



NOSTOSIIRTOVAUNUN JARRUT

Kai Korpinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

KORPINEN, KAI:
Nostosiirtovaunun jarrut

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 12 sivua
Joulukuu 2014

Opinnäytetyö tehtiin TTS Liftec Oy:lle, joka valmistaa nostosiirtovaunuja muun muassa satamiin ja terästehtaisiin. Tavoitteena on saada tuotteen uusinnan myötä kustannussäästöä asiakkaalle sekä etua yritykselle kilpailijoiden tuotteisiin verrattuna.

Jarru on ikivanha keksintö. Se keksittiin heti sen jälkeen, kun jokin laite oli pistetty liikumaan. Jarru on liikkeen hidastamiseen, hallitsemiseen, pysäyttämiseen ja paikallaan pitämiseen tarkoitettu laite.

Tämän opinnäytetyön aiheena on nostosiirtovaunun jarrujärjestelmä. Nostosiirtovaunun jarrujen huoltoväli on 500 h. Huoltoväli olisi tarkoitus tuplata, jolloin se olisi 1000 h. Nostosiirtovaunun paineilmajarrujärjestelmä muunnetaan nestejarrujärjestelmäksi. Pyörän navalla on siis nestesylinterikäyttö. Opinnäytetyö on runsaasti kuvitettu havainnoimaan erilaisia vaihtoehtoja, rakenteita sekä niiden toimintaa.

Opinnäytetyöhön kerättiin tietoa yrityksiltä ja osatoimittajilta. Työn laajuuden vuoksi internet, intranet ja yhteydenpito muihin asiantuntijoihin sähköpostitse olivat tärkeitä tiedonhankinnassa. Jarrujärjestelmän osakuvat, hitsauskoonpanokuvat ja kokoonpanokuvat mallinnettiin 3D-muotoon sekä piirrettiin valmistuskuviksi Solid Works -suunnitteluohjelmalla.

Asiasanat: nostosiirtovaunu, rumpujarrut, levyjarrut, jarrut, jarrujärjestelmät

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Product development

KORPINEN, KAI:
Brakes of a Translifter

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 12 pages
December 2014

The thesis was commissioned by TTS Liftec Oy, which manufactures translifters e.g. for harbors and steelworks. The purpose of the thesis was, with the reform of the product, to obtain cost savings to the customer, and competitive edge compared to the competitors' products.

A brake is an ancient invention. It was invented right after a machine had been made to move. The brake is a device invented for slowing down, controlling and stopping the movement, and keeping something in place.

The objective of this thesis was to explore the brake system of a translifter. The maintenance interval of the brakes of a translifter is now 500 hours, and the purpose was to double it into 1000 hours. The compressed-air brake system of the translifter will be changed into a fluid brake system. So the wheel disc has a fluid cylinder use. The thesis has a lot of illustrations to describe various options, constructions and their functions.

The data for the thesis was collected from companies and suppliers. Because of the extent of the work the Internet, intranet, and communication with other specialists by e-mail were also important in the data acquisition. Sub-images, welding assembly images, and assembly images of the brake system were modeled in 3D format and were drawn to manufacturing images with the design program called Solid Works.

The thesis was commissioned by TTS Liftec Oy, which manufactures translifters e.g. for harbors and steelworks. The purpose of the thesis was, with the reform of the product, to obtain cost savings to the customer, and competitive edge compared to the competitors' products.

Key words: translifter, drum brakes, disc brakes, brakes, brake systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	JARRUT JA PYÖRÄN NAPA (LÄHTÖTILANNE).....	8
2.1	Jarrujärjestelmä.....	8
2.1.1	Jarrujärjestelmän pääosien tekniset tiedot.....	8
2.2	Jarrulaitteet.....	11
2.2.1	Levyjarrut.....	11
2.2.2	Rumpujarrut	12
2.2.3	Märkälevyjarrut.....	17
2.2.4	Jarrujen kitkapinnan kitkakerroin	18
2.3	Pyörän napa.....	19
2.4	Pyöränvanne.....	20
2.5	Jarrumomentteja (testit)	21
3	ONGELMANRATKAISU ELI TULOKSET (TESTAAMINEN).....	23
3.1	Jarrulaitteet.....	23
3.1.1	Levyjarru	23
3.1.2	Rumpujarru	23
3.1.3	Märkälevyjarru.....	26
3.2	Pyörän napa.....	26
4	JATKOKEHITYSIDEAT	28
4.1	Muut jarrujärjestelmät.....	28
4.1.1	Ilmakäyttöiset.....	28
4.1.2	Mekaaniset	28
4.2	Ohjaus	29
4.2.1	Paineilmaohjaus	29
4.2.2	Sähköohjaus	29
4.2.3	Mekaaninen ohjaus.....	29
5	POHDINTAA JA YHTEENVETO.....	30
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	32

LYHENTEET JA TERMIT

ABS	Lukkiutumattomat jarrut
ASR	Vetoluiston esto
CFC	Kytkenävoiman ohjaus vetoajoneuvon ja vaunun välillä
EBS	Elektronisesti ohjattu jarrujärjestelmä
Kessler	Akselinnavan- ja akselin toimittaja
Knott	Rumpujarrun toimittaja
LHG	Lübecker Hafen-Gesellschaft
Wabco	Jarrun osien toimittaja

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin TTS Liftec Oy:lle, joka valmistaa nostosiirtovaunuja (kuva 1) muun muassa satamiin ja terästehtäisiin.



KUVA 1. Nostosiirtovaunu (ttsgroup.com)

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan nostosiirtovaunun jarrujärjestelmään. Nostosiirtovaunun jarrujen huoltoväli on 500 h, joka on toteutettu levyjarruilla. Asiakaspalautteiden perusteella huoltoväli tulisi nostaa 1000 tuntiin. Opinnäytetyössä esitetään muutamia erilaisia jarrutekniikoita huoltovälin nostamiseksi halutulle tasolle. Jarrut joutuvat melko kovalle rasitukselle raskaita kuormia kuljetettaessa (kuva 2).



KUVA 2. Nostosiirtovaunulla kuljetus (ttsgroup.com)

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla levyjarrun, rumpujarrun ja märkälevyjarrun eri ominaisuuksia ja päästävä johonkin ratkaisuun asiassa. Valittavassa ratkaisussa on myös huomioitava pyörän napa laakereineen. Jarrunnavat on myös mahdollista pyöränvanteisiin, jotka ovat osto-osia. Huomioitavia asioita ovat pyörä ja akselinnapa ympäristöineen sekä tietysti itse uusi jarruysikkö. Nykyiset kantavuudet tulisi myös toteutua.

Menetelmänä voidaan hyödyntää nykyistä levyjarrupakettia, jonka pohjalta lähtötilanne on tehty. Lähtötilanteen valintaa tukevat käytännön jarrutustestit, jotka suoritettiin jarrupenkissä, sekä myös laskennalliset tulokset. Vanhassa jarruyksikössä ja myös uudessa, käytettiin samoja osia ja materiaaleja, jotka eivät muuttaneet tuloksia.

2 JARRUT JA PYÖRÄN NAPA (LÄHTÖTILANNE)

2.1 Jarrujärjestelmä

Nostosiirtovaunussa on paineilmakäyttöiset nestejarrut, joka tarkoittaa jarrujärjestelmää, jossa jarruvaikutus aikaansaadaan paineilman avulla. Jarruliike kuitenkin jarrulaitteella tapahtuu nesteen avulla. Liitteessä 1 on esitetty tällaisen järjestelmän periaatekuva.

Järjestelmän pääosat ja niiden toiminnot ovat:

- BR3: **Jakolevy** jakaa paineen etu telin vasemmalle ja oikealle puolelle.
- FB1: **Suodatin** poistaa epäpuhtauksia paineilmasta.
- FB2: **Suodatin** poistaa epäpuhtauksia paineilmasta.
- Y22: **Paineenalennusventtiili** säättää jarrujärjestelmän toimintapaineen.
- Y25: **Paineenrajoitusventtiili** poistaa jarrujärjestelmältä ylipaineen mahdollisuuden.
- Y28: **Jarrutehostin** muuntaa paineilman paineen hydrauliseksi paineeksi ennalta määrätyssä suhteessa.
- Y26: **Vedenpoistoventtiili** poistaa kondenssiveden.
- Y23: **Jarruvapautusventtiili** toiminta päällä / pois.
- Y17: **Releventtiili** säättää jarrupaineen veturista tulevan paineen suhteessa.
- BR6: **Jarrusatula** johon on jarrupalat ja männät on kiinnitetty.
- BR9: **Jarrusatula** johon on jarrupalat ja männät on kiinnitetty.
- BR7: **Jarrusatula** johon on jarrupalat ja männät on kiinnitetty.
- BR8: **Jarrusatula** johon on jarrupalat ja männät on kiinnitetty.
- T1: **Paineilmasäiliö** toimii jarrujärjestelmän energiavarastona.

2.1.1 Jarrujärjestelmän pääosien tekniset tiedot

Jarrujärjestelmän pääosien tekniset tiedot on annettu taulukoissa 1 - 11.

Taulukko 1. Jakolevy (BR3) 3J50290014 (liite 2)

Käyttöpaine max.	140 bar
Liitântäkierre	R1/4

Taulukko 2. Suodatin (FB1 , FB2) 3J5432020 Wabco 432 500 020 0 (liite 3)

Käyttöpaine max.	20 bar
Nimellishalkaisija	$\varnothing 12 \text{ mm} = 113 \text{ mm}^2$
Liitântäkierre	M22 x 1,5
Suodatuskyky	80 ... 140 μm
Väliaine	Ilma
Toimintalämpötila	- 40 °C ... + 80 °C
Paino	0,44 kg

Taulukko 3. Paineenalennusventtiili (Y22) 3J543410210 Wabco 434 100 021 0 (liite 4)

Käyttöpaine	3,2 – 3,5 bar
Käyttöpaine max.	13 bar
Nimellishalkaisija	$\varnothing 8 \text{ mm} = 50 \text{ mm}^2$
Liitântäkierre	M22 x 1,5
Väliaine	Ilma
Toimintalämpötila	- 40 °C ... + 80 °C
Momentti max.	53 Nm

Taulukko 4. Paineenrajoitusventtiili (Y25) 3J54753020 Wabco 475 010 302 0 (liite 5)

Käyttöpaine max.	20 bar
Tulopaine	7,5 bar
Syöttöpaine	5,3 – 5,6 bar
Paineraja	0,4 bar
Nimellishalkaisija	imu $\varnothing 10 \text{ mm}$, poisto $\varnothing 4 \text{ mm}$
Liitântäkierre	M22 x 1,5 . Momentti max.: 53 Nm
Väliaine	Ilma
Toimintalämpötila	- 40 °C ... + 80 °C

Taulukko 5. Jarrutehostin (Y28) 3J59210160 Wabco 921 399 016 0 (liite 6)

Ilman paine sisään max.:	8 bar
Saatu hydraulinen paine 6 bar:n ilmanpaineella:	120 bar
Jarruneste:	SAE J1703
Hydraulinen sylinteri tilavuus 120 bar:	60 cm ³
Toimintalämpötila:	- 40 °C ... + 80 °C

Taulukko 6. Vedenpoistoventtiili (Y26) 3J59340030 Wabco 934 300 000 0 (liite 7)

Paine max.	22 bar
Liitântäkierre	M22x1,5
Väliaine	Ilma, vesi, öljy
Toimintalämpötila	- 40 °C ... + 80 °C
Paino	0,05 kg

Taulukko 7. Jarruvapautusventtiili (Y23) 3J59630130 Wabco 963 001 013 0 (liite 8)

Paine max.	8 bar
Liitântäkierre	M22 x 1,5
Väliaine	Ilma
Toimintalämpötila	- 40 °C ... + 80 °C

Taulukko 8. Releventtiili (Y17) 3J597100000 Wabco 937 011 000 0 (liite 9)

Paine max.	8 bar
Liitântäkierre	M22 x 1,5
Väliaine	Ilma
Toimintalämpötila	- 40 °C ... + 80 °C
Paino	1,1 kg

Taulukko 9. Jarrusatula (BR6 , BR9) 3J5ATE60L ATE 13.2601 – 0101.2 (liite 10)

Käyttöpaine	140 bar
Koepaine	200 bar

Taulukko 10. Jarrusatula (BR7, BR8) 3J5ATE60R ATE 13.2601 – 0102.2 (liite 10)

Käyttöpaine	140 bar
Koepaine	200 bar

Taulukko 11. Ilmasäiliö (T1) 3J5SÄI30L Wabco 950 530 002 0 (liite 11)

Paine max.	15,5 bar
Liitântäkierre	M22 x 1,5 – 12 syvä
Tilavuus	30 l
Pituus	709 mm
Halkaisija	246 mm
Paino	10 kg

2.2 Jarrulaitteet

Tässä työssä tarkasteltiin kolmea erilaista jarrulaitetta, joita olivat levy-, rumpu- ja märkälevyjarrut. Lisäksi tarkasteltiin jarrujen kitkapinnan kitkakertoimeen vaikuttavia tekijöitä.

2.2.1 Levyjarrut

Levyjarru on yleisin jarrulaite, jos mukaan luetaan kaikki uudet ajoneuvot. Levyjarrun toiminta perustuu napaan tai akseliin kiinteästi kiinnitettyyn teräksiseen jarrulevyyn sekä jarrupaloihin, jotka jarrutuksessa painautuvat pyörivää jarrulevyä vasten. Männän puristusvoiman ja kitkavoiman avulla saadaan jarruvoima, joka muuttaa liike-energian lämpöenergiaksi ja pysäyttää lopulta ajoneuvon. Voima jarrupaloille välitetään jarrusylinterin kautta (Rantala & Sirola 2012).

Levyjarrun rakenteeseen kuuluvat: jarrusatula, jarrukilpi, jarrupalat ja jarrulevy (kuva 3).



KUVA 3. Levyjarru (Kuva: Kai Korpinen 2014)

Levyjarrun etuihin kuuluvat hyvä jäähdytys sekä tasaisempi hidastusteho kuin rumpujarruissa. Levyjarruista on poistettu kaikki jouset, joten levyjarrua on helpompi huoltaa ja levyjarru on myös kevyempi ja halvempi kuin rumpujarru. Levyjarrun haittoihin kuuluvat kitkapintojen lyhyempi kestoikä siis lyhyempi huoltoväli kuin rumpujarruissa. Levyjarru on myös arempi lialle kuin rumpujarru (Rantala & Sirola 2012).

Kun ennalta määriteltä vanne koko on 15", niin jarruvoima jää hiukan pieneksi ja jarrumomentti on vain noin 3000 Nm. Levyjarrun jarrusatulassa on halkaisijaltaan 60 mm:n männät molemmilla puolin levyä, jotka ei ole muunneltavissa ja näin jarruvoiman säätö on vaikeaa. Levyjarrun huoltoväli on 500 h LHG Lyypekillä, joka on aivan liian lyhyt.

Kaksipintaisen jarrun jarrumomentti laskettiin yhtälöstä (Wuolijoki 1972)

$$M = 2F\mu r \quad (1)$$

jossa

M = Jarrumomentti [Nm]

F = Jarruvoima [N]

μ = Kitkakerroin

r = Säde jarrupalan keskelle [m]

2.2.2 Rumpujarrut

Rumpujarrun toiminta perustuu jarrurummun sisällä olevien jarrukenkien kitkapintojen

painautuessa jarrutuksessa vasten pyörivää kitkapinnaltaan valurautaista jarrurumpua, johon pyörä on kiinnitetty. Samoin kuin levyjarrussa männän puristusvoiman ja kitkavoiman avulla saadaan jarruvoima, joka muuttaa liike-energian lämpöenergiaksi ja pysäyttää lopulta ajoneuvon. Voima jarrukengille välitetään jarrusylinterin kautta (Rantala & Sirola 2012).

Alla on lueteltu käytössä olevien kaksikenkäjarrujen tyyppejä (Rantala & Sirola 2012).

- Simplex – jarrut
- Duplex – jarrut
- Kaksois – Duplex – jarrut (duoduplex)
- Servo – jarrut
- Kaksois – Servo – jarrut (duoservo)

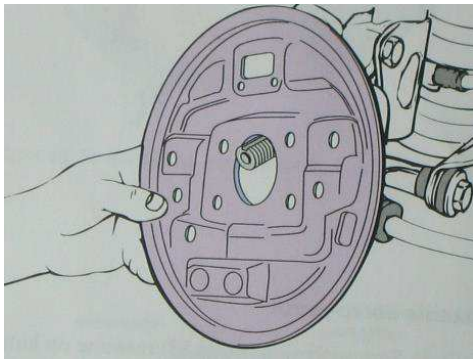
Rumpujarrun rakenteeseen kuuluvat jarrurumpu, jarrukilpi, jarrukengät sekä säätömekanismi. Jarrukilpeen on kiinnitetty jarrusylinteri. Säätömekanismi voi olla joko itsesäätyvä tai käsin säädettävä (Rantala & Sirola 2012).

Jarrurummut ovat valurautaa, teräsvalua tai kevytmetallia, jossa kuitenkin hankauspinta on yleensä valurautaa. Jarrurummun on säilytettävä muotonsa, ja sen vuoksi se on varustettu jäykistysrivoilla, jotka samalla lisäävät jäähdyttävää pinta-alaa (kuva 4) (Rantala & Sirola 2012).



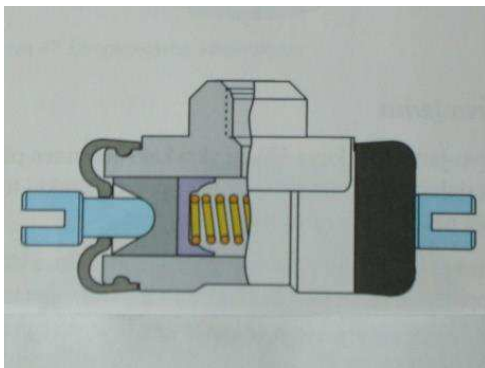
KUVA 4. Jarrurumpu ja sen hankauspinta (Rantala & Sirola 2012)

Jarrukilpi on levystä puristamalla tehty jarrujen runko-osa, johon pyöräjarrulaitteet kiinnitetään ruuvikiinnityksellä. Jarrukilpi on kiinnitetty akseliin, ja sen tulee suojata rumpujarrua lialta sekä kosteudelta (kuva 5), (Rantala & Sirola 2012).



KUVA 5. Jarrukilpi (Rantala & Sirola 2012)

Jarrusylinteri on yksi- tai kaksitoiminen hydraulinen paisuttajalaite. Pääsylinterissä aikaansaatu paine johdetaan pyöräsylinterin männän avulla jarrukenkiin. Jarrukilpeen kiinnitetty jarrusylinteri käsittää sylinterin, tiivisteet, männät ja usein tapit, jotka yhdistävät männät ja jarrukengät sekä suojakumit, jotka estävät lian ja kosteuden pääsyn sylinterin sisään. Mäntien välissä on jousi, joka painaa jousilautasta tiivistettä vastaan. Jousilautasissa on oltava reiät, jotka päästävät jarrunesteen vaikuttamaan tiivisteitä vasten. Mäntien välissä, sylinterin ylimmässä osassa, on ilmanpoistoruuvi (kuva 6) (Rantala & Sirola 2012).

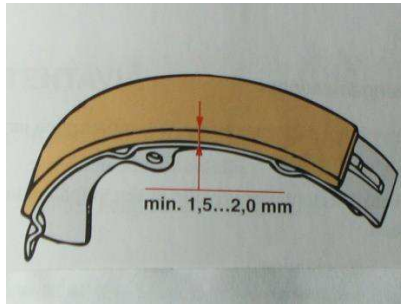


KUVA 6. Kaksitoiminen jarrusylinteri painetapeilla (Rantala & Sirola 2012)

Kitkapinnalle asetettavia vaatimuksia (Rantala & Sirola 2012):

- Kitkapinnan täytyy olla hyvin kulutusta kestävä.
- Kitkapintojen tulisi olla saman säteisiä kuin jarrurumpu.
- Pinta ei saa kuluttaa rumpua nopeasti.
- Kitkakertoimen tulisi muuttua mahdollisimman vähän lämpötilan muuttuessa.
- Jarruttaessa ei saa kuulua häiritsevää ääntä.
- Kitkapinnalla on oltava hyvä paineen ja lämmön kesto.

Jarrukenkiin on kiinnitetty jarrukitkapinnat (kuva 7).



KUVA 7. Liimatunkitkapinnan minimipaksuus (Rantala & Sirola 2012)

Rumpujarrun etuihin kuuluvat pitkä huoltoväli ja jarruvoiman säätö on helppoa jarrusylinterin kokoa vaihtamalla. Rumpujarrulla on hyvä hidastusteho, eikä se tarvitse välttämättä jarrutehostinta. Rumpujarru on rakenteeltaan kotelomainen, joten lika ei haittaa toimintaa (kuvat 8 ja 9). Rumpujarrun haittoihin kuuluvat raskas rakenne ja kalliimpi hinta kuin levyjarrulla.



KUVA 8. Rumpujarru (Kuva: Kai Korpinen)

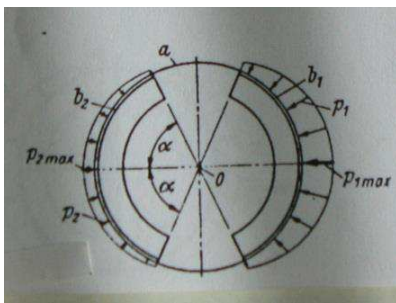


KUVA 9. Jarru ilman rumpua
(Kuva: Kai Korpinen)

Isommalla vannekoolla saadaan myös suurempi jarruvoima ($> 10000 \text{ Nm}$). LHG Lyypekiltä löytyy valmis ostonaparumpujarru, tuote on Kessler / Knott. Rumpujarrun halkaisija on 400 mm ja jarrukenkien leveys on 80 mm. Huoltoväli on pitkä 4000 h. Jarrurummun halkaisija on kuitenkin liian suuri käytössä olevaan vannehalkaisijaan, jolloin rengas jää erittäin matalaksi. Ja näin dynaamiset kuormitukset kasvavat erittäin suuriksi ollen haitallisia rakenteille. Renkaan ulkohalkaisijaa ei ole tarkoitus muuttaa. Rumpujarru antaa mahdollisuuden korvata kaksi levyjarrua yhdellä tehokkaammalla rumpujarrulla, jolloin kustannuksissa päästäisiin nykyistä rakennetta halvemmalla, painon myös pudotessa. Haittana on todennäköisesti huoltovälin muodostuminen liian lyhyeksi.

Jarrurumpu voidaan konstruoida ainakin kahdella eri tavalla. Helpommin huollettavassa mallissa jarrurumpu kiinnitetään heti pyöränpulttien alle vanteen taakse. Tällöin jarrukengät voidaan vaihtaa purkamatta napaa, laakereiden jäädessä paikoilleen. Ongelmana on tilan ahtaus pyöränvanteen (koko 15") sisällä. Myös liika lämpeneminen voi muodostua ongelmaksi pienten välysten takia. Toinen tapa eli ns. lyhyt rumpu on kiinnittää jarrurumpu suoraan navan sisäpäätyyn. Tällöin tilaongelmat poistuvat, mutta napa pitää purkaa pois jarrurummun edestä huoltoa varten. Eli kun jarrukengät menevät vaihtoon, aiheuttaa se myös mahdollisesti laakereiden vaihdon. Lyhyt jarrurumpu on todennäköisesti kustannuksiltaan sama kuin nykyinen jarrulevy, koska paino on sama. Tällöin myös sama lyhyt rumpu sopii molempiin napoihin sekä roro- että teollisuusmalliin.

Jarrumomentti voidaan laskea seuraavilla yhtälöillä ottaen huomioon etummaisena jarrukengän itsetehostavuus (kuva 10) (Weyrauch 1960):



KUVA 10. Rumpujarru kaavio (Weyrauch 1960). Jarrurummun pyörimissuunta kuvassa on myötäpäivään.

$$M = M_1 + M_2 \quad (2)$$

$$M_1 = b \times r^2 \times \mu \times P_{1max} \times 2\sin\alpha \quad (3)$$

$$M_2 = b \times r^2 \times \mu \times P_{2max} \times 2\sin\alpha \quad (4)$$

jossa

M = Jarrumomentti [Nm]

M_1 = Jarrukengän jarrumomentti [Nm]

M_2 = Jarrukengän jarrumomentti [Nm]

b = Jarrukengän leveys [m]

r = Jarrurummun säde [m]

μ = Kitkakerroin

$P_1 = \text{Paine [N / m}^2\text{]}$

$P_2 = \text{Paine [N / m}^2\text{]}$

$\alpha = \text{Kulma [}^\circ\text{]}.$

Jarrumomentti laskettiin yksinkertaisemmalla tavalla seuraavan yhtälön avulla (Knott Brake Company 2014)

$$M = (p \times A - F) \times C \times r \quad (5)$$

jossa

$M = \text{Jarrumomentti [Nm]}$

$p = \text{Jarrusylinterin paine [Pa]}$

$A = \text{Jarrusylinterin männän poikkipinta-ala [m}^2\text{]}$

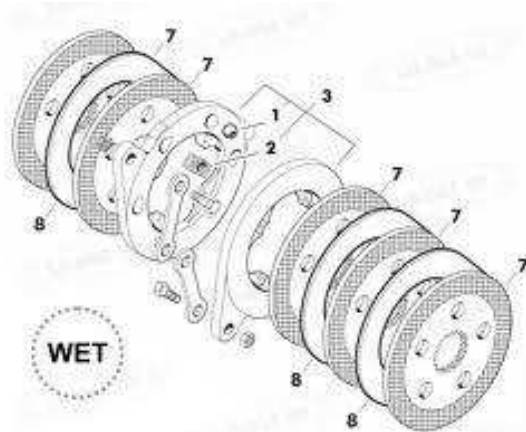
$F = \text{Jousivoima [N]}$

$C = \text{Vakio} \rightarrow C = \mu \times K$

$r = \text{Jarrurummun säde [m]}$

2.2.3 Märkälevyjarrut

Täysin suojattu märkälevyjarru säilyttää jarrutehonsa kaikissa olosuhteissa. Jarrupalat ja jarrulevy ovat jatkuvasti öljykylvyssä, joten ne kestävät myös märkiä ja suolapitoisia olosuhteita eivätkä ne altistu lialle. Kiertovoitelu jossa öljy jäähdyyttää märkälevyjarrut on kallis ratkaisu. Suuren jarrutehonsa ansiosta märkälevyjarrun voi asentaa suoraan vetoakselille, joten yhdellä märkälevyjarrulla voidaan jarruttaa useaa pyörää. Raskaassa kalustossa käytetään usein moni levyisiä märkälevyjarruja. Märkälevyjarruissa ei ole hiukkaspäästöjä, ja ne ovat lähes huoltovapaita ja omaavat suuren jarruvoiman (kuvat 11 ja 12) (Rantala & Sirola 2012).



KUVA 11. Märkälevyjarru (kiertokanki.com)



KUVA 12. Märkälevyjarru kasattuna (kiertokanki.com)

2.2.4 Jarrujen kitkapinnan kitkakerroin

Jarrun kitkapintana käytetään yleensä valurautaa, terästä, pronssia erityistä kitkapinnoitusta vasten. Teräs vasten terästä aiheuttaa epätasaisen jarrutuksen. Pinnoite valmistetaan tavallisesti yhtenäiseksi kudotusta luonnon- tai tekokuidusta, joka kyllästetään erityisesti kehitetyllä synteettisellä hartsilla, näin saadaan korkean kitkakertoimen omaavaa ja tasapainoista ja hyvin kulutusta kestävää materiaalia.

Kitkakerroin riippuu olosuhteista, kuten voitelusta, pinnan sileydestä ja lämpötilasta. Mitä suurempi vaunun nopeus tai kokonaispaino on, sitä suurempi on jarrutettaessa syntyvä lämpömäärä. Yleensä kitkakerroin pienenee jonkin verran liukunopeuden lisääntyessä. Jarrut lasketaan käyttämällä vakiokitkakerrointa, mutta on muistettava, että kerroin vaihtelee suurella välillä (Wuolijoki 1972). Taulukossa 12 on esitetty eräiden aineiden välisiä kitkakertoimia (Wuolijoki 1972).

TAULUKKO 12. Esimerkkejä aineiden kitkakertoimista

Aine	Pinnan voitelu	μ
Valurauta - valurauta	kuiva	0,15...0,2
Valurauta - valurauta	voideltu	0,05...0,1
Teflon - teflon	kuiva	0,04
Kumi - asfaltti	kuiva	0,7
Valurauta – Asbestipinnoite Ferodo MZ41 (lämpötila enintään 350 °C)	kuiva	0,36
Valurauta – GBC Kudottu luonnon- ja tekokuitu (lämpötila enintään 300 °C)	kuiva	0,38

Kitkapinnassa lämmöksi muuttuva teho voidaan laskea kaavasta

$$P = pv\mu \quad (6)$$

jossa p on pintapaine ja v kehänopeus, molemmat keskimääräisiä arvoja. Jos laskettu teho osoittautuu pienemmäksi kuin $2 \times 10^6 \text{ Nm} / \text{m}^2\text{s}$ (Wuolijoki 1972), voidaan jarrun toimintaa tässä suhteessa pitää tyydyttävänä.

Koska tässä opinnäytetyössä nostosiirtovaunun jarrujen huoltoväliä on tarkoitus pidentää, ei uudella jarruysiköllä ole minkäänlaisia lämpenemisongelmia. Toteamus perustuu vanhan eli käytössä olevan jarrujärjestelmän vertaamiseen, jolla ei myöskään ole tapahtunut liiaksi lämpenemistä. Uuden jarruysikön lämpötilan matalana ja toimintakykyisenä pysymiseen perustuu jarruelementtien pinta-alan kasvuna, jolloin isomman pinta-alan omaava lämpiää vähemmän. Tämän takia tässä ei myöskään laskutoimituksia lämpenemisen osalta katsota tarpeelliseksi.

2.3 Pyörän napa

Helpointa ja etenkin halvinta olisi käyttää vakiorumpujarrunapoja, jolloin navat ovat valmiiksi asennettuina akseliin. Vakiorumpujarrunavat eivät kuitenkaan sovellu Liftec Oy:n vaunuihin. Tämä johtuu siitä, että Liftec Oy:n vaunujen kantavuusvaatimus suhteessa navanhalkaisijaan on niin suuri, että markkinoilta ei löydy niin järeitä ja sopivia vaihtoehtoja. Näin ollen valmisratkaisut jäävät pois vaihtoehtoista ja

rumpujarrunnavat tullaan tekemään omavalmisteena.

Vakiopyörän navat olisivat edullisempia, mutta myös tässä tulee ottaa huomioon kantavuusvaatimus. Koska kantavuusvaatimus suhteessa navanhalkaisijaan on niin suuri, että valmistratkaisu ei ole vaihtoehto, tulee myös pyörän navasta omavalmiste.

Itse jarrulaitteessa voidaan hyödyntää osto-osina toimittajien valikoimia. Sopivan kokoisina osto-osina löytyy muun muassa jarrukilpi, jarrukengät ja jarrusylinteri. Ainoastaan jarrurumpu täytyy suunnitella itse, jotta sen pystyy kiinnittämään omavalmisteiseen napaan.

Liftec Oy:llä on käytössä kaksi vakiopyörän napaa. Pienempi on roro-malli, jonka nimelliskantavuus on 9 t. Toinen suurempi on teollisuusmalli, jonka nimelliskantavuus on 10,7 t. Molemmissa on käytössä sama jarrusatula, mutta jarrulevyt ovat vannekoon takia erilaiset. Roro-mallin jarrulevyn ulkohalkaisija on 316 mm ja teollisuusmallin ulkohalkaisija on 296 mm.

Ihannetilanne olisi, mikäli voitaisiin vähentää osia yhdistämällä ja käyttämällä samaa napaa sekä rumpujarrua molemmissa tapauksissa. Ongelmana on se, että kevyemmän roro-mallin pyörän laakerit ovat erittäin edulliset verrattuna raskaampaan teollisuusmallin pyörän laakereihin. Muiden osien hinnoissa ei ole merkittäviä eroja.

2.4 Pyöränvanne

Pyöränvanne on valmistettu hitsaamalla teräksestä. Raskaassa ajoneuvokalustossa käytetään peltivanteita eikä kevytmetallivanteita, jotka ovat yleistyneet henkilöauto käytössä. Kevytmetallivanteet jäädyttävät paremmin jarrujen- ja renkaanvierintäkitkan aiheuttamaa lämpöä kuin peltivanteet, johtuen alumiinin suuremmasta lämmönjohtavuudesta verrattuna teräkseen. Pyörän kiinnityksessä on ruuvien oltava kiristetty sellaisella momentilla, että mikään pyörään kohdistuva voima ei kykene liikuttamaan pyörää navan suhteen. Raskaankaluston pyörien jälkikiristäminen on suoritettava aina esimerkiksi 50 – 100 km:n ajon jälkeen.

Nykyisten vanteiden ja jarrulevyjen mitat ovat:

vannekoko teollisuusvaunu 15" = 380 mm → jarrulevy ø294 mm

vannekoko roro-vaunu 16" = 410 mm → jarrulevy ø316 mm.

2.5 Jarrumomentteja (testit)

Taulukossa 13 on esitetty levy- ja rumpujarrujen jarrumomentteja sekä rumpujarrujen tarvitsemaa tehon määrää levyjarruun verrattuna.

TAULUKKO 13. Levy- ja rumpujarrujen jarrumomentteja.

Jarru	Jarru-voima [N]	Jarru-momentti [Nm]	Max paine [bar]	Tarvittava teho levyjarruun verrattuna [%]	Tarvittava paine [bar]
Levyjarru	8270	2661			100
Rumpujarru					
Knott 310x60	20775	6700	120	39,7	47,7
Knott 315x80	24806	8000	120	33,3	39,9
Knott 325x80	37209	12000	120	22,2	26,6
Stara 270x60	14264	4600	120	57,8	69,4

Kitkapinnan pinta-ala

Levyjarru 9566 mm² / jarrusatula

Knott 315x80 48150 mm² / jarrurumpu

Laite: Roro-vaunu

Rengas: 645x250-410

Levyjarrun voimaksi ja momentiksi saatiin laskemalla seuraavat arvot.

Jarrusylinterin voima

$$F = pA > 100 \times 10^5 \times (0.06^2 \times \pi / 4) = 28260 \text{ N}$$

Jarrumomentti (1)

$$M = 2F_{\mu r} > 2 \times 28260 \text{ N} \times 0,36 \times 0,13 \text{ m} = 2645 \text{ Nm}$$

Jarruvoima renkaan ulkohalkaisijalla

$$F = 2645 \text{ Nm} / (0,645 \text{ m} / 2) = 8202 \text{ N}$$

Rumpujarrun (Knott 315x80) voimaksi ja momentiksi saatiin laskemalla seuraavat arvot.

Jarrumomentti (5)

$$M = (p \times A \times r - F) \times C \times r > (100 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0,794 \times 10^{-3} \text{ m}^2 - 250 \text{ N}) \times 6,6 \times 0,157 \text{ m}$$

$$M = 7970 \text{ Nm}$$

Jarruvoima renkaan ulkohalkaisijalla

$$F = 7970 \text{ Nm} / (0,645 \text{ m} / 2) = 24720 \text{ N}$$

3 ONGELMANRATKAISU ELI TULOKSET (TESTAAMINEN)

Jarrulaitteille ja pyörän navalle tehtiin tarvittavia laskelmia ja tarkasteluja.

3.1 Jarrulaitteet

3.1.1 Levyjarru

Levyjarrun ongelma liittyy lähinnä sen pieneen jarrumomenttiin. Vanteen sisälle ei mahdu lähes sisämitan halkaisijan kokoista jarrulevyä, koska myös jarrusatulalle täytyy jättää tilaa. Siten vanteen sisämitan ja jarrulevyn välitys täytyy jättää normaalia suuremmaksi. Jarrupalojen voima jarrutuksessa ei kohdistu jarrulevyn ulkohalkaisijaan vaan on useita kymmeniä millimetrejä pienempi kuin ulkohalkaisija, kun taas rumpujarrun kohdalla jarrukenkien voima jarrutuksessa kohdistuu lähes ulkohalkaisijaan. Edellä mainitut seikat huomioon ottaen jarruvoima jää edelleen vähäiseksi eli 8250 N. Jarrumomentin ollessa noin 2660 Nm.

Maksimi jarrumomentti määräytyy melkein pelkästään jarruvoiman avulla, koska jarrulevyn halkaisijaa ei pysty lisäämään, vaan se jää pieneksi. Tarvittava paine on 100 bar ja jarrulevyn ulkohalkaisija on 316 mm, niin suuren jarruvoiman ansiosta huoltoväli on edelleen 500 h, jolloin ainakin jarrupalat täytyy vaihtaa. Levyjarrua ei pysty hyödyntämään nykyratkaisuilla huoltoväliä kasvattamalla.

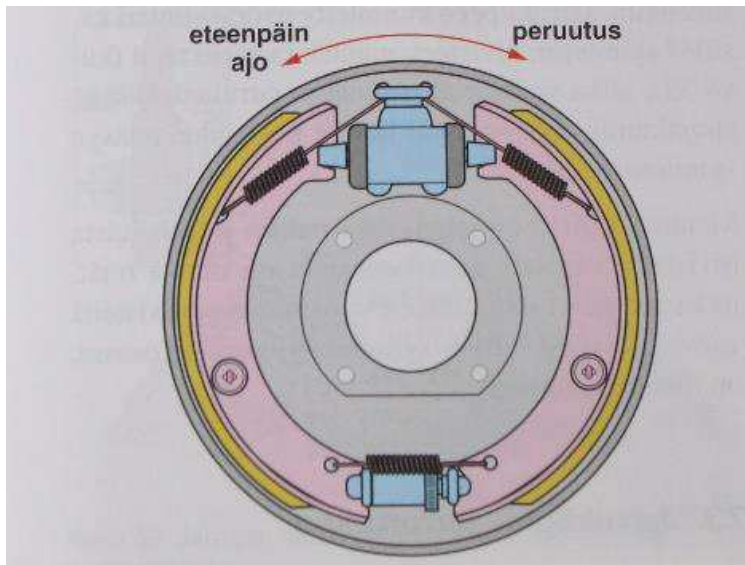
3.1.2 Rumpujarru

Rumpujarrun kustannus näyttäisi muodostuvan hieman kalliimmiksi kuin levyjarrun, tosin jarruvoimatkin ovat suurempia. Jarruvoima saadaan tarvittaessa jopa yli 10000 Nm. Rumpujarrun jarruvoiman säätö on helppoa jarrukenkien käyttösylinterin kokoa vaihtamalla. Jarrusylinterin kokoa kasvattamalla sylinterin voima suurenee, vaikka paine pidetään samana.

Valinnaksi muodostuvat kaksi eri jarrurumpua. Seuraavaksi on käsitelty teollisuusvaunun rumpujarrun valintaan liittyviä asioita. Roro-vaunulle valitaan siis oma

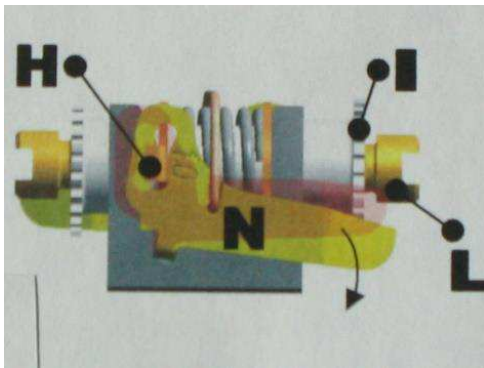
jarrurumpu mm. halvempien laakereiden takia.

Rumpujarru hankitaan osto-osana Knott hydro servo brake 315x80 (Liite 12.). Servojarruissa on yksi kaksitoiminen jarrusylinteri, joka levittää molempia jarrukenkiä toisesta päästään jarrurumpua vasten. Jarrutuksen tehokkuus molempiin ajosuuntiin on sama (kuva 13).

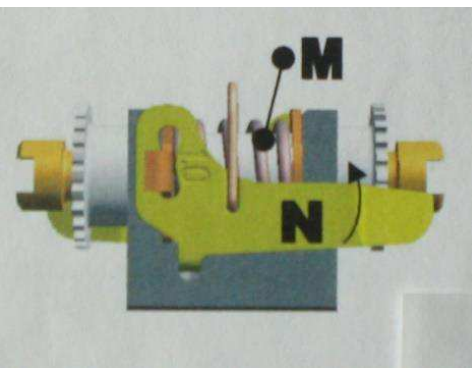


KUVA 13. Servojarru, kaaviokuva (Rantala & Sirola 2012)

Rumpujarrussa on automaattisääto jarrukenkien jarrupinnan kuluessa (kuvat 14 ja 15).



KUVA 14. Sylinteri paineistetaan (Knott Brake Company 2014)



KUVA 15. Paine pois sylinteristä (Knott Brake Company 2014)

Kun levy (H) on siirtynyt tarpeeksi kauaksi ottaakseen yhteyttä vivun (N) kanssa, vipu työntyy alaspäin kunnes se irtoaa hammaskehältä (I). Kun jarru on vapautettu, jousen (M) voima, sekä jousen palautus voima kengältä, nostaa vivun (N) ylöspäin. Tämä pyöryttää hammaskehällä (I) yhden hampaan välin. Kengän kuluma on kompensoitu kun kierre on (I) ja (L) avulla säätänyt jarrukengän uudelleen, lähemmäksi rumpua.

Jarrusylinterin vaihto erikokoiseksi on mahdollista. Koot alkaen $\varnothing 25,4 \dots \varnothing 34,92$ mm.

Jarrurumpu tulee omavalmisteena ja on helpommin purettava malli, otettaessa jarrurumpu pois laakerit jäävät paikoilleen. Jarrurumpu on pitempi malli jolloin venttiilin kohta muodostuu kalliiksi. Venttiili pitää upottaa ja upotusta varten täytyy valmistaa pitkäura. Muutoin venttiili ei mahdu jarrurummun ja vanteen välistä. Jarrurumpu valetaan suomugrafiittivaluraudasta ja materiaali on GG25.

Eli suomugrafiittivalurauta EN-GJL-250

- Murtolujuus 250 MPa
- Kovuus 180 - 240 HB
- Kimmomoduli 80000 – 145000 MPa.

Jarrukenkämateriaaliksi, joka soveltuu jarrurummun materiaalin kanssa yhteen, valitaan kitkamateriaali: GBC Kudottu luonnon- ja tekokuitu.

Jarrulaitteen sisäänajo suoritetaan jarruvalmistajan ohjeproseduurin mukaan.

Rumpujarrun (Knott 315x80) jarrumomentti (5) laskettiin seuraavasti (Knott Brake Company 2014):

$$M = (p \times A \times - F) \times C \times r > (100 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0,506 \times 10^{-3} \text{ m}^2 - 219,8 \text{ N}) \times 7,0 \times 0,157 \text{ m}$$

$$M = 5320 \text{ Nm.}$$

Rumpujarrun huoltoväli näyttäisi muodostuvan arviolta kaksinkertaiseksi verrattuna levyjarrun 500 tuntiin. Valitulle 315 x 80 jarrulle maksimi työskentely- eli momentti-alue on 12000 Nm / 100 %. Sopiva työskentelyalue tässä tapauksessa olisi noin 6000 Nm / 50 %. Jos työskentelyalue jää matalalle, eli noin 3000 Nm / 25 %, tapahtuu jarrupintojen kiillottuminen ja kitkakerroin pienenee. Jos taas työskentelyalue reilusti ylitetään, 12000 Nm / 100 %, tapahtuu jarrupintojen palaminen eli lasittuminen ja pidon häviäminen. Rumpujarrun jarrumomentti on 5345 Nm, jarrusylinterillä 25,4 mm, paineen ollessa 100 bar. Joten momentti-alue on sopiva. Koska paine on sama 100 bar levyjarrulla sekä rumpujarrulla ja jarrupinnanvahvuus on sama 10 mm ja kitkapintamateriaali vastaava rumpujarrulla kuin levyjarrulla niin kulumisen on molemmilla jarrutyypeillä

samanaikaista. Eroa kuitenkin alkaa syntyä kitkapinta-alan kokoeron takia. Kitkapinta-alat ovat:

Levyjarru	9566 mm ² / jarrusatula
Knott 315 x 80	48150 mm ² / jarrurumpu.

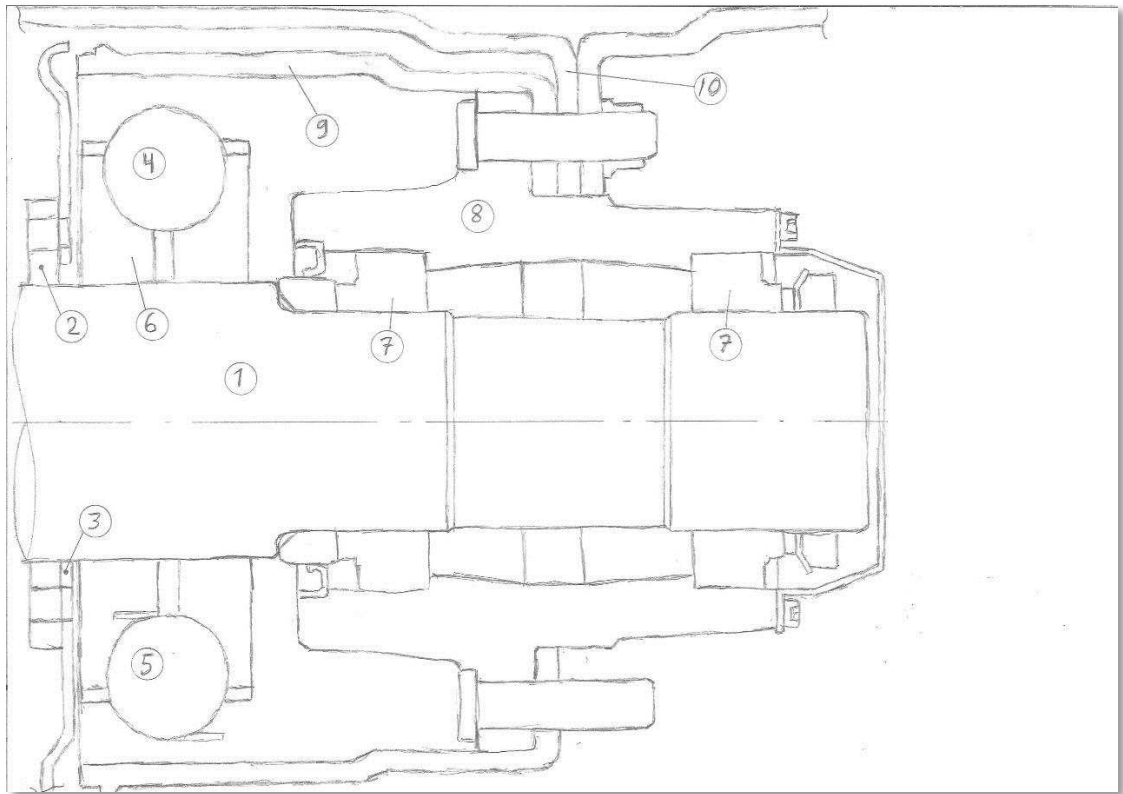
Ja kun vielä huomioidaan jarrurummun ja jarrulevyn halkaisija, niin eroa alkaa tulla lisää. Jarrurummun halkaisija on 315 mm ja siinä jarrukengät työskentelevät tällä samalla halkaisijalla. Kun taas levyjarrussa jarrulevyn halkaisija on 316 mm, mutta jarrupalat työskentelevät halkaisijalla 260 mm, niin etua alkaa tulla rumpujarrulle lisää. Koska jarrukenkien pinta-ala on viisi kertaa suurempi kuin jarrupalojen, niin rumpujarrun huoltoväli näyttäisi toteutuvan helposti yli kaksinkertaiseksi verrattuna levyjarruun. Ja tavoite oli nostaa nostosiirtovaunun jarrujen huoltoväli 500 tunnista 1000 tuntiin.

3.1.3 Märkälevyjarru

Nostosiirtovaunun jarrujen huoltoväli piti nostaa kaksinkertaiseksi, mutta märkälevyjarrujen avulla korotus olisi toteutunut helposti yli tarpeen. Nostosiirtovaunussa jarruttavia akseleita on useita. Märkälevyjarrun osat ovat jatkuvasti öljykylvyssä, joten suljettu jarrujärjestelmä olisi turhan kallis ratkaisu. Märkälevyjarrua ei tulla hyödyntämään tässä projektissa.

3.2 Pyörän napa

Nostosiirtovaunussa on teollisuusmallin pyörän napa, jonka nimelliskantavuus on pysynyt ennallaan (10,7 t) koska pyörän laakerit ovat pysyneet ennallaan. Napaan on asennettu Knott 315x80 rumpujarru. Kuvassa 16 on asennettuna napaan tulevat jarrunosat, jotka ostetaan Knott:lta, sekä tulevat muut osat, jotka tehdään omavalmisteenä.



KUVA 16. Rumpujarrunnapa skitsi (Kuva: Kai Korpinen 2014)

Kuvassa 16 nähdään pyöränakseli (1), johon on kiinnitetty akselinnapa (2) hitsaamalla. Akselinnapaan kiinnitetään jarrukilpi (3) ruuveilla. Jarrukilpeen kiinnitetään jarrusylinteri (4) ja automaattisäädin (5) sekä tapeilla kiinnitettävät jarrukengät (6) jousineen. Laakerit (7) sekä stefalla tiivistettävä pyörän napa (8) asennetaan akselille. Laakerit kiristetään. Jarrurumpu (9) asennetaan pyörän navalle, jonka jälkeen pyörä (10) kiristään muttereilla paikoilleen.

Osat 1 – 2 ja 8 - 9 ovat omavalmisteosia.

Osat 3 – 7 ja 10 ovat osto-osia.

4 JATKOKEHITYSIDEAT

Nykyisen järjestelmän levyjarruilla sekä uuden järjestelmän rumpujarruilla on aivan liian monimutkainen sekä liikaa osia ja toimintakokonaisuuksia omaava konstruktio. Tulisi miettiä, tarvitaanko samassa järjestelmässä väliaineena paineilmaa sekä jarrunestettä. Suunnittelussa tulisi jatkossa panostaa komponenttien vähentämiseen tai kokonaan uuden jarrujärjestelmän ja jarrujen ohjauksen kehittämiseen.

4.1 Muut jarrujärjestelmät

Seuraavassa on esitetty muutamia eri jarrujärjestelmiä.

4.1.1 Ilmakäyttöiset

Paineilmakäyttöisissä jarruissa jäisi jarruneste pois. Jarrujen operointi tapahtuu ilmakäyttöisillä jarrusylintereillä eli jarrukelloilla. Jarruvivun ja jarrukellon voisi mitoittaa niin pieneksi, että välttämättä ei tarvittaisi säätöä lainkaan (korkeintaan leikkuri). Perinteisen jarrurummun tilalla voisi toimia vanteen sisäkehä, johon on lisätty valurautainen hankauspintakehä joka on lämmönsiirtymisen estämiseksi eristetty itse vanteesta.

Toinen vaihtoehto olisi nimeltään Paineilmajarru (rautatietekniikka), jossa yksi paineilmakäyttöinen jarrusylinteri antaa liikkeen jopa kahdeksalle eri jarruyksikölle. Tässä systeemissä ilmakäyttöisen jarrusylinterin jälkeen toimitaan pelkästään mekaanisten tankojen avulla, joilla jarrutönkät painetaan jarrurumpuun kiinni. Jarrutönkät voisivat olla jarrurummun ulkopuolella. Itse jarrurumpu olisi tosi pitkämalli ja tuotaisiin myös vanteen ulkopuolelle, näin rummun halkaisijaa saataisiin kasvatettua, toki laakeriväliä voisi myös pidentää.

4.1.2 Mekaaniset

Täysin mekaaninen jarrujärjestelmä on aika haastava toteutettavaksi Järjestelmästä tulisi melkoinen tanko- ja vipuhässäkkä. Teoriassa mekaanisen jarrujärjestelmän voisi saada

toimivaksi, mutta käytännössä saattaisi tulla vaikeuksia jarrujen säädön ja riittävän jarruvoiman takia.

4.2 Ohjaus

Ohjaus voidaan toteuttaa paineilmalla, sähköllä tai mekaanisesti.

4.2.1 Paineilmaohjaus

Ohjauksen toteuttaminen paineilmalla on edullinen ja kohtalaisen varmatoiminen tapa. Ohjaus voidaan toteuttaa paineilmalla jarrupolkimelta jarrulle asti tai sitten osittain siten, että järjestelmän loppuosuus on mekaanisesti toteutettu.

4.2.2 Sähköohjaus

Sähköohjattu järjestelmä on nimeltään EBS ja kytkentävoiman ohjaus vetoajoneuvon ja siirtovaunun välillä on CFC. Järjestelmässä on kolme perustoimintoa: jarrutuksen ohjaus sekä tässä tapauksessa vähän tarpeettomat ABS- ja ASR-toiminta. Sähköohjattu järjestelmä ohjaa vaikka paineilmakäyttöisiä jarruja, sähköinen ohjaus on ehkä liian tarkka ja lisää siten kustannuksia tällaiseen työkoneeseen, verrattuna pneumaattiseen jarrujärjestelmään.

4.2.3 Mekaaninen ohjaus

Mekaanisesti ohjattu järjestelmä on edullisin. Jarrupolkimen ja nostosiirtovaunun välille järjestelmä vaatisi jotain taipuisaa esim. vaijerivälityksen. Arveluttavaa on se, saako jarruja tehostettua tarpeeksi paljon, ettei jarrupolkimeen vaadittava voima muodostuisi tarpeettoman suureksi.

5 POHDINTAA JA YHTEENVETO

Opinnäytetyö TTS Liftec Oy:n nostosiirtovaunun jarrujärjestelmään sen muuttamiseen tehokkaammaksi ja huoltovälin pidentäminen oli haastava mutta mielekäs. Projekti oli äärimmäisen opettavainen sekä avasi myös hyvin erilaisia ratkaisuja. Projektin aikana käytettiin myös vanhaa ”totuutta” lähtötietona ja verrattiin sitä uuden järjestelmän tietoihin sekä arvoihin. Verstaalta saatiin käytännön tietoja ja testiarvoja joita tuettiin laskelmilla sekä verrattiin uuteen järjestelmään. Työssä keskityttiin Liftec Oy:lle potentiaalisimpiin vaihtoehtoihin. Työn tarkoitus on toimia lähtötietona ja alustavana suunnitelmana, jotta suunnittelijan olisi helpompi esimerkkien ja havainnollistavien kuvien avulla edetä uusien jarrujen sovittamisesta ja lisäsuunnittelusta sekä vaihtamisesta nostosiirtovaunuun.

Työssä käytettävä lähdemateriaalin ikähaitari oli melko laaja eli noin viidenvuosikymmenen ajalta. Voikin sanoa vanhojen laskukaavojen olevan uusia kaavoja tarkempia, jotka ovat vuosien saatossa supistuneet yksinkertaisempaan, lyhyempään ja helpompaan muotoon. Tämä selittää eri tietolähteistä toisistaan poikkeavia tietoja saman asian osalta. Eri laskuista saadut vastaukset ovat teoreettisia, jotka voivat poiketa käytännönarvoista jonkin verran. Tuotteen valmistuminen osoittanee myöhemmin, kuinka oikeaan päätelmät osuivat ja toteutuivatko annetut lähtöarvot.

LÄHTEET

Knott Brake Company. Jarrut ja akselit. Viitattu 13.4.2014

[http://www.knottbrake.com/pdf2/HYDRAULIC SERVO DRUM BRAKES.pdf](http://www.knottbrake.com/pdf2/HYDRAULIC_SERVO_DRUM_BRAKES.pdf)

Rantala, Jouko & Sirola, Pekka 2012. Autotekniikka 3, Alusta- ja hallintalaitteet, 1.-2. painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. Viitattu 18.3.2014

Weyrauch, V.A., 1960. Ein graphisches Verfahren zum Konstruieren von Innenbackenbremsen und Innenbackenkupplungen. VDI-Z. 102, Nr 15, s. 601 – 614. Viitattu 16.3.2014

Wuolijoki, Jaakko, 1972. Koneenelinoppi 2. Viitattu 15.3.2014.

LIITTEET

Liite 1. Jarrukaavio, TTS Liftec Oy

Liite 2. Jakolevy, TTS Liftec Oy

Liite 3. Suodatin, Wabco

Liite 4. Paineenalennusventtiili, Wabco

Liite 5. Paineenrajoitusventtiili, Wabco

Liite 6. Jarrutehostin, Wabco

Liite 7. Vedenpoistoventtiili, Wabco

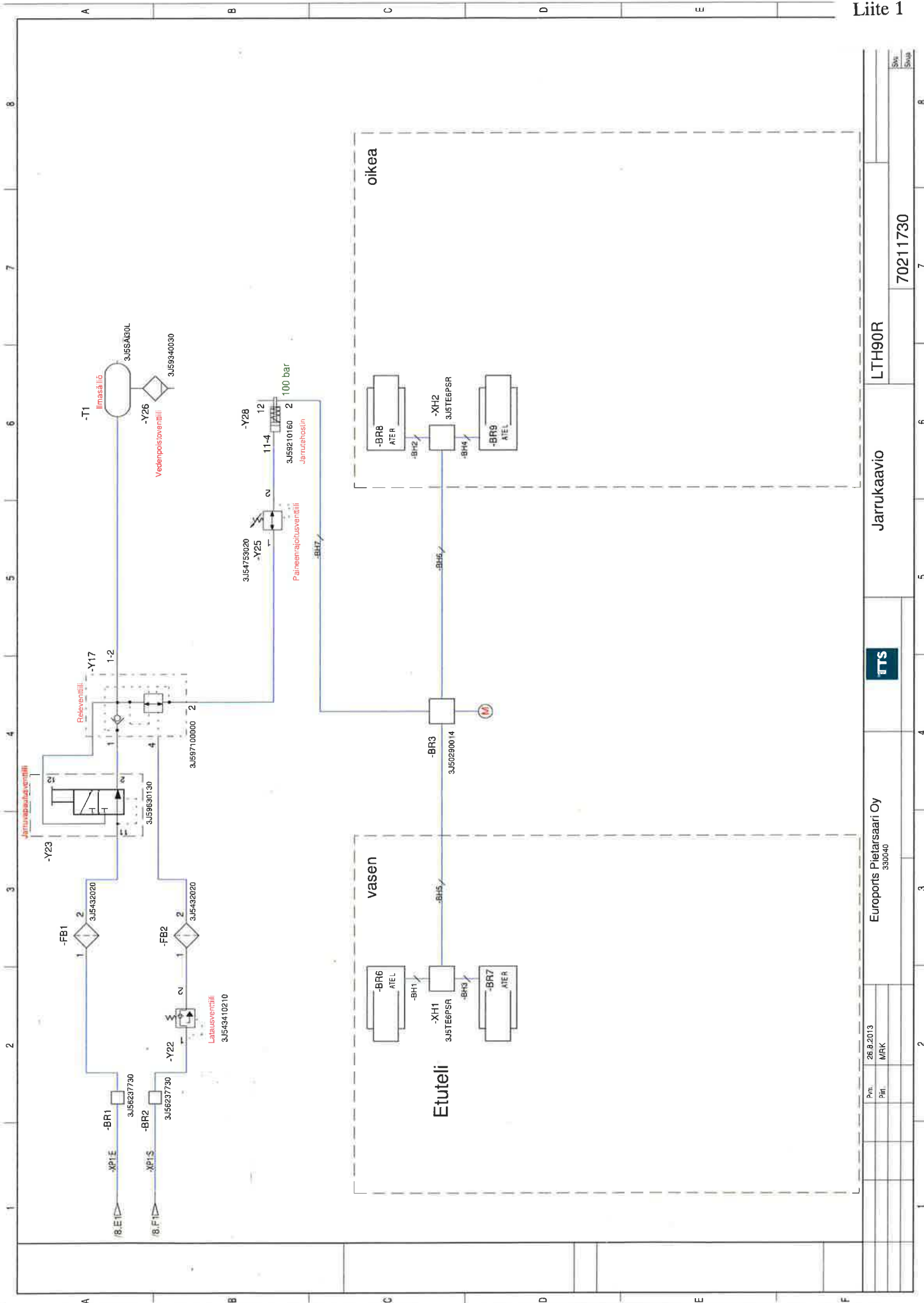
Liite 8. Jarruvapautusventtiili, Wabco

Liite 9. Releventtiili, Wabco

Liite 10. Jarrusatula, Ate

Liite 11. Ilmasäiliö, Wabco

Liite 12. Rumpujarru, Knott Brake Technology



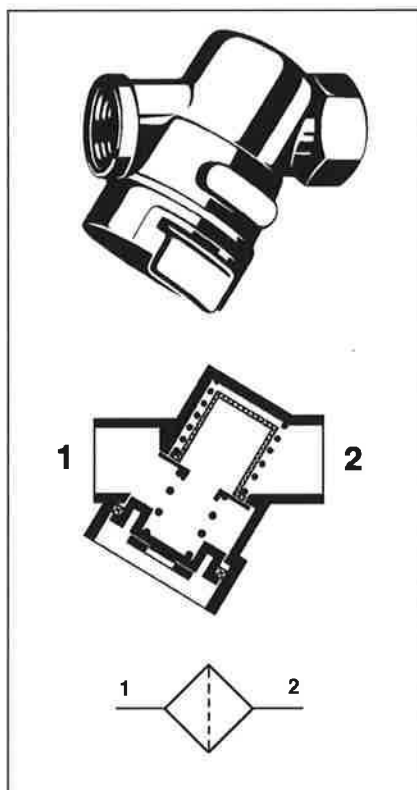
←----- Jakolevy



Line Filter

432 500

4

**Purpose:**

To protect the air braking system against dirt.

Operation:

The compressed air reaching the line filter via port 1 passes through the filter cartridge in which any particles of dirt are retained; the compressed air is cleaned before it reaches any downstream appliances from port 2.

If the line filter is blocked, the filter cartridge is pushed upwards against the force of the pressure spring and the compressed air will pass through the line filter without being cleaned. If port 1 is exhausted while the filter cartridge is blocked, the pressure in port 2 can push the cartridge

downwards against the force of the compression spring. This permits return flow from port 2 to port 1.

Maintenance:

The frequency for cleaning the filter depends largely on the operating conditions and is normally approx. every 3 to 4 months. Remove the filter cartridge and blow through with compressed air. Damaged filter cartridges need to be replaced.

Installation Requirements:

The filter is placed in the piping system without being fastened. Make sure that there is sufficient space for removing the filter cartridge (see "Installation").

Technical Data:**Part Number**

432 500 020 0

432 500 021 0

Operating pressure

20 bar max.

Free passage $\varnothing 12 \text{ mm} = 1.13 \text{ cm}^2$ **Thread of pipe connections**

G = M22 x 1.5 G = M16 x 1.5

Pore size of Filter80 to 140 μm **Permissible medium**

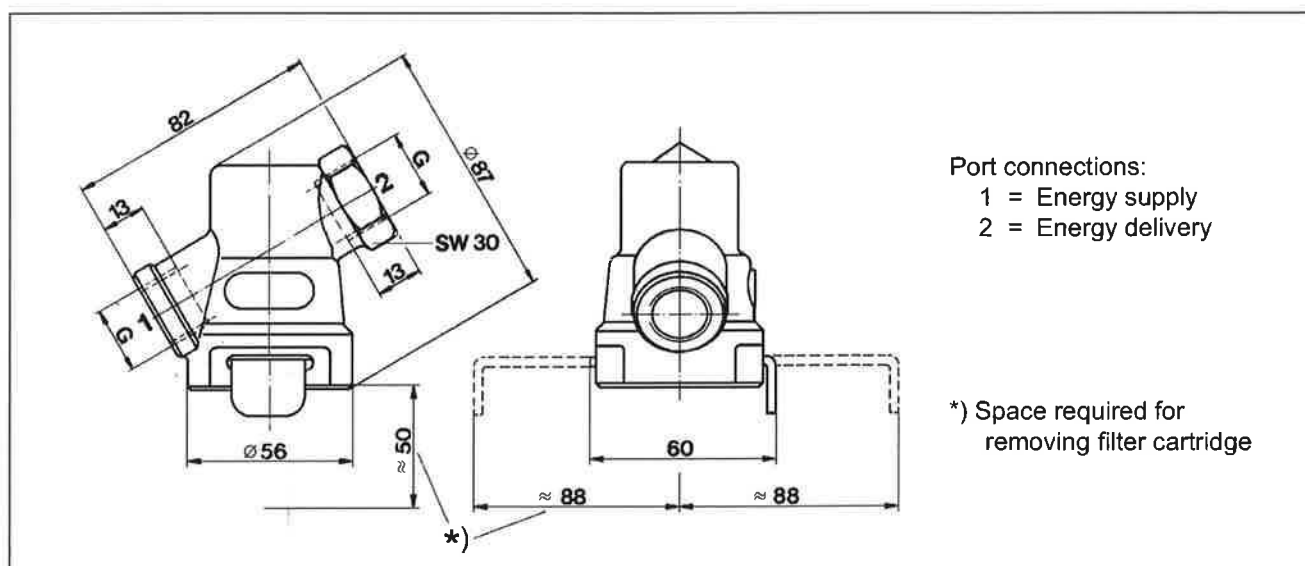
Air

Operating temperature range

- 40° C to + 80° C

Weight

0.44 kg

Installation:**Port connections:**

- 1 = Energy supply
- 2 = Energy delivery

*) Space required for removing filter cartridge

The technical drawing shows two views of the Warco M22x1.5 drill bit:

- Front View (Top):** Shows the fluted body of the drill bit. Dimensions include a total length of 42.5 mm, a cutting edge diameter of $\varnothing 8.6$ mm, a flute depth of 17 mm, and a shoulder width of 28 mm. The brand name "WARCO" is printed on the body. Callouts I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, and IX point to specific features.
- Side View (Bottom):** Shows the cross-section of the drill bit. It has a square base with a side width of 30 mm and a central hole with a diameter of 50 mm. A dimension of MAX. 140 mm indicates the maximum length of the shank. Callout X points to the central hole.

MEDIUM: AIR
MEDIUM: LUFT
FLUIDE: AIR
FLUIDO: ARIA

THERMAL RANGE OF APPLICATION:
 THERMISCHER ANWENDUNGSBEREICH:
 GAMME D'APPLICATION THERMIQUE:
 CAMPO DI APPLICAZIONE TERMICA:

NOMINAL DIAMETER	SUPPLY:	EXHAUST:
NENNWEITE	BELUEFTUNG:	ENTLUEFTUNG:
DIAMETRE NOMINAL	ALIMENTATION:	ÉCHAPPEMENT:
DIAMETRO NOMINALE	ALIMENTAZIONE:	SCARICO:

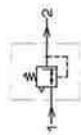
INSTALLATION POSITION AS DRAWN
EINBAU LAGE WIE GEZEICHNET
POSITION D'INSTALLATION SUIVANT DESIN
POSIZIONE DI MONTAGGIO COME DISEGNATO
PROTEGTE
GESCHÜTZT
PROTEGES
PROTETTI

INLET PRESSURE
EINGESTEIFERTER DRUCK

1 = EINGESTEUERTER DRUCK
PRESSION D'ALIMENTATION
PRESSIONE DI ALIMENTAZIONE

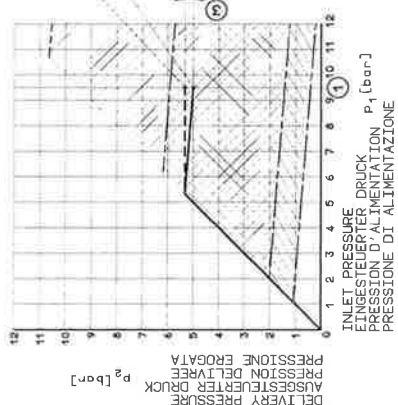
DELIVERY PRESSURE
AUSGESTEUERTER DRUCK
PRESSION DELIVREE
PRESSIONE EROGATA

TORQUE FOR CONNECTIONS: M22x1,5: M_{max.} = 53 Nm



EXHAUST
ENTLUEFTUNG
ECHAPPEMENT
SCARICO

DESIGN PERMISSIBLE
AUSFÜHRUNG ZULÄSSIG
REALISATION ADMISE
DISEGNO AMMISSIBILE



PRESSURE LIMITATION BY FIRST DELIVERY
DRUCKBEGRENZUNG BEIM ERSTEN AUFFUELLEN
IMITATION PENDANT UNE PREMIERE REMPLISSAGE
IMITAZIONE COL PRIMO RIEMPRIMENTO

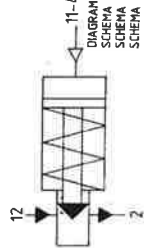
PRESSURE LIMITATION AFTER CONSUMPTION
DRUCKBEGRENZUNG NACH VERBRAUCH
LIMITATION APRES CONSOMMATION
IMITAZIONE DOPPO CONSUMO

8	1.48 ^a	0.6	475 010 324 0	
7.5	3.38 ^a	0.4	475 010 313 0	
7.5	5.58 ^a	0.4	475 010 312 0	
8.5	3.58 ^a	0.4	475 010 311 0	
7.5	4.8 ^a	0.4	475 010 310 0	
7.5	5.78 ^a	0.4	475 010 309 0	
10	7.68 ^a	0.4	475 010 308 0	
8	1.68 ^a	0.6	475 010 307 0	
9.5	5.8 ^a	0.4	475 010 306 0	
7.5	6.3 ^a	0.4	475 010 305 0	
12	7.58 ^a	0.4	475 010 304 0	
7.5	1.68 ^a	0.6	475 010 303 0	
7.5	5.38 ^a	0.4	475 010 302 0	
12.5	10.8 ^a	0.4	475 010 301 0	

CUSTOMER'S NO.
KUNDEN-NR.
NO. CLIENT
NO. CLIENTE

IDENTIFICATION

[bar]	[bar]	[bar]
-------	-------	-------



TORQUE FOR CONNECTIONS ANZUGSMOMENT FÜR ENTSCHRAUBSTÜTZEN COUPLE DE SERRAGE DES RACCORDS COPPIA DI SERRAGGIO DEI RACCORDI	60 N m MAXI	5 N m MAXI	15 N m MAXI	24 N m MAXI
	11,4°	12°	2°	4°

GENERAL SPECIFICATION

1. **Upplysningar om person**
 Namn: Andersson, Erik
 Födelsedatum: 1980-01-15
 Adress: Stora Storgatan 1, 113 33 Stockholm
 Telefon: 08-123 456 78
 E-post: erik.andersson@exempel.se
 2. **Upplysningar om företag**
 Företagsnamn: Exempel AB
 Org. nr.: 556789-1234
 Adress: Stora Storgatan 1, 113 33 Stockholm
 Telefon: 08-123 456 78
 E-post: erik.andersson@exempel.se
 3. **Upplysningar om tjänsten**
 Tjänstens namn: Systemutvecklare
 Arbetsplats: Exempel AB
 Arbetsområde: IT-avdelningen
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 4. **Upplysningar om utbildning**
 Utbildningsnivå: Högskola
 Utbildningsinriktning: IT-systemteknik
 Utbildningsinstitution: Stockholms universitet
 Utbildningsår: 2000-2004
 5. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2004-2008
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 6. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2008-2012
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 7. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2012-2016
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 8. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2016-2020
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 9. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2020-2024
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 10. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2024-2028
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 11. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2028-2032
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 12. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2032-2036
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 13. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2036-2040
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 14. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2040-2044
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 15. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2044-2048
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 16. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2048-2052
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 17. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2052-2056
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 18. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2056-2060
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 19. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2060-2064
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 20. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2064-2068
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 21. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2068-2072
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 22. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2072-2076
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 23. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2076-2080
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 24. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2080-2084
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 25. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2084-2088
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 26. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2088-2092
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 27. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2092-2096
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 28. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2096-2100
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 29. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2100-2104
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 30. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2104-2108
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 31. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2108-2112
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 32. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2112-2116
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 33. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2116-2120
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 34. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2120-2124
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid, 8 timmar per dag
 35. **Upplysningar om tidigare arbetsgivare**
 Arbetsgivare: Exempel AB
 Arbetsperiod: 2124-2128
 Arbetsuppgifter: Utveckla och underhålla webbsidor
 Arbetsvillkor: Fulltid,

Device description

5.28 Drain valve 934 300 / 934 301



Application

On drain and pressure reservoirs.

Purpose

Protection of the compressed-air equipment from ingress of condensate by means of automatic or manual draining of the air reservoir.

Maintenance

Drain valve 934 300

- If the valve does not close or open upon actuation, it must either be cleaned or replaced.

Automatic drain valve 934 301

Special maintenance that extends beyond the legally specified inspections is not required

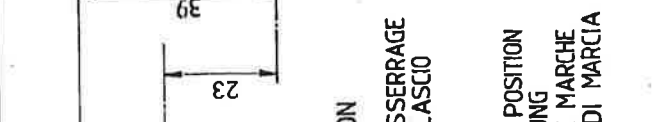
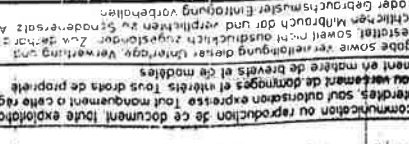
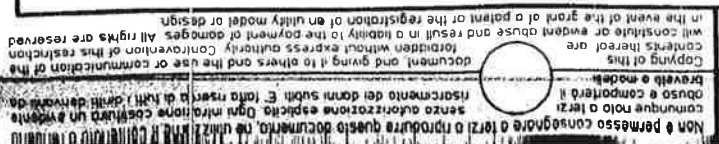
Installation recommendation

Drain valve 934 300

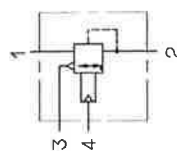
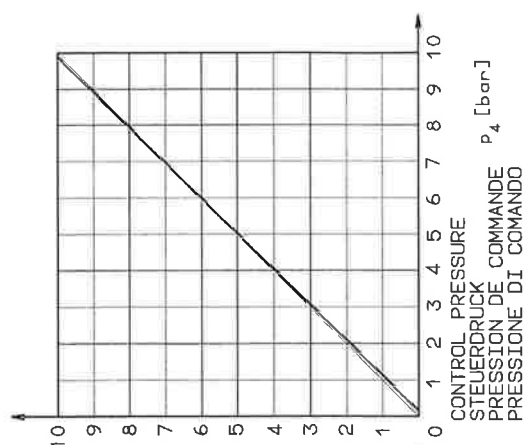
- Equip the drain valve with a seal ring A 22x27 DIN 7603 Al, order number 811 401 080 4 and thread it into the base connection for the air reservoir (tightening torque = 45 Nm).
The actuating pin is provided with a hole for attaching the pull-wire (934 300 003 0 with actuating ring).
- Do not mount any devices under the drain valve to ensure that the condensation will not become contaminated when draining.


Automatic drain valve 934 301

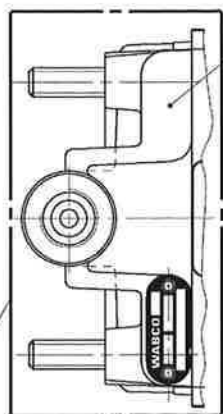
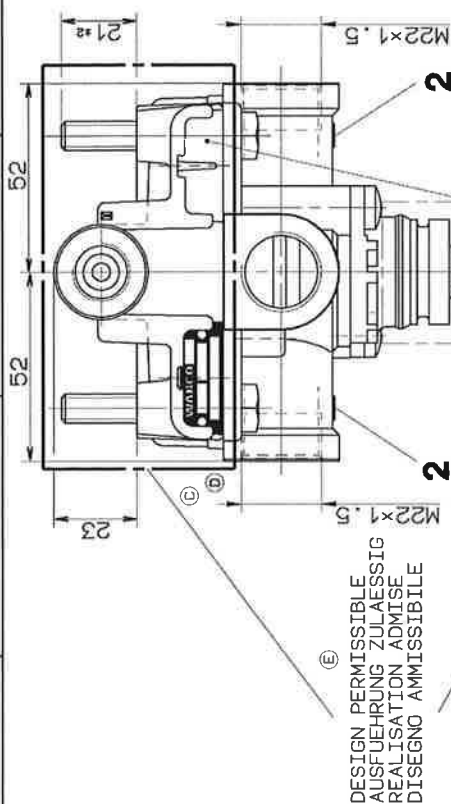
Special maintenance that extends beyond the legally specified inspections is not required



92 06 5	92 04 15
ICHANG No	DATE
LETTER	
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	



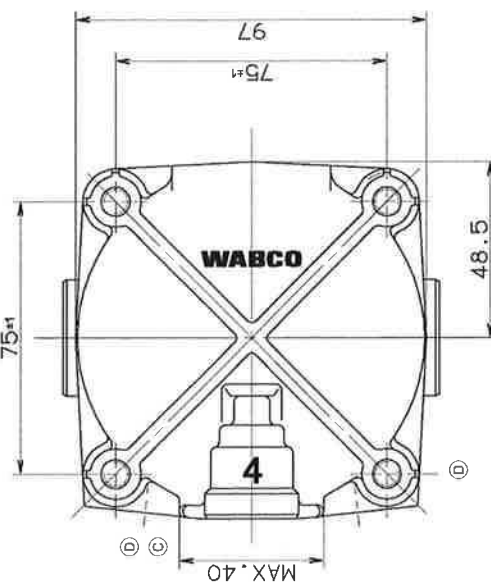
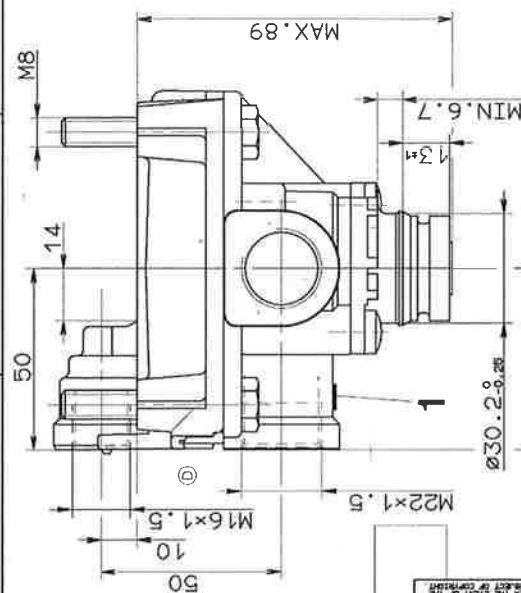
- 1** SUPPLY
VORRAT
ALIMENTATION
ALIMENTAZIONE
- 2** DELIVERY PRESSURE
AUSGESTEUERTER DRUCK
PRESSION DELIVREE
PRESSIONE EROGATA
- 3** EXHAUST
ENTLUEFTUNG
ECHAPPEMENT
SCARICO
- 4** CONTROL PRESSURE
STEUERDRUCK
PRESSION DE COMMANDE
PRESSIONE DI COMANDO
- 



AREA FOR NAME PLATE CUSTOMER
BEREICH FUER BEZEICHNUNGSSCHILD KUNDE
ZONE POUR PLAQUE DE FIRME CLIENT
ZONA PER TARGHETTA CLIENTE

(A) (B)
 SUPPLY PRESSURE: MAX. $P_g = 13 \text{ bar}$
 VORSTRUCK:
 PRESSION D'ALIMENTATION:
 PRESSIONE DI ALIMENTAZIONE:

PERMISSIBLE INSTALLATION
ZULÄSSIGE EINBAULAGE
POSITION D'INSTALLATION
POSIZIONE DI MONTAGGIO



MEDIUM: AIR
MEDIUM: LUFT
FLUIDE: AIR
FLUIDO: ARIA

WORKING PRESSURE:
BETRIEBSDRUCK:
PRESSION DE SERVICE:
PRESSIONE D'ESERCIZIO:

MAX. p_e = 10 bar

TEMPORARILY:
KURZZEITIG:
DE COURTE DUREE:
BREVE TEMPO SOLO:

THERMAL RANGE OF APPLICATION:
THERMISCHER ANWENDUNGSBEREICH:
GAMME D'APPLICATION THERMIQUE:
CAMPO DI APPLICAZIONE TERMICA:

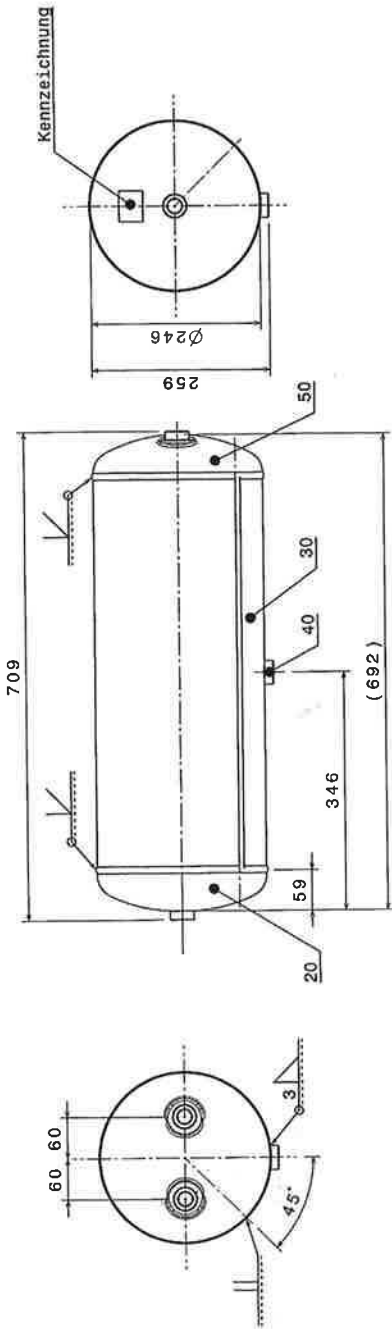
-40° ... +80° C

Ⓐ TORQUE FOR CONNECTIONS:
ANZUGSMOMENT FUER EINSCHRAUBEN
COUPLE DE SERRAGE DES RA
COPPIA DI SERRAGGIO DEI

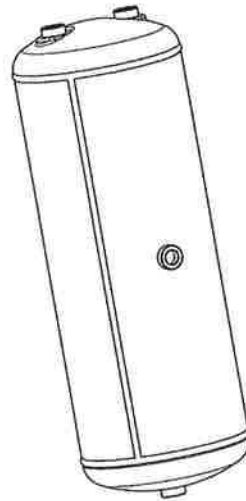
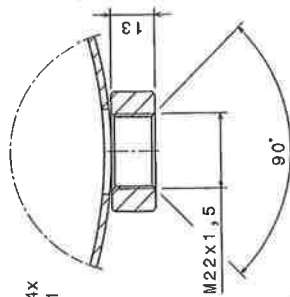
$$M_{\max}^{N^E} = \frac{34}{53} M_{\max}^{N^E}$$

GENERAL INFORMATION:	DOC. CODE:	SHEET:	10
FURTHER TECHNICAL DATA:	GENERAL TOLERANCES (± mm) CLEAR 1) > 50 X160 > 400 FINE 0.5 1.0 5.0 160 5400 > 400 MEDIUM X 1.0 2.0 3.0 4.0 COARSE 2.0 3.5 5.0 6.5 TURNED HOLE SIZE: 300 / 400 / 400-100		

COUNTRY OF ORIGIN		DATE		SERIAL NUMBER		WABCO	
89-04-25		BRINK/ME		RELAY VALVE		RELAYSANTIL	
DESIGN:		89-06-02		KIEL/DEIVE		VALVE RELAIS	
89-06-05		PATITZER		VALVOLA RELE		VALVOLA RELE	
PART NUMBER		PRODUCT DESCRIPTION		PART NUMBER		PRODUCT TYPE	
0.62		973 011 000 0		065		065	
SIZE		F.I.L.		BANK CODE		BANK NUMBER	
A 2		140		522		522	
EXP. CODE		7		4		4	



Gewindestab 4x
Maßstab: 1:1

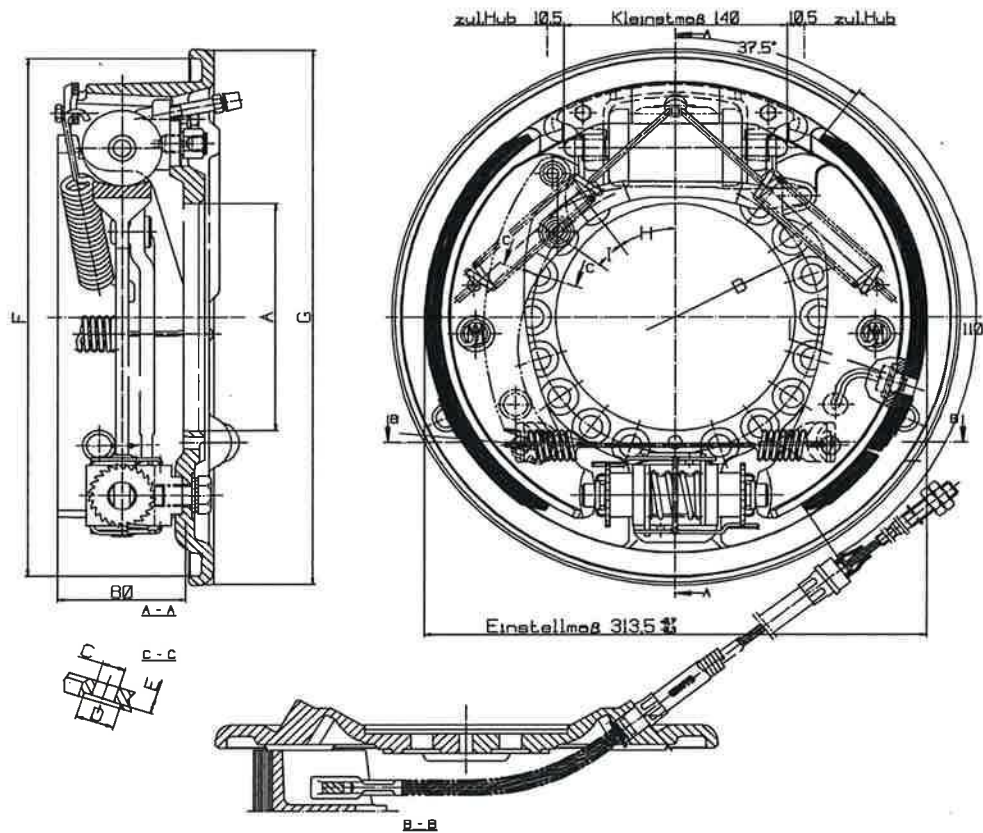


Kennzeichnung (marking)		Spezifikationen	
Etikett: (Pos. 10)		EN 286-2	
Linneumannschnetzer		1,5 x Ps	
Typ: WABCO 530 002 0		K _c 1	
Serien-Nr.: 112279		S _{an} 2, 0/2, 0	
Train/Max. -50/100 °C		nach den gültigen Verordnungen	
V: 30,0 L Ps: 15,5 bar		Schweißverfahren	
EN 286-2:1992		Qualitätsprüfung	
Jahreszahl: 1992		Material: P275SL, EN 10207	
Jahreszahl: 1992		Werkzeugnis EN 10204-2.2	
Jahreszahl: 1992		Druckluftbehälter	
Jahreszahl: 1992		(air pressure vessel)	
Jahreszahl: 1992		Zeichnungs-Nr.: 112279	
Jahreszahl: 1992		Kunde: WABCO	
Jahreszahl: 1992		Kunden-Nr.: 950 530 002 0	
Jahreszahl: 1992		Ers. F.: XXXXXX	
Jahreszahl: 1992		Ers. Nr.: 112279	

LINNEMANNSCHNETZER PART No. 112279

GENERAL SPECIFICATION:		JED-334-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
------------------------	--	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Hydro Servo Brake 315 x 80



data of the hydro drum brake

perm. Pressure range: 120 bar

brake fluid: (B) brake fluid DOT3 or 4 or SAE J1703

(M) mineral oil DIN 51524 and HD-Öl or STOU-Öl

**Special types
on request**

[illegible]