maailmalla noin 35 000 laitetta. Melkein kaikissa näissä vinttureissa on rumpujarrut, joihin täytyy aika ajoin uusia jarrunauha, aivan kuten henkilöauton rumpujarruihin uusitaan aika ajoin jarrukengät. Toimintaperiaate molemmissa on sama.

Vinttureissa jarrunauhan kulumisen määrää pääasiassa laivan käyttötapa. Jos verrataan valtamerilaivaa, joka kiinnittyy kahden viikon välein satamaan lyhyempää satamaväliä ajavaan Silja Europeen, jolle laiturikiinnityksiä laituriiin tulee vuorokaudessa kolme, on selvä, että Silja Europella jarrunauhat kuluvat nopeammin. Näissä laivoissa on myös usein käytössä Autotension, joka säättää kiinnitysköysien kireyttä esim. vuoroveden korkeuden mukaan. Tämän vuoksi voidaankin todeta, että jarrunauhojen kulumisen määrittää pääasiassa nimenomaan laivan käyttötapa eikä vintturin tyypillä ja koolla ole huomattavaa merkitystä.

Raumalla on tehty periaatepäätös, että asiakasta palvellaan nopeasti ja tämän vuoksi huollon varastosta löytyy melkein aina kaikkiin vinttureihin sopivat jarrunauhat. Poikkeuksen muodostavat satunnaisesti erittäin vanhoissa vinttureissa käytettävät jarrunauhat, jotka tilataan toimittajalta aina määrämittaisena. Jarrunauha tulee varastolle aina kymmenen metrin rullissa ja näistä rullista sahataan aina jokaisen asiakkaan laitteeseen sopivan mittainen jarrunauha. Jarrunauhan paksuus on 3-25mm ja leveys 50-340mm. Jarrunauhan tyypillinen pituus vaihtelee 2-3,5 metrin välillä.



Kuva 5, laivan keulan vintturit

4.1 Nykyinen katkaisuprosessi

Nykyinen jarrunauhan katkaisuprosessi on monivaiheinen ja se pitää sisällään ongelmakohtia, joita pyritään parantamaan. Prosessia ei tällä hetkellä ole automatisoitu eikä työssä käytetä liiemmin apuvälineitä. Yhden ankkurinkäsittelyvintturin jarrunauhan katkaiseminen määrämittaan tapahtuu suraavasti

Vaihe 1. jarrunauharulla noudetaan varastopaikalta katkaisupaikalle

Vaihe 2. katkaistaan pakkauksessa käytetyt vanteet rullan ympäriltä ja levitetään rulla lattialle. Apuna käytetään painoja ja ”työkaluja”, jotta jarrunauharulla ei mene takaisin kerälle. Alla on kuvat prosessista (Kuva 6 ja 7)



Kuva 6, Jarrunauhan suoristaminen pituuden mittausta varten



Kuva 7, Jarrunauhan pään kiinnittäminen nauhaa suoristaessa

Vaihe 3. mitataan jarrunauhasta määrämittäinen pala (Kuva 8)



Kuva 8, jarrunauhan mittaus

Vaihe 4. sahataan pistosahalla jarrunauha poikki

Vaihe 5. poistetaan painot levitetyn jarrunauharullan päältä ja rullataan se takaisin rullaksi

Vaihe 6. palautetaan jarrunauharulla takaisin omalle varastopaikalleen



Kuva 9, jarrunauhan katkaisu

Katkaisuprosessi kestää keskimäärin noin 6-8 minuuttia. Erityisiä ongelmakohtia prosessin aikana ovat prosessin työturvallisuus, työasennosta johtuva huono työergonomia sekä jarrunauharullan lattialle levityksestä koostuva hidas työvaihe, joka prosessia järkeistämällä on vältettävissä.

4.2 Erilaiset prosessinkehittämisen vaihtoehdot

Prosessin kehittämistä tutkittiin kolmella realistisimmalla tavalla. Vaihtoehtoina oli jarrunauhan tilaaminen määrämittaisena aina jarrunauhan valmistajalta, joka poistaisi koko katkaisuprosessin, jarrunauhan katkaisu leikkaamalla leikkurilla sekä jarrunauhan katkaisu sahaamalla.

4.2.1 Jarrunauhan tilaaminen tuottajalta aina määrämittaisena

Tämä on erittäin varteenotettava vaihtoehto tulevaisuudessa, jos vinttureiden moduulisuunnittelussa varioidaan nauhapituudet eikä variaatiota ole kymmeniä. Tällöin olisi mahdollista pitää tietyn pituisia, paksuisia ja leveitä jarrunauhoja varastossa. Tällä säästettäisiin työajassa, joka nyt kuluu, kun jarrunauhoja sahataan määrämittäisiksi. Tämä ei kuitenkaan ole vielä mahdollista, eikä välttämättä lähitulevaisuudessakaan, koska variaatioita on aivan liian paljon. Laitteiden pitkästä eliniästä johtuen ei vanhojen laitteiden poistuminen markkinoilta myöskään tapahdu nopeasti.



Kuva 10, jarrunauharullia

4.2.2 Jarrunauhan katkaiseminen leikkaamalla leikkurilla

Tutkittiin myös vaihtoehtoa, jossa jarrunauhan katkaiseminen tapahtuisi leikkaamalla levyleikkurilla. Tämän vaihtoehdon etuna on, että leikkausvaiheessa ei synny ollenkaan pölyä, joka muuten jouduttaisiin talteenottamaan teollisuusimurin avulla.

Myös katkaisupinta olisi tasainen ja suora kun leikataan jarrunauha poikki.

Kaikkein suurimpien jarrunauhojen katkaisussa esiintyi kuitenkin ongelmia koeleikkauksissa. Suurimmat nauhat osoittautuivat vaikeiksi leikata eikä jarrunauhan katkaisu onnistunutkaan. Katkaisu saattaisi kuitenkin onnistua, jos voimanlähteenä käytettäisiin hydraulisylinteriä. Tästä ei kuitenkaan ole varmuutta eikä sitä koeleikkaustilanteessa ollut mahdollista yrittää.



Kuva 11, levyleikkuri

4.2.3 Jarrunauhan katkaiseminen katkaisusahan avulla

Tässä vaihtoehdossa jarrunauha kiinnitetään tukevasti pöytään ja katkaisu tapahtuu katkaisusahan avulla. Katkaisusahan terä leikkaa jarrunauhaa tasaisesti jarrunauhan pituudesta tai paksuudesta riippumatta. Terä kuitenkin tuottaa runsaasti pölyä ja savua, jonka vuoksi katkaisusaha on ehdottomasti varustettava pölyntalteenottavalla teollisuusimurilla. Katkaisusahoissa normaalisti vakiovarusteena tuleva pölypussi ei ole riittävä.

Koekatkaisutilanteessa todettiin normaalin terän mahdollinen ylikuumeneminen, joka vie terästä karkaisun ja pilaa terän. Ongelma oli kuitenkin vältettävissä, kun teräksi vaihdettiin paremmin kuumuutta kestävä katkaisuterä, jota käytetään muun muassa alumiinin ja muiden rautaa sisältämättömien materiaalien leikkaukseen.

Todetaan, että jarrunauhan katkaiseminen leikkaamalla on huolto-osastolle parhaimmin soveltuva vaihtoehto. Katkaisusahaksi valitaan DeWaltin DW718 XPS (liite 2), joka lähes ainoana markkinoilla omaa 345mm leikkauskapasiteetin. Pölynpoiston imu- ja suodatusyksiköksi kyseiselle katkaisusahalle valitaan Suomen Imurikeskuksen Grindex S1,1. (liite 3)

Lisäksi katkaisusahalle teetetään työpöytä, jotta pystytään parantamaan työergonomiaa ja työturvallisuutta. Työpöytä on suunniteltu niin suureksi, että se riittää tällä hetkellä valmistettujen rumpujarrujen jarrunauhojen katkaisuun. (liite 1)



Kuva 12, alumiinin ja muiden rautaa sisältämättömien materiaalien katkaisuterä

5 TYÖPÖYDÄN SUUNNITTELU

5.1 Ergonomia

Ergonomia lähtee ihmisen ominaisuuksista, kyvyistä ja tarpeista ja käsittelee ihmisen ja teknisen tuotteen suhdetta. Ergonomian tutkimustuloksilla ja vastaavalla rakennemuotoilulla voidaan tekninen tuote sovittaa ihmiselle sopivaksi. Teknisten tuotteiden käsittely ja hyödyntäminen johtaa tiettyihin kehonasentoihin ja liikkeisiin. Nämä ovat seurausta teknisen tuotteen konstruktiivisen muotoilun määräämästä tilasta ja ihmisen kehonmitoista.

Teknisen tuotteen käsittelyssä kehonasennot edellyttävät staattista ja dynaamista lihastyötä. Ergonomisessa tarkastelussa on erotettava kuormitus, rasitus ja väsymys. Kuormitus merkitsee ulkoa tulevia vaikutuksia joihin vaikuttaa ihmisen ikä, ruumiinrakenne, sukupuoli ja terveydentila. Intensiteetistä ja kestosta riippuen rasitusta voi seurata väsymys, joka taas tasoittuu elpymisen kautta.

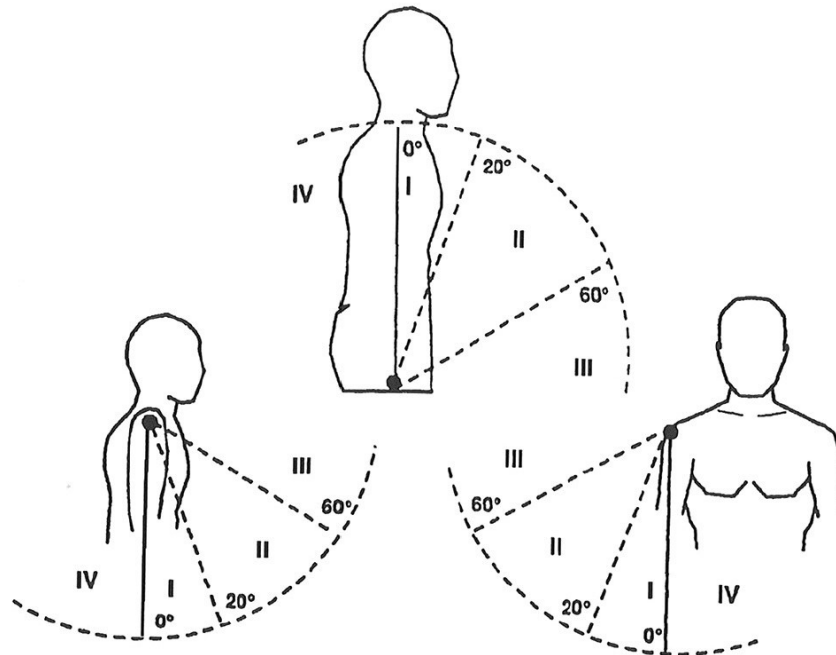
(Pahl, 1986, 283)

Konetta suunniteltaessa on vältettävä sen käyttöön liittyviä hankalia työasentoja kuten kehon kiertyneenä tai taipuneena olemista. Samoin on vältettävä pitkäkestoisia kehoa väsyttäviä toimintoja. Asentoa on pystyttävä muuttamaan konetta käytettäessä. Koneet tulisi suunnitella siten, että niitä käytettäessä voidaan vaihdella kävelemisen, seisomisen ja istumisen välillä. Yleensä istuminen on paras pääasiallinen työasento.

Työasentoja koskevassa standardiehdotuksessa prEN 1005-4 on yksityiskohtaisia ohjeita siitä miten eri työasentoihin liittyviä riskejä on arvioitava. Oheisessa kuvassa 13 on esimerkki kehon taivuttamiseen ja käsivarren asentoihin liittyvän riskin arvioinnista. Kuvassa olevat roomalaiset numerot tarkoittavat tauukossa 1 esitettäviä asioita. (Siirilä, 1999, 351)

Alueen tunnus	Paikoillaan pysyminen	Liikkuminen	
		Alhainen taajuus (alle 2 kertaa minuutissa)	Korkea taajuus (2 kertaa tai enemmän minuutissa)
I	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä
II	Ehdollisesti hyväksyttävissä	Hyväksyttävä	Ei hyväksyttävissä
III	Ei hyväksyttävissä	Ehdollisesti hyväksyttävissä	Ei hyväksyttävissä
IV	Ehdollisesti hyväksyttävissä	Ehdollisesti hyväksyttävissä	Ei hyväksyttävissä

Taulukko 1, Kehon taivuttamisen ja käsivarren asentojen eri alueiden hyväksyttävyys



Kuva 13, kehon taivuttaminen (ylin kuva) ja käsivarren taivuttaminen

5.2 Ergonomian huomioonottaminen työpöytäsuunnittelussa

Työmäärästä ja satunnaisuudesta johtuen ei työpöytäsuunniteltu siten, että myös istuminen olisi ollut mahdollista. Tästä johtuen työpöytä piirrettiin siten, että jarrunauhaa katkaistaessa sahausasento olisi ergonomisesti mahdollisimman vähän kehoa rasittava. Myös jarrunauhan levittäminen pöydälle haluttiin tehdä mahdollisimman kevyeksi ja tästä syystä jarrunauhan kiinnittämiseen tarkoitettut rullat, joiden alta jarrunauha kulkee laakeroitiin. Myös jarrunauharullan telineen rullat laakeroitiin, jotta siinä vaiheessa kun nauha vedetään pöydälle rulla pyörisi kevyesti. (liite 1, Työpöydän valmistuskuva)

6 HANKKEEN KANNATTAVUUS:

6.1 Investointilaskelmat

Investoinnin kannattavuuden arvioimisessa käytännöllinen tapa on investoinnin kuvaaminen rahavirroilla. Investointi muutetaan ennakkoinnin ja laskennan avulla kassasta- ja kassaanmaksuiksi. Investointilaskelman avulla voidaan ottaa huomioon kassatulojen ja kassamenojen eriaikaisuus eli se, että ajalla on raha-arvoa. Tätä arvoa kuvataan yleisesti korkokannalla. Perusinvestointilaskelmat perustuvat koron huomioonottamiseen. Lisäksi esitetään yksinkertaisuus (takaisinmaksuajanmenetelmä), jossa korkokantaa ei nimenomaisesti oteta huomioon. (Leppiniemi, 2005, 20)

6.1.1. Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmä eli diskonttausmenetelmä on perusinvestointimenetelmä. Sekä investointi- sekä rahoitusteoriassa sitä pidetään oikeana ja perusteltuna menettelytapana. Menetelmän ongelmana on se, että sitä sovellettaessa tuottovaatimus tulee määrittää etukäteen. Menetelmästä on kaksi perussovellusta, nykyarvomenetelmä ja suhteellisen nykyarvon menetelmä. Nykyarvomenetelmällä lasketaan yrityksen määrittelemällä tuottovaatimuksella tulonodotusten nykyarvo. Jos nykyarvo ylittää hankintamenon on investointi kannattava.

Suhteellisen nykyarvon menetelmässä tulonodotusten nykyarvo jaetaan hankintamenolla. Jos osamäärä on suurempi kuin yksi, on investointi kannattava. Tältä osin sama tulos saadaan molemmilla menetelmillä. (Leppiniemi, 2005, 22)

6.1.2 Sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäisellä korkokannalla diskontataan investoinnin odotetut nettotulot investointiajankohtaan, tulos on alkuinvestoinnin suuruinen. Tällöin diskontattujen nettokassavirtojen ja alkuinvestoinnin erotus on nolla. Jos investoinnin sisäinen korkokanta on suurempi kuin investoinnin kustannuksia heijastava laskentakorko, investointi on kannattava.

Sisäinen korkokanta on suosittu laskentamenetelmä sillä se kertoo investoinnin kannattavuuden prosenttilukuna, joka on verrattavissa yrityksen käyttämään laskentakorkoon tai investoinnin lainan korkoon. (Niskanen, 2007, 303)

6.1.3 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmässä investoinnin hankintameno jaetaan vuotuisiksi tuottovaatimuksiksi annuiteettitekijän avulla. Vuotuisia tuotto-odotuksia verrataan vuotuisiin tuottovaatimuksiin ja jos tuotto-odotukset ovat suuremmat kuin annuiteetti, on investointi kannattava. Annuiteettimenetelmän soveltaminen ja tulkinta on hankalaa silloin, kun tuotto-odotukset ovat epätasaisia eikä annuiteettimenetelmä sovellu oikein muuta kuin sellaisiin investointeihin, joissa tuotot ja kustannukset säilyvät tasa-suurina. (Leppiniemi, 2005, 25)

6.1.4 Takaisinmaksuajan menetelmä

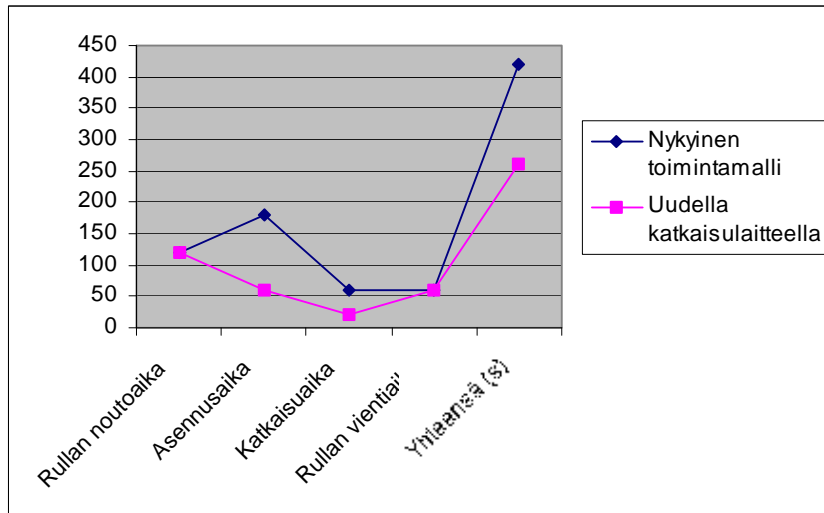
Takaisinmaksuajan menetelmällä selvitetään, kuinka pitkä on investoinnin takaisinmaksuaika jos se toteutetaan. Menettelytavassa ei varsinaisesti oteta huomioon korkokantaa ja siitä syystä se on epätarkka ja saattaa johtaa virheisiin verrattaessa lyhyen ja pitkän aikavälin investointeja. Takaisinmaksuajan menetelmä on käytetyin laskentamenetelmä, mutta sitä ei yleensä käytetä yksin vaan täydennyksenä kehittyneemmille laskentamenetelmille. Takaisinmaksuajan menetelmällä saadaan nopeasti yleiskuva tilanteesta ja näkemys investoinnin realistisuudesta. (Leppiniemi, 2005, 26)

6.2 Takaisinmaksuajan menetelmän soveltaminen

Uuden katkaisulaitteen investoinnin kannattavuutta tutkittiin takaisinmaksuajan menetelmän avulla, koska investointi ei ole suuri ja tarve investoinnille on olemassa. Alla olevassa taulukossa 2 sekä kuviossa 4 on kuvattu nyky menetelmällä katkaisuprosessin kesto sekä arvioitu kuinka kauan katkaisuprosessi kestää uudella menetelmällä.

	Rullan noutoaika varastopaikalta	Asennusaika	Katkaisuaika	Rullan vienti varastopaikalle	Yhteensä (sekuntia)
Nykyinen toimintamalli	120	180	60	60	420
Uudella katkaisulaitteella	120	60	20	60	260

Taulukko 2, Katkaisuprosessin kesto uudella ja vanhalla menetelmällä



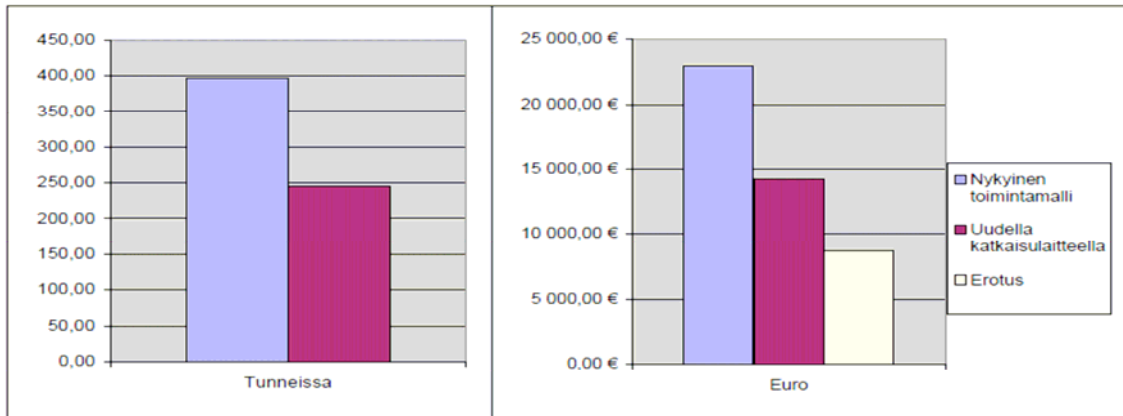
Kuvio 4, Katkaisuprosessin kesto uudella ja vanhalla menetelmällä.

Seuraavassa taulukossa 3 ja kuviossa 5 on verrattu uuden ja vanhan katkaisuprosessin eroa työtunneissa vuositasolla sekä rahassa käyttäen laskennassa työtuntihintana laskennallista kulua 58 euroa, joka yhdestä työtunnista yritykselle keskimäärin aiheutuu. Voidaankin todeta, että investoinnin hankintamenon ollessa noin 5000 euroa on investointi kannattava reilussa puolessa vuodessa.

Takaisinmaksuaika = 5000 euroa / 8764,44 euroa = 0,57 vuotta

	Sahausten määrä per vuosi	Kokonaisaika per sahaus	Yhteensä per vuosi (sekuntia)	Tunneissa	Tuntihinta 58€
Nykyinen toimintamalli	3400	420	1428000	396,67	23 006,67 €
Uudella katkaisulaitteella	3400	260	884000	245,56	14 242,22 €
				Erotus	8 764,44 €

Taulukko 3, kustannukset vuositasolla uudella ja vanhalla katkaisuprosessilla



Kuvio 5, kustannukset vuositasolla uudella ja vanhalla prosessilla sekä vuositasolla katkaisuun kuluva työaika molemmilla menetelmillä.

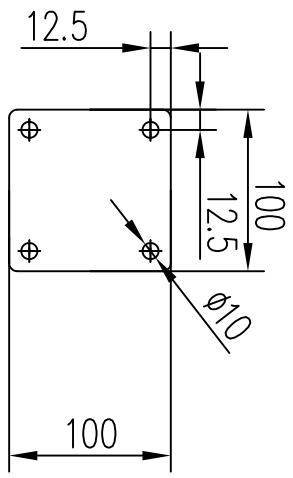
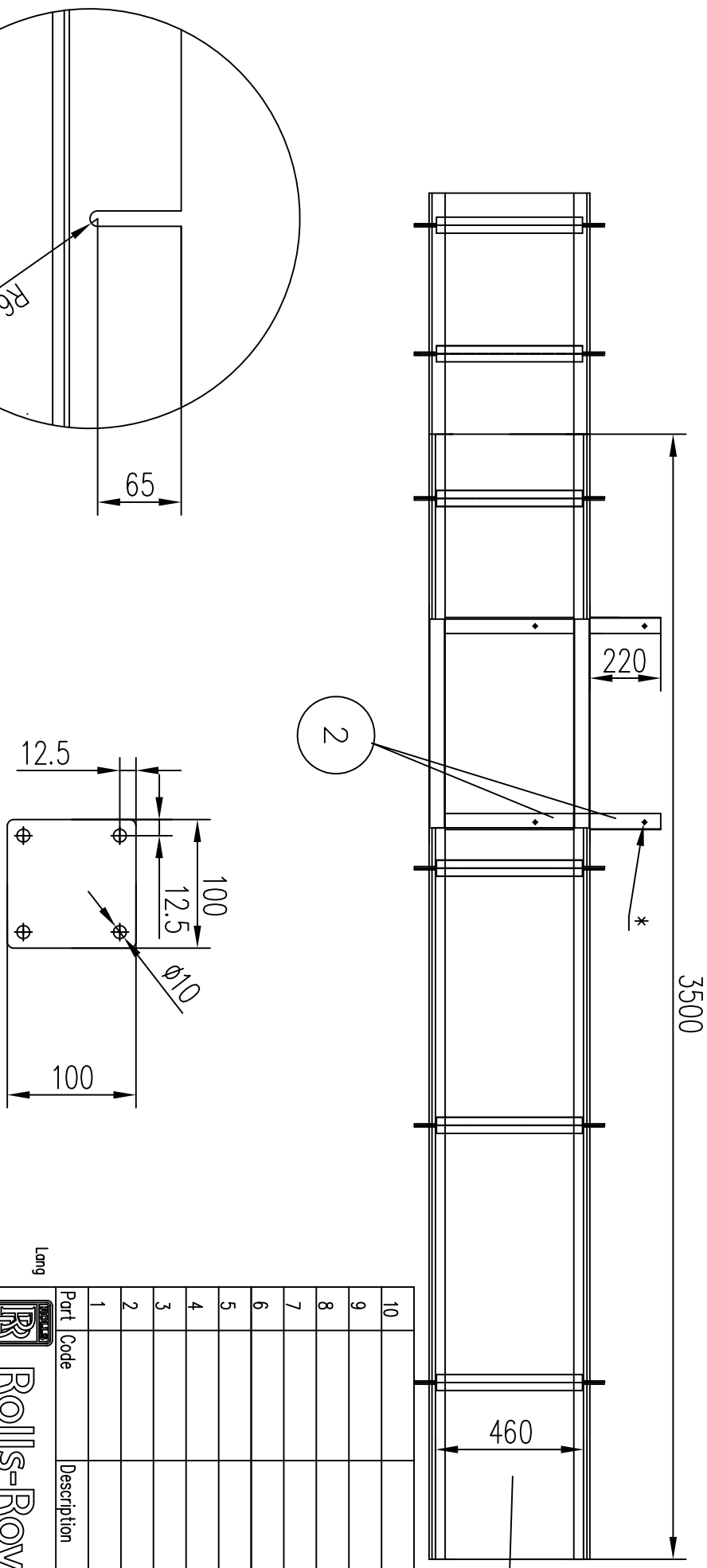
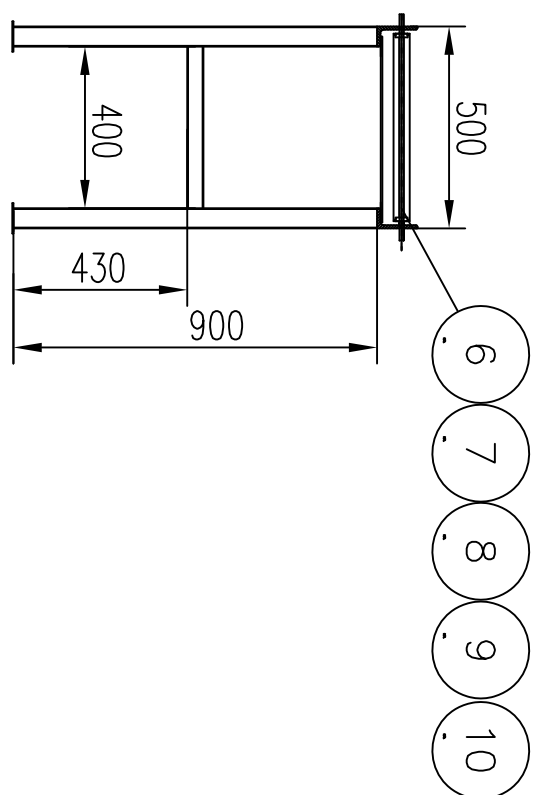
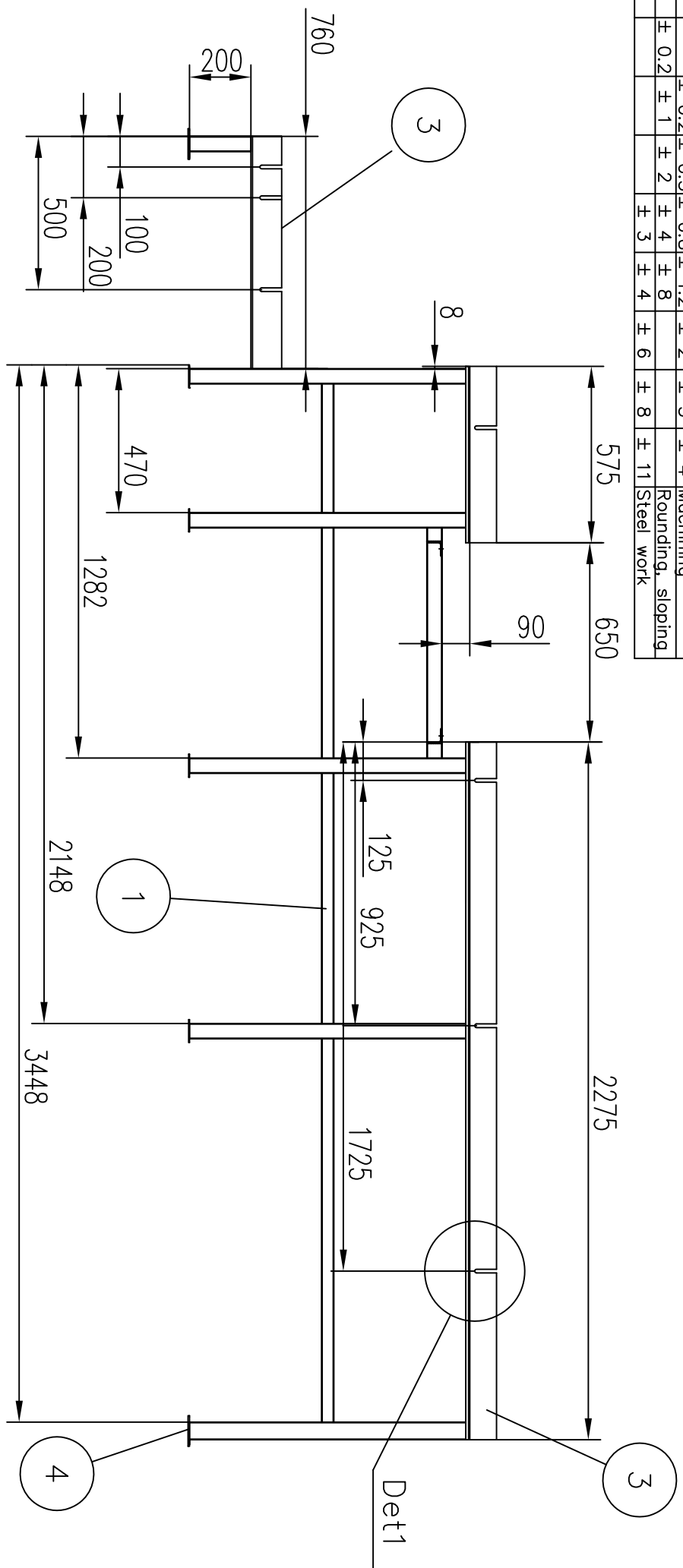
7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää hankalaksi koettua työprosessia. Haluttiin myös tutkia minkä suuruisella investoinnilla prosessi olisi kehitettävissä ja kuinka pitkä on investoinnin takaisinmaksuaika. Opinnäytetyötä tehdessä saatiin rajattua muutama aiemmin esillä ollut jarrunauhan katkaisutyöprosessi pois ja löydettiin vaihtoehto jota haluttiin kehittää, jarrunauhan katkaisu katkaisusahalla. Uutta työpöytää ei ole vielä päästy testaamaan, koska uusi katkaisulaite odottaa tällä hetkellä investointipäätöstä.

LIITTEET

- 1 Katkaisusahan pöytä
- 2 Dewalt DW718 XPS tekniset tiedot
- 3 Grindex S 1,1 tekniset tiedot
- 4 Jarrunauhan materiaalitiedot

Mitat ilman toleransimerkintää	Dimensions without tolerance										
Perusmitat	> 0.5	3	6	30	120	315	1000	2000	4000	Base dimension	
Koneistus	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4	± 4	± 4	Machining	
Pyör.viist.	± 0.2	± 1	± 2	± 4	± 8	± 8	± 8	± 8	± 8	Rounding, sloping	
Levytyö				± 3	± 4	± 4	± 6	± 8	± 11	Steel work	



Det.1
1:5

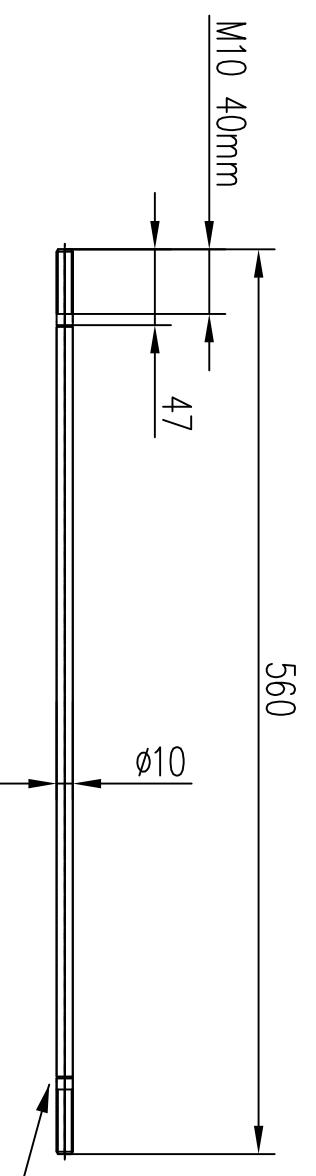
* reiät tehdään/sovitaan sahan asennuksen yhteydessä

Part Code	Description	Dimensions	Material	Weight	Area	Pcs
10	Mutteri M10					12kpl
9	Loakeri SKF 6200					12kpl
8	Pöytäinengas 10 X 1 DIN471					12kpl
7	Muovitonko Ø40 X 465					6kpl
6	Pyörötonko 10x560					6kpl
5	PL 3					
4	PL 5					12kpl
3	L 150X50X8					
2	L 50X50X5					
1	RHS 2X50X50					

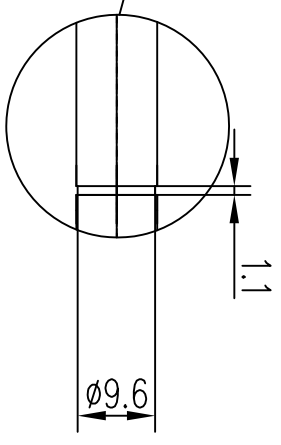


Työpyytä

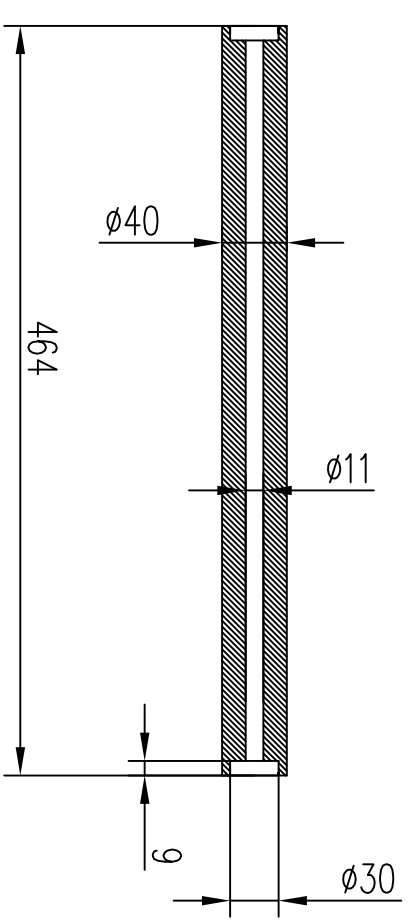
THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR A.R. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SHOWN TO ANY THIRD PARTY WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR A.R.	Approved	Checked
Drawn 12.04.2010	Scale 1:20	Group Size
Serial number	Rev	Variant
5355099	-A-000	01/02
Page	Total pages	Lang
01	A	



1:5
Part 6



1:1
Det



Part 7
1:5

Lang



Rolls-Royce

Ohjuri

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. AS.
IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SHOWN TO ANY THIRD PARTY
WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD. AS.

Approved
Checked

Drawn	12.4.2010	TaVe	Group Size	Serial number	Rev	Variant	Page	Total pages	Lang
Weight		Scale	1:20	5355099	-A-000	02	102		

A



Kiinteät koneet - Katkaisu- ja halkaisusahat - JIIRISAHA 305 MM

DW718XPS



DW718XPS Ominaisuudet

- Jiirauksen pikalukitus nopeuttaa ja helpottaa työtä. Säädot 0-60° vasemmalle ja 0-50° oikealle
- Ainutlaatuinen syvyydensäätö mahdollistaa sahan käytön myös uritus- ja huullosovelluksiin
- Kaksinkertainen säädettävä materiaalituki antaa maksimituen eri kokoisille kappaleille ja eri jiirauksulmayhdistelmille.
- Kaksi rinnakkaista liukuvartta takaa huipputarkkuuden sahattaessa jopa 345 mm leveyksiä.
- Kallistuksen uusi pikalukitus tekee viistokulmien asettamisen tarkaksi ja helpoksi aina 48°:een vasemmalle ja oikealle.
- Kompakti, kevyt kuljettaa työmaalta toiselle, mutta silti uskomattomalla kapasiteetilla.
- Elektroninen säädettävä nopeus helpottaa ei-rautapitoisten materiaalien sahaamista.
- XPS-varjolinjanilmaisimella nopea ja tarkka terän keskitys ja työstökappaleen valaisu, mikä lisää tuottavuutta

DW718XPS Erittelyt

Ottoteho	1600 W
Antoteho	960 W
Terän nopeus	1900 - 3400 rpm
Terän halkaisija	305 mm
Reikä	30 mm
Viistosahaus	48/48 °
Jiirisahauskapasiteetti (oikea/vasen)	50/60 °
Katkaisukapasiteetti 90°/90° (L x K)	327x90 mm
Katkaisukapasiteetti 90°/90° (L x K)	345x71 mm
Katkaisukapasiteetti 45°/90° (L x K)	231x90 mm
Katkaisukapasiteetti 45°/90° (L x K)	241x71 mm
Katkaisukapasiteetti 90°/45° ((L x K)	327x58 mm
Katkaisukapasiteetti 90°/45° (L x K)	345x48 mm
Maks. katkaisu 45°/45°	242x52 mm
Maks. sahausvyvyys	163 mm
Paino	24.8 kg
Syvyys	470 mm
Pituus	770 mm
Korkeus	396 mm

DW718XPS Vakio

- 60-hampainen terä
- terän kiristin
- pölypussi

GRINDEX

GRINDEX

imu- ja suodatusyksikkö on valmistettu kaikenlaisen kuivahionnassa syntyvän pölyn poistoon. Grindexillä voidaan imeä ja suodattaa myös kipinöivää ja hehkuvia hiukkasia sisältävää pölyä.

KORKEA SUODATUSTEHO

Grindex on varustettu polyesterisellä BIA U (95%) luokitellulla taskusuodattimella (3,08m²), joka voidaan tarpeen vaatiessa puhdistaa manuaalisella ravistimella. Lisäksi Grindex 3 mallit sisältävät absoluuttisuodattimen (EU13 / 99,99%).

PIENI KOKO

Teknisten ratkaisuiden, kuten suodatinelementtien tyyppi, ansiosta Grindexin kokonaismitat on saatu niin pieniksi, että laite on helppo sijoittaa työpisteen läheisyyteen.

MATALA ÄÄNITASO

Grindexin suunnittelussa on huomioitu myös kovan melun aiheuttamat haitat työpisteissä. Grindexin äänitaso on vain 70dB.

HELPPO HUOLTA

Grindex on suunniteltu ja rakennettu siten, että suodatinelementtien vaihto käy nopeasti ilman erikoistyökalu vaatimuksia.

PALOTURVALLINEN

Grindex on varustettu törmäyslevyllä ja vesikaukalolla, jotka sammuttavat ilman ja pölyn mukana kulkevat kipinät ennen kuin ne pääsevät vahingoittamaan suodattimia.



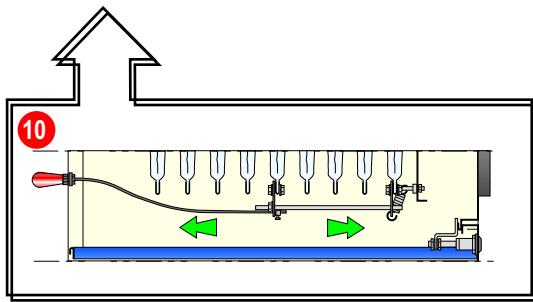
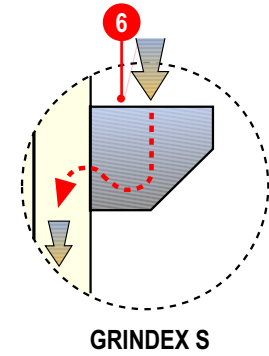
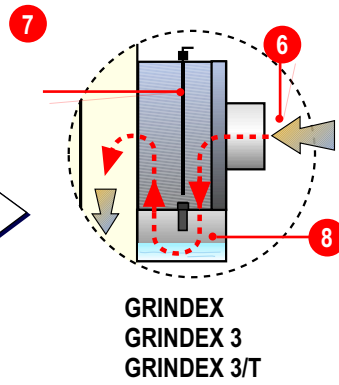
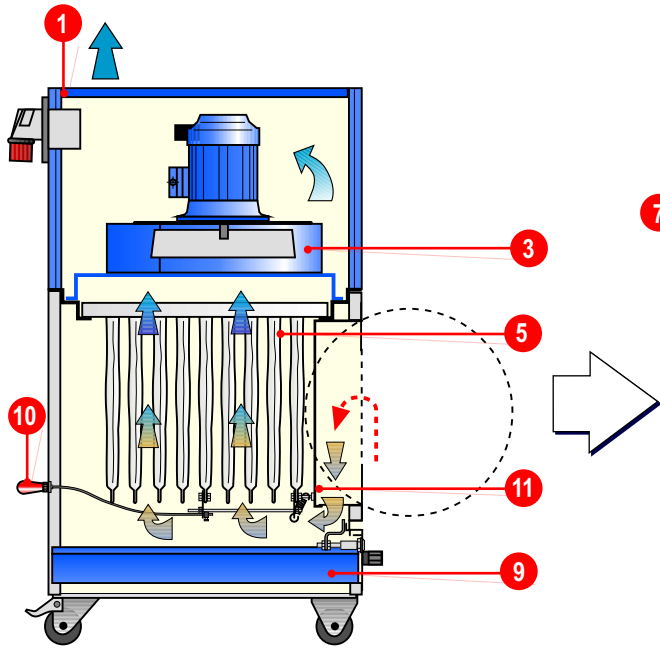
GRINDEX 3/T



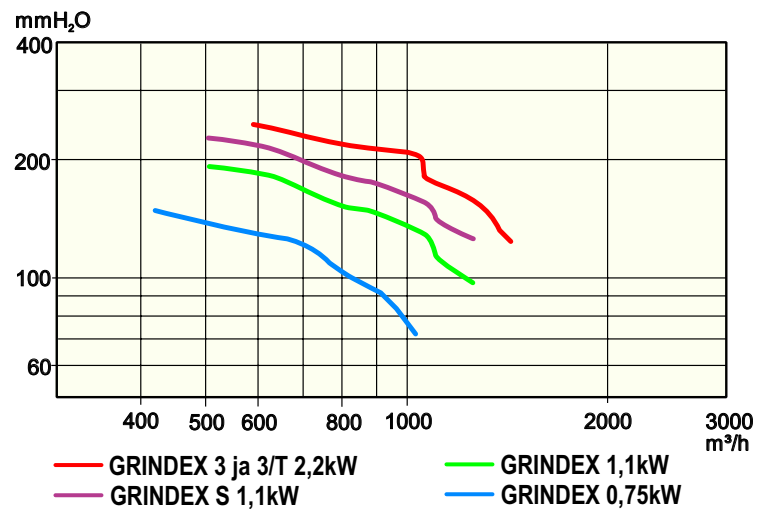
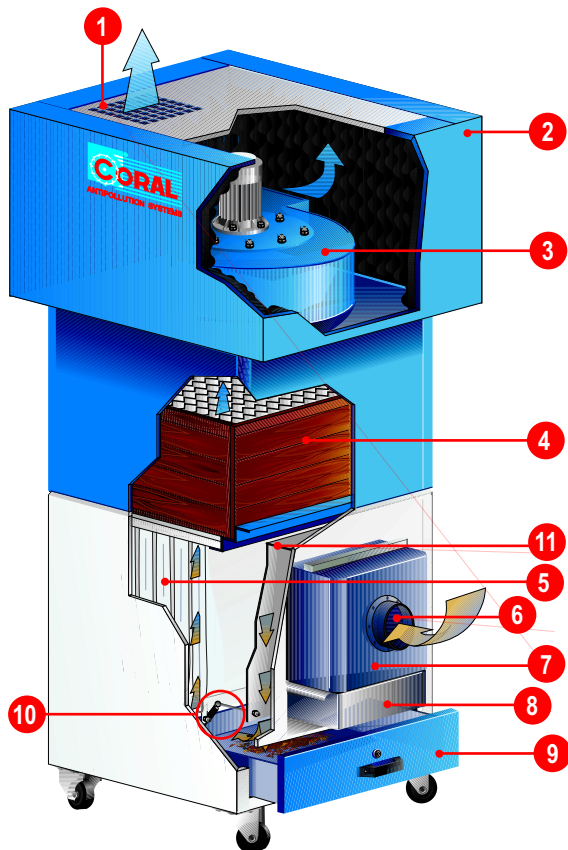
GRINDEX 3



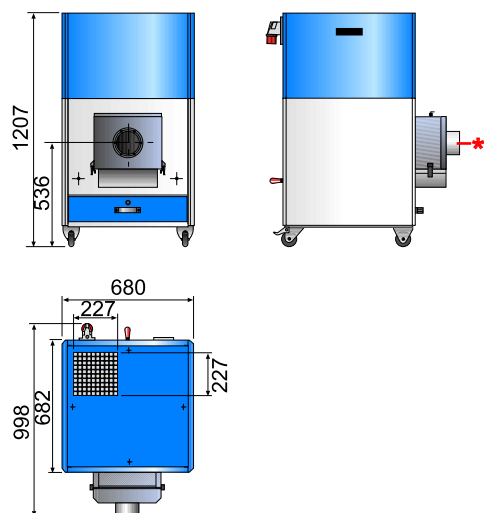
GRINDEX



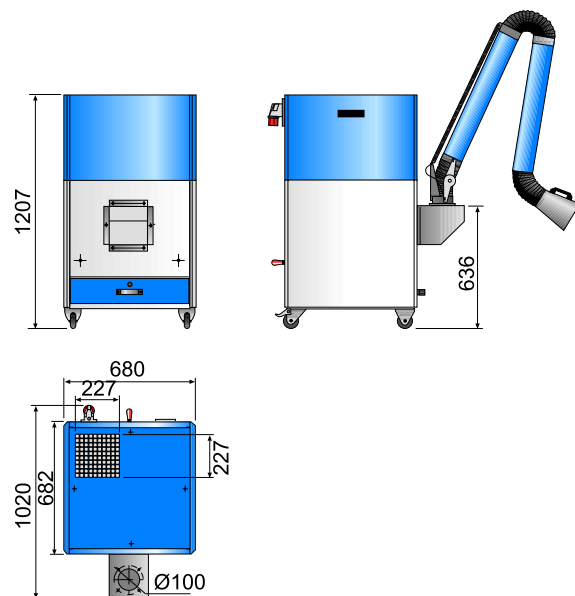
1. Puhtaan ilman ulostuloaukko
2. Äänieristetty puhaltimen laatikko
3. Puhallin
4. Absoluuttisuodatin
5. Taskusuodatin
6. Likaisen ilman sisäänmenoaukko
7. Törmäyslevy
8. Vesikaukalo
9. Pöly-/roskalaatikko
10. Manuaalinen ravistin suodattimelle
11. Ilmavirtauksenohjauslevy



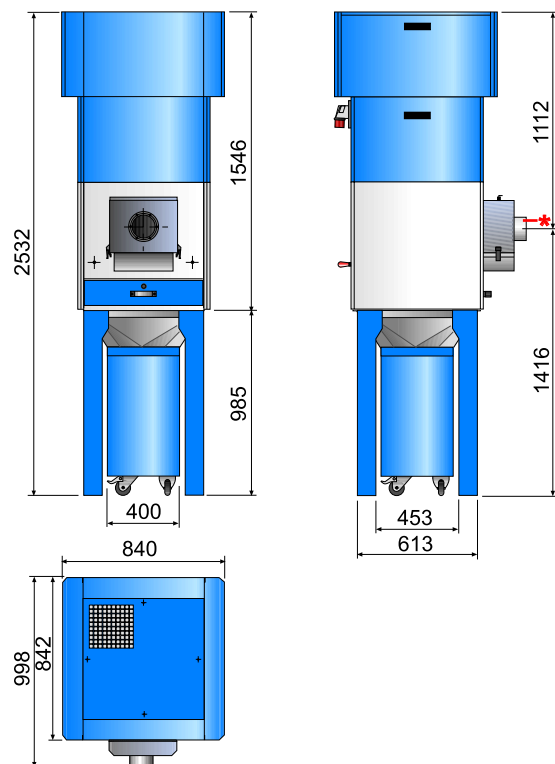
GRINDEX



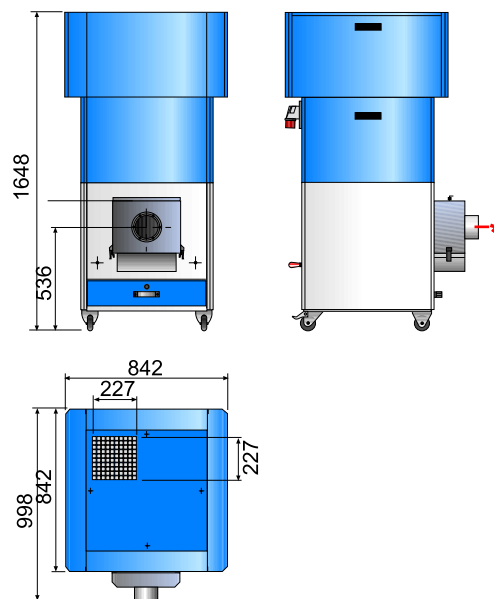
GRINDEX/S



GRINDEX 3/T



GRINDEX 3

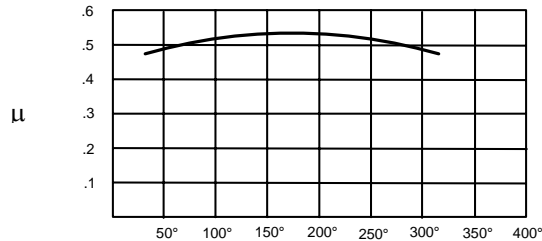


* Yhde Ø120mm

		GRINDEX		GRINDEX S	GRINDEX 3	GRINDEX 3/T
Teho	kW	0,75	1,1	1,1	2,2	2,2
Äänitaso	dB	68	70	70	70	70
Nettopaino	kg	95	105	105	160	195
Maksimi-ilmavirtaus	m ³ /h	1000	1200	1200	1400	1400
Jännite	V	230	230/400	230/400	230/400	230/400
Kierrosluku	rpm	2900	2900	2900	2900	2900

PRODUCT DATA SHEET

TRIMAT GBC



Material Description:

°C

Trimat GBC is a semi-flexible asbestos-free brake lining, manufactured from a solid woven fabric of both natural and man-made yarns with a brass wire inclusion, which helps to stabilise the friction value by conducting heat from the operating surface.

When the woven fabric is impregnated with the specially developed synthetic resin it produces a friction material with excellent stability and high resistance to wear.

Both surfaces can be supplied ground, making it suitable for bonding and riveting to either internal or external contracting braking systems.

This material can be supplied for use on oil immersed applications, although the friction value will be much lower than shown on the friction/temperature graph which is based on dry conditions.

A most efficient general purpose brake lining suitable for use on most applications, including winches, cranes, earth-moving and agricultural equipment, forging machinery and many others. Because of its versatility it is of course an ideal quality to stock.

Technical Details:

Property	Typical Values	
Coefficient of Friction (dynamic)	0.48	
Wear Rate	11.0 mm ³ /MJ	(0.0018 in ³ /hp.hr)
Specific Gravity	1.24	
Rivet Holding Capacity	102.0 N/mm ²	(14790 psi)
Ultimate Tensile Strength	34.0 N/mm ²	(4930 psi)
Ultimate Shear Strength	27.7 N/mm ²	(4017 psi)
Ultimate Compressive Strength	137.0 N/mm ²	(19865 psi)

Recommended Operating Range:

Maximum Intermittent Temperature	230°C	(450°F)
Maximum Continuous Temperature	150°C	(300°F)
Pressure	0.07-2.0 N/mm ²	(10-290 psi)
Maximum Rubbing Speed	25 m/s	(5000 ft/min)

Recommended Mating Surfaces:

Close grained cast iron, forged or cold rolled steel should be 180 Brinnell or over.

Available Sizes:

Supplied in roll form, cut and shaped linings

Nominal Roll Lengths:	10 metres (33ft)
Thickness:	5.0mm (3/16") to 32mm (1 1/4")
Width:	up to 510mm (20")

NOTE: There is no standard test procedure for industrial Friction Materials, therefore it could be misleading to compare different manufacturers test results. The Co-efficient of Friction/Temperature Graph illustrated, should be used for comparison of the various Trimat qualities only.

LÄHTEET

1. Rolls-Roycen vuosikertomukset 2002 – 2006.
2. Juurikkala, J. 1983. Alusta, Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi
3. Pahl, G. 1986. Koneensuunnitteluoppi. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy
4. Leppiniemi, J. 2005. Rahoitus. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö
5. Niskanen, J. & Niskanen M. 2007. Yritysrahoitus, Helsinki: Edita Publishing
6. <http://172.18.12.2/marineinfo.nsf/mainframeset> [viitattu 16.5.2009]
7. www.dewalt.fi
8. www.suomenimurikeskus.fi
9. www.trimat.co.uk

Henkilölähteet:

Tutkimuksen aikana on haastateltu seuraavia Rolls-Royce Oy Ab:n henkilöitä:

Vesa Kuismin, Spare Parts Manager

Mattila Pauli, Superintendent Engineer

Aki Peräntie, Varastopäällikkö

Jari Lintunen, Varastomies

Matti Kuusisto, Varastomies

Mika Kotiranta, Varastomies

Eero Jalonen, Lappi Mecano Oy