

Mikko Koskela

## Hydraulinen nostomagneettien vetotestilaite

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Mekatroniikka

Tekijä: Mikko Koskela

Työn nimi: Hydraulinen nostomagneettien testilaitte

Ohjaaja: Ismo Tupamäki

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 6

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa hydraulinen nostomagneettien testauslaitte. Työn toimeksiantaja toimi Rautaruukki Oyj. Lähtökohtana laitteelle oli, että se on yksinkertainen, edullinen sekä turvallinen käyttää.

Rautaruukki Oyj:n Peräseinäjoen tehtaalla valmistetaan teräsrakenteita kuten ristikkoita ja pilareita. Teräsrakenteiden osien siirtämiseen käytetään mm. nostomagneetteja.

Testauslaitteen suunnittelu aloitettiin tutkimalla standardia ”SFS-EN 13155 Nosturit. Turvallisuus. Irrotettavat nostoapuvälineet.”

Opinnäytetyöhön kuului testauslaitteen runkorakenteen suunnittelu sekä hydraulikkaosien valinta.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimiva testauslaitte.

Avainsanat: Nostomagneetti, testaus, hydraulikka, magneetti, nostoapuväline

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Information Technology

Specialisation: Mechatronics

Author: Mikko Koskela

Title of thesis: Hydraulic test device for lifting magnets

Supervisor: Ismo Tupamäki

Year: 2012

Number of pages: 42

Number of appendices: 6

---

The aim of this final thesis was to design and implement a hydraulic test device for lifting magnets. The project was commissioned by Rautaruukki Oyj. The starting point for this device was that it is simple, affordable and safe to use.

One of Rautaruukki's plants is located in Peräseinäjoki. Steel structures, such as trusses and beams are manufactured at the plant. Some parts of steel structures are moved by using lifting magnets.

The design of the test device began by studying the standard SFS-EN 13155 Cranes – Safety – Non-fixed load lifting attachments. The thesis includes designing the test device structure and choosing hydraulic components.

The result of the project was a functional test device.

Keywords: lifting magnet, testing, hydraulic, magnet, load lifting attachment

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO .....	5
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Työn tausta .....	6
1.2 Työn tavoite .....	6
1.3 Rautaruukki Oyj.....	7
2 NOSTOAPUVÄLINEET .....	9
2.1 Yleistä nostoapuvälineistä.....	9
2.2 Nostoapuvälineiden rakenne.....	11
2.3 Nostoapuvälineiden käyttö ja tarkastus.....	12
2.4 Nostomagneetit.....	13
2.5 Magneetikenttä.....	16
2.6 Kestomagneetti .....	17
2.7 Yleistä hydraulikasta .....	18
2.8 Hydraulisen, mekaanisen ja sähköisen tehonsiirron vertailu .....	19
2.9 Hydraulikkajärjestelmät .....	20
3 NOSTOMAGNEETTIEN VETOTESTILAITE .....	22
3.1 Nostomagneettien testaus .....	22
3.2 Toteutustavan pohdinta.....	23
3.3 Laitteen runko .....	24
3.4 Laitteen hydraulikka .....	26
3.5 Laitteen käyttö.....	27
4 YHTEENVETO.....	30
LÄHTEET .....	31
LIITTEET .....	32

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. 2-haaraisen ketjuraksin rakenne. ....	11
Kuvio 2. Teräsvaijeriraksin rakenne. ....	12
Kuvio 3. Kestomagneetin rakenne. ....	14
Kuvio 4. Nostomagneetin ohjelaatta. ....	15
Kuvio 5. Kuva nostomagneetin pohjasta. ....	15
Kuvio 6. Magneettien välillä on vuorovaikutusta. Punainen on N-napa ja valkoinen S-napa. ....	16
Kuvio 7. Maapallon magneettikenttä. ....	17
Kuvio 8. Suljettu hydraulikkajärjestelmä. ....	20
Kuvio 9. Avoin hydraulikkajärjestelmä. ....	21
Kuvio 10. Nostomagneetti kytkettynä pohjalevyyn. ....	22
Kuvio 11. Vetotestilaitteen runko. ....	25
Kuvio 12. Kuvassa näkyy hitsaus- ja pulttiliitoksia. ....	26
Kuvio 13. Vetotestilaitteen sylinteri. ....	27
Kuvio 14. Nostomagneetti kiinnitettynä testilaitteeseen. ....	28
Kuvio 15. Hydrauliyksikön turvakytin. ....	29
Kuvio 16. Hydrauliyksikön painemittari, osoitinviisari on punainen. ....	29

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Työ aloitettiin Rautaruukin kunnossapitoesimiehen aloitteesta. Hän ehdotti, että kehitettäisiin laite, jolla voitaisiin testata yrityksen käytössä olevia nostomagneetteja. Hän antoi laitteelle kriteereiksi, että sen tulisi olla edullinen, yksinkertainen sekä turvallinen.

Ennen työhön ryhtymistä yrityksen nostomagneetit jouduttiin lähettämään ulkopuoliselle tarkastajalle tarkastettavaksi tai sitten tarkastaja tilattiin paikan päälle. Tästä aiheutui yritykselle ylimääräisiä kustannuksia yli tuhat euroa vuodessa. Lisäksi kun nostomagneetit lähetettiin testaukseen, ne olivat poissa tuotannon käytöstä pahimmillaan yli viikon.

Nostomagneetteja yrityksessä käytetään mm. levy- ja putkiosien käsittelyssä työpisteillä. Tehtaalla on käytössä kaksi kappaletta nostoteholtaan 2000 kg:n nostomagneetteja sekä 10 kpl nostoteholtaan 300 kg:n nostomagneetteja ja 10 kpl nostoteholtaan 600 kg:n nostomagneetteja.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa edullinen, yksinkertainen ja ennen kaikkea turvallinen laite nostomagneettien nostotehon todentamiseen. Laite tulee Rautaruukin Peräseinäjoen tehtaan käyttöön, jossa sen käytöstä vastaavat kunnossapitohenkilöt sekä nostoapuvälineitä tarkastavat henkilöt.

### 1.3 Rautaruukki Oyj

Rautaruukki on perustettu vuonna 1960, päätarkoituksenaan hyödyntää kotimaisia malmivaroja, sekä turvaamaan Suomen telakka- ja muun metalliteollisuuden raaka-ainehuolto. Rautaruukkia ovat olleet perustamassa Suomen valtion ohella mm. Outokumpu, Valmet, Wärtsilä, Rauma-Repola ja Fiskars. Raahessa alettiin ensimmäisenä länsimaalaisena terästehtaana valmistaa terästä uudella kustannustehokkaalla jatkuvavalumenetelmällä, joka korvasi perinteisen valannevalumenehtelmän. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Vuonna 1960 yhtiö työllisti vain kuusi ihmistä, mutta jo vuosikymmenen lopulla yhtiön palveluksessa oli yli 1700 henkilöä. Rautaruukki aloitti 1970-luvulla Hämeenlinnassa ohutlevytuotteiden kylmävalssauksen ja putkituotannon. Henkilöstöä 1970-luvun lopulla oli 7000 henkeä. (Rautaruukki Oyj 2012.)

1980-luvulla Rautaruukki lähti hakemaan kasvumahdollisuuksia Länsi-Euroopasta perustamalla myyntiyhtiöitä sekä tekemällä yritysostoja. Henkilöstön määrä oli 1980-luvun lopulla kasvanut lähes kymmeneentuhanteen henkilöön. (Rautaruukki Oyj 2012.)

1990-luvulla yhtiö lähti kehittämään omia merkkituotteita, sekä investoi voimakkaasti jalostusasteen nostamiseen. Itä-Euroopan markkinat aukesivat yhtiölle aluksi Baltiassa ja Puolassa, sekä myöhemmin myös Venäjällä, Ukrainassa, Tsekkissä ja Unkarissa. Henkilöstömäärä 1990-luvun lopulla oli yli 12000, joista Suomen ulkopuolella, Euroopan eri maissa lähes 5000. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Kaikki Rautaruukki-konsernin yhtiöt ottivat vuonna 2004 käyttöön markkinointinimen Ruukki. Yhtiö aloitti vahvan panostuksen rakentamiseen sekä konepajateollisuuden ratkaisuihin. Erikoisterästuotteista valikoitui teräsliiketoiminnan painopiste. Ruukki on kasvanut 2000-luvulla kansainväliseksi yhtiöksi, joka toimittaa asiakkailleen metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä sekä kokonaistoimituksia. Ruukki on ollut mukana toteuttamassa vaativia rakennus- ja konepajateollisuusprojekteja ympäri maailmaa. Henkilöstön määrä vuoden 2010 lopulla oli reilut 11000 henkeä, 27 eri maassa. Liikevaihto vuonna 2010 oli noin 2,4 miljardia euroa. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Ruukin konserni koostuu kolmesta eri yksiköstä, jotka ovat: Ruukki Construction, Ruukki Engineering ja Ruukki Metals (Rautaruukki Oyj 2012).

Ruukki Construction on keskittynyt rakentamisen ratkaisuihin ja tarjoaa asiakkailleen liike-, toimitila-, ja teollisuusrakentamista. Tuotteet voidaan tilata vaikka vain osatoimituksena tai sitten alusta alkaen suunniteltuna ja asennettuna. Ruukki Constructionin henkilöstömäärä on noin 3500. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Ruukki Engineering on keskittynyt konepajaliiketoimintaan, tuotteinaan asennusvalmiit järjestelmät sekä komponentit konepajateollisuudelle. Ruukki Engineeringin henkilöstömäärä on noin 1900. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Ruukki Metals on keskittynyt terästuotteiden valmistukseen sekä jakeluun. Ruukki Metals onkin yksi Pohjoismaiden ja Baltian johtavista terästuotteiden valmistajista ja jakelijoista. Ruukki Metalsin henkilöstömäärä on noin 5400. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Peräseinäjoen tehdas kuuluu Ruukin Construction-yksikköön. Peräseinäjoen tehtaalla valmistetaan teräsrunkorakenteita, kuten ristikoita, siteitä pilareita ja palkkeja. (Rautaruukki Oyj 2012.)

Tehtaalle tulevat materiaalit otetaan aluksi esikäsittelyyn, jossa tuotteet kuivataan ja teräsraepuhalluksella puhdistetaan epäpuhtauksista. Tämän jälkeen materiaalit kulkeutuvat sahoille, joissa materiaalit sahataan oikean mittaisiksi. Osa materiaaleista kulkee myös poran kautta, jossa mahdolliset reiät ja kierteytykset tehdään.

Tämän jälkeen tuotteet viedään varustelupisteille, jossa varsinainen kokoonpano tapahtuu. Valmiit tuotteet kulkevat vielä pintakäsittelylinjan läpi, jossa tuotteet maalataan ja tämän jälkeen pakataan kuljetusvalmiiksi.



## 2 NOSTOAPUVÄLINEET

### 2.1 Yleistä nostoapuvälineistä

Nostoapuväline on komponentti tai laite, joka ei ole kiinteänä osana nostolaitteessa. Nostoapuvälinettä käytetään taakan tai kuorman kytkemiseen nostolaitteeseen tai se voi olla kiinteä osa kuormaa. Nostoapuvälineitä ovat mm. nostoketjut, tarraimet, alipainetarttijat sekä nostomagneetit. (Työsuojeluhallinto 2009.)

Nostoapuvälineiden turvallista käyttöä sekä tarkastamista koskevat asetukset löytyvät valtioneuvoston asetuksesta 403/2008. Lisäksi nostoapuvälineitä koskevat säädökset perustuvat työturvallisuuslakiin. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008) edellyttää, että Euroopan talousalueella valmistettavissa tai koottavissa nostoapuvälineistä on laadittava vaatimustenmukaisuusvakuutus sekä kiinnitettävä niihin CE-merkintä. (Työsuojeluhallinto 2009.)

Valmistajan on annettava tilaajalle nostoapuvälineestä käyttöohjekirja, jonka avulla tilaaja voi turvallisesti käyttää, asentaa ja kunnossapitää hankkimaansa nostoapuvälinettä. Ohjekirjasta on löydyttävä vähintäänkin seuraavat tiedot ja ohjeet:

Annettavat tiedot ja ohjeet ovat

- lyhyt kuvaus
- nostokyky
- tarkoitettu käyttö
- kuorman ominaisuudet mukaan lukien suoritusarvot sekä kappalemäärä, jota voidaan samanaikaisesti käsitellä
- käyttöalueen määrittäminen
- toiminta- ja käyttöohjeet
- apuvälineen sovittaminen, kiinnittäminen, säätäminen, kytkeminen ja irrottaminen nosturiin
- apuvälineen käsittely ja varastointi
- vakavuus (mikäli tarpeellista)
- lämpötila-alue, jolla apuvälinettä voidaan käyttää

- käytön rajoitukset erityisolosuhteissa (esim. suuri kosteus, räjähdysvaara, suolaisuus, happoisuus, emäksisyys)
- rajoitukset vaarallisten tavaroiden käsittelyssä (esim. sulat massat, radioaktiiviset aineet)
- mikäli tarpeellista, kieltä käsittelystä henkilöiden yläpuolella
- käyttäjien erityiskoulutus, mikäli tarpeellista. (Standardi SFS-EN 13155 2009.)

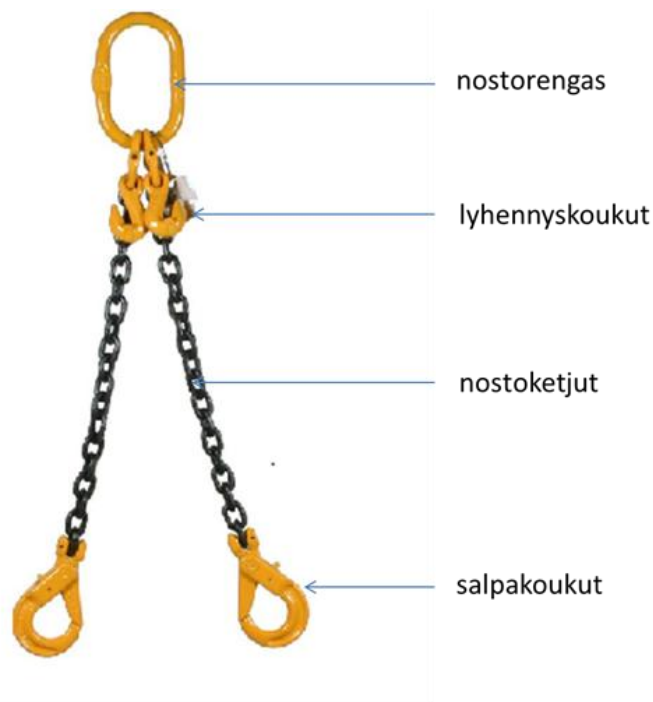
Lisäksi akku- ja verkkovirtakäyttöisten nostomagneettien ohjekirjasta täytyy löytyä seuraavat asiat

- suoritettavat toimenpiteet heti kun varoitukset ovat aktivoituneet
- kaapelien kunnan tarkistus
- ohjeet akkujen kunnossapidosta ja niiden latauksen ja kapasiteetin tilan tarkistuksesta
- pitoaika voimansyötön vikaantuessa, mikäli tarpeellista
- oletettu ympäristömelun enimmäistaso, jossa varoituslaitteet ovat vielä tehokkaita. (Standardi SFS-EN 13155 2009.)

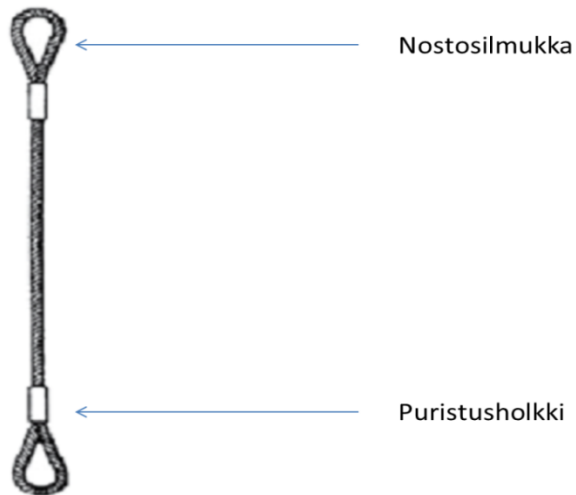
Riittäväillä tiedoilla ja ohjeilla pyritään nostoapuvälineiden käytöstä tekemään turvallista ja tehokasta. Yrityksillä on myös omia turvallisuuskoulutuksia, joissa käsitellään sekä opetetaan nostoapuvälineiden käyttöä. Koulutuksissa käydään läpi yrityksessä käytössä olevia nostoapuvälineitä sekä sitä, missä tilanteessa mitään nostoapuvälinettä tulee käyttää.

## 2.2 Nostoapuvälineiden rakenne

Nostoapuvälineet voivat koostua monista eri komponenteista, kuten kuviossa 1. Jokainen nostoapuvälineen komponentti tulee olla kunnossa ennen kuin nostoapuvälinettä voidaan käyttää. Kuten vanhassa sanonnassa sanotaan, ”ketju on niin vahva kuin sen heikoin lenkki”. Tämä sanonta pätee hyvin nostoapuvälineidenkin kohdalla. Kaikessa yksinkertaisuudessaan nostoapuväline voi olla pelkkä teräsvaijeri (kuvio 2), jossa on nostosilmukat molemmissa päissä. Tällöinkin nostoapuvälineestä täytyy löytyä merkintä, esim. laatta tai rengas, josta löytyvät valmistajan yhteystiedot ja asiaa koskevan todistuksen numero. (Työsuoje-  
luoppaita ja -ohjeita 12 2009.)



Kuvio 1. 2-haaraisen ketjuraksin rakenne.  
(Työsuoje-  
luoppaita ja -ohjeita 12 2009.)



Kuvio 2. Teräsvaijeriraksin rakenne.  
(Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

### 2.3 Nostoapuvälineiden käyttö ja tarkastus

Nostoapuvälineet tulee tarkastaa vähintäänkin kerran vuodessa. Tarkastusväliä voidaan kuitenkin pidentää tai lyhentää, riippuen nostoapuvälineen käytön rasittavuudesta. Valtioneuvoston asetuksessa 402/2008 eli niin sanotussa käyttöasetuksessa on säädetty asetukset työvälineiden kuten nostoapuvälineiden turvallisesta käytöstä. Käyttöasetuksen luvussa 3 on annettu yleiset määräykset nostamiseen käytettävien työvälineiden valinnasta ja turvallisesta käytöstä. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

Käyttöasetuksen 5§ sisältää määräykset nostoapuvälineiden toimintakunnon varmistamiseksi tehtävistä toimenpiteistä. Käyttöasetuksessa edellytetään, että työvälineet, joihin luetaan myös kaikki nostoapuvälineet, sakkelit, yms. nostoissa käytettävät laitteet, täytyy pitää säännöllisellä kunnossapidolla turvallisina koko niiden käyttöajan ajan. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

Asetuksessa edellytetään myös, että nostoapuvälineiden toimintakuntoa tarkkailaan jatkuvasti erilaisilla mittauksilla, testauksilla sekä muilla tarkoitukseen sopivilla

keinoilla. Pelkkä kertaluontoinen tarkastus kerran vuodessa tai jopa useammin ei pelkästään riitä takaamaan nostoapuvälineiden turvallisuutta. Tarkastuksen lisäksi täytyy olla menettelytavat, joilla vioittuneet tai epäkuntoiset nostoapuvälineet huomataan ajoissa ja poistetaan käytöstä. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

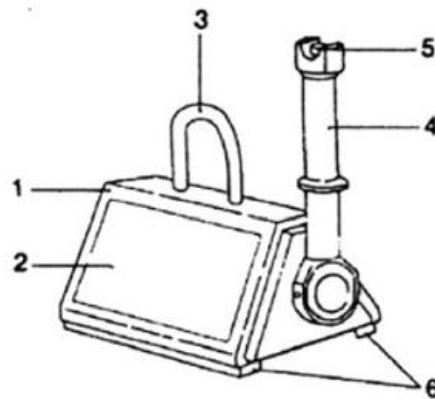
Menettelytavat voidaan toteuttaa esim. opastamalla käyttäjiä nostoapuvälineiden hylkäys- ja merkintäperusteisiin. Käyttäjällä on kuitenkin myös vastuu vähintäänkin silmämääräisesti tarkastaa aina ennen noston alkua, että käyttämänsä nostoapuväline on kunnossa ja se soveltuu kyseessä olevaan nostoon. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

Nostoapuvälinettä ei tule käyttää, jos siinä on muodonmuutoksia kuten esimerkiksi kulumia, repeämiä, venymiä tai se on altistunut kemikaalille tai korkealle lämpötilalle, jos käyttäjä on itse epävarma nostoapuvälineen kunnosta, tulee tällöin ottaa yhteyttä nostoapuvälineitä tarkastavaan henkilöön ja hän tekee päätöksen voiko nostoapuvälinettä enää jatkossa käyttää vai pitääkö se poistaa käytöstä. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

## **2.4 Nostomagneetit**

Nostomagneettien nostokyky perustuu magneetin ja nostettavan kappaleen välille muodostuvaan magneettikenttään. Nostomagneetteja on saatavilla kahta eri perustyyppiä, jotka ovat kestromagneetit sekä sähkötoimiset nostomagneetit. Väli-  
muotona on sähköisesti kytkeytyvä kestromagneetti. Sähkötoimisia nostomagneetteja on verkkovirralla ja vara-akustolla toimivia tai sitten pelkillä akuilla toimivia. Kestomagneettien etuna on yksinkertainen rakenne sekä vähäinen huollon tarve. Kuviossa 3 on esitetty kestromagneetin rakenne. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

1. Magneetti
2. Ohjelaatta + tyyppikilpi
3. Nostosilmukka
4. Kääntövarsi
5. Vaihtonuppi
6. Napakengät



Kuvio 3. Kestomagneetin rakenne.  
(Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

Nostomagneetin ohjelaatasta tai tyyppikilvestä (kuvio 4) ilmenee kuinka suurta taakkaa nostimella voidaan nostaa. Nostokyky on suurempi levyosalla kuin putkiosalla, koska tartuntapinta putkiosalla on pienempi. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

Nostomagneetit eivät sovellu pitkien tai taipuvien kappaleiden nostoon, koska taipuva kappale aiheuttaa ilmarakoa nostomagneetin ja kappaleen väliin. Syntyvä ilmarako pienentää huomattavasti nostomagneetin nostokykyä. Myöskään ohuet kappaleet eivät sovellu nostettavaksi nostomagneetilla, koska ohuen kappaleen ja nostomagneetin välille ei välttämättä synny tarpeellista magneettikenttää. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)

Nostomagneeteilla nostettaessa on tärkeää muistaa puhdistaa nostomagneetin pohja (kuvio 5) sekä nostettavan kappaleen kiinnityskohta. Epäpuhtaudet, kuten valssihilse, rasva tai hiontapöly, saattavat heikentää nostomagneetin pitokykyä ja näin ollen kappale saattaa irrota kesken nostamisen ja aiheuttaa vaaratilanteen. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12 2009.)



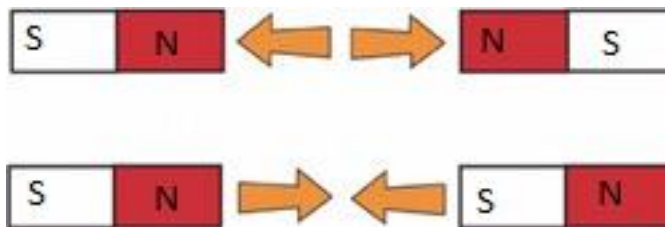
Kuvio 4. Nostomagneetin ohjelaatta.



Kuvio 5. Kuva nostomagneetin pohjasta.

## 2.5 Magneetikenttä

Magneettisia kivimateriaaleja löytyy luonnosta. Nämä kivimateriaalit vetävät rautakappaleita puoleensa. Magneetti koostuu kahdesta erinimisestä navasta, N-navasta ja S-navasta. Napojen nimitykset tulevat englanninkielisistä ilmansuunnista North ja South, eli suomeksi Pohjoinen ja Etelä. Magneettien erinimiset navat vetävät toisiaan puoleensa ja samannimiset hylkivät toisiaan (kuvio 6). Magneettien ominaisuuksia käyttävät hyödyksi muun muassa suunnistajat käyttäessään kompassia, koska maapallo on suuri magneetti. (Peltonen, Perkkiö & Vierinen 2004;9.)



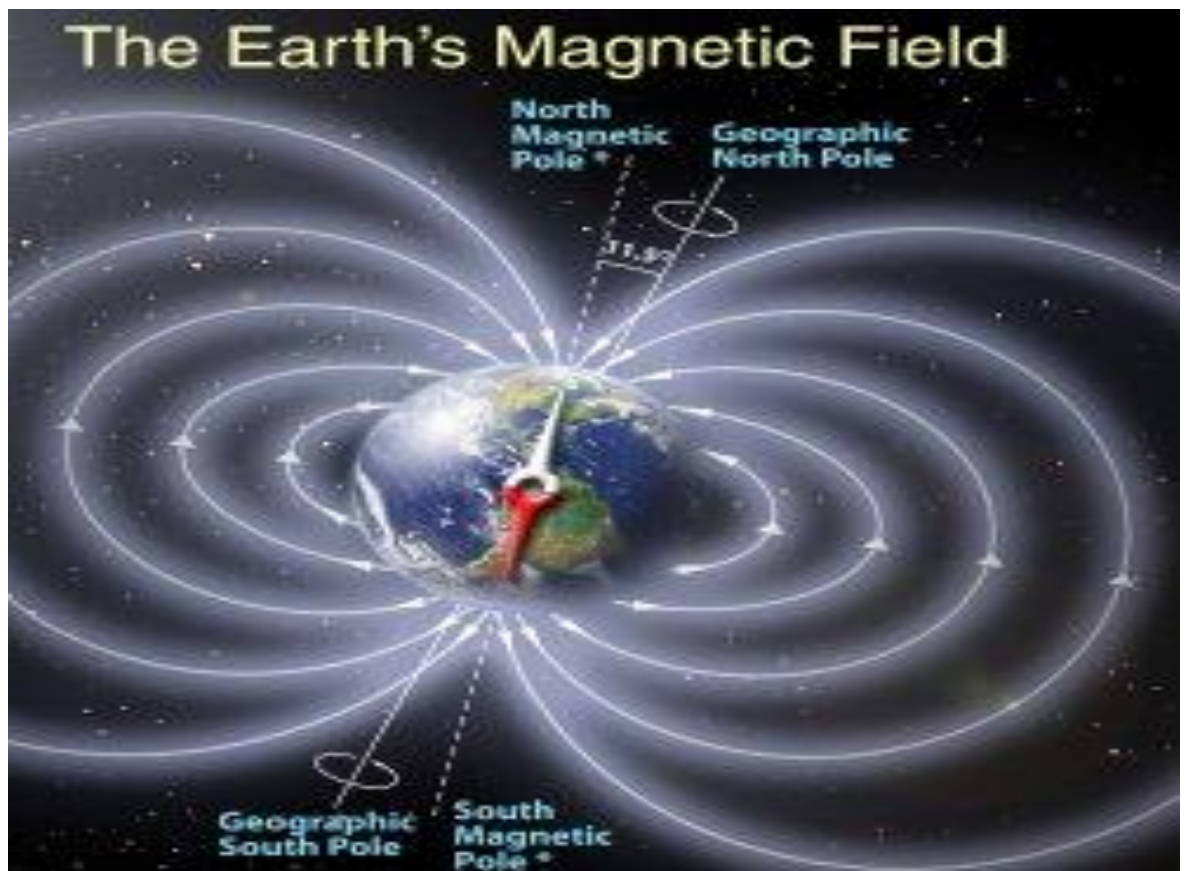
Kuvio 6. Magneettien välillä on vuorovaikutusta, punainen on N-napa ja valkoinen S-napa.  
(Opetushallitus 2010.)

Maapallon ytimen eri osien välillä vallitsevat sähkövirrat saavat aikaan maapallon magneetikentän. Magneetikenttä syntyy sähköisen induktion aiheuttamista sähköirroista. Maapallon magneetikentän S-napa sijaitsee Pohjois-Kanadassa ja N-napa sijaitsee Etelämantereella. Maan magneetikentän navat eivät siis ole yhtenäiset maantieteellisten pohjois- ja etelänapojen kanssa. (Lehto & Luoma; 2000; 138.)

Maapallon magneetikenttä ulottuu avaruuteen saakka (kuvio 7). Ionosfäärin yläpuolella sijaitsevaa aluetta nimitetään magnetosfääriksi. Magneetikenttä suojaa maapalloa kosmiselta hiukkassäteilyltä ja auringon säteilemiltä hiukkasilta. Hiukkaskasmyrskyt aiheuttavat muutoksia maan magneetikentässä ja nämä muutokset



voivat indusoida sähkövirtoja esimerkiksi suurjännitelinjoihin. Magneettiset myrskyt voivat aiheuttaa häiriötä tietoliikenneyhteyksissä. (Lehto & Luoma; 2000;138.)



Kuvio 7. Maapallon magneettikenttä.  
(Tähdet ja avaruus-lehti 2011)

## 2.6 Kestomagneetti

Kestomagneetteja valmistetaan sähköisesti ns. ferromagneettisista aineista. Vaikka kestopagneetti katkaistaisiin kahteen osaan niin N- ja S-napoja ei saada erilleen, vaan syntyy kaksi uutta, täydellistä magneettia, joilla molemmilla on N- ja S-navat. Kestomagneettien magneettisuuden poistamiseen on omat menetelmänsä. (Lehto & Luoma; 2000;138.)

Menetelmät magneettisuuden poistamiseen ovat seuraavanlaiset

- Hakkaamalla magneettia voimakkaasti
- Asteittain pienenevällä vaihtovirralla

- Kuumentamalla magneetti riittävän korkeaan lämpötilaan. Lämpötilaa, jossa magneettisuus häviää, kutsutaan Curien lämpötilaksi. Esimerkiksi raudan Curien lämpötila on 770 °C. (Lehto & Luoma; 2000;138.)

## 2.7 Yleistä hydraulikasta

Hydraulijärjestelmät ovat tehonsiirtoketjuja, joissa teho tuotetaan mekaanisesti ja muunnetaan tämän jälkeen hydrauliseksi tehoksi eli teho siirretään nesteeseen paineeksi ja tilavuusvirraksi. Nesteeseen sidottu teho pystytään siirtämään letkuja ja putkistoja pitkin haluttuun kohteeseen ja muuttamaan siellä takaisin mekaaniseksi tehoksi. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

Suunnittelun vapaus sekä komponenttien hyvät teho-painosuhteet ovat hydraulisten järjestelmien etuja muihin tehonsiirtotapoihin verrattuna. Hydraulijärjestelmissä teho siirretään putkia ja letkuja pitkin. Tästä syystä suunnitellessaan hydraulisia järjestelmiä, suunnittelija ei ole sidoksissa tiettyyn tehonsiirtorataan, vaan tehon siirrossa voidaan käyttää sopivinta reittiä tuottokohdan ja käyttökohteen välillä. Hydraulikomponenttien pieni koko taas tekee laitteistoista pieniä sekä kevyitä. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

Koska elektroniikka ja ohjausjärjestelmät ovat kehittyneet, on hydrauliiikan käyttö teollisuudessa sekä liikkuvassa kalustossa lisääntynyt. Yhdistämällä elektroniikka sekä modernit ohjausjärjestelmät hydraulikkajärjestelmiin, voidaan nykyään toteuttaa pitkälle automatisoituja, suuritehoisia ja tarkkoja järjestelmiä. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

Sähköisten ohjausten kehittyessä voidaan perinteisiä hydraulisia ohjauksia korvata sähköisillä. Tästä johtuen ohjausjärjestelmät monimutkaistuvat, joten suunnittelussa ei tulla toimeen enää pelkällä hydrauliiikan osaamisella vaan täytyy hallita myös elektroniikka sekä erilaisia ohjaustekniikoita. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

Nykyisin voidaankin sanoa hydraulijärjestelmien koostuvan kahdesta eri osaluueesta, tehonsiirron perusjärjestelmästä sekä siihen liittyvästä ohjausjärjestelmästä. Yksinkertaisimmillaan ohjausjärjestelmä voi olla manuaalinen ja kehit-

tyneimmillään mikroprosessoriohjattu, jolloin yleensä kysymys on järjestelmän säädöstä. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

Hydrauliikalla on useita käyttökohteita teollisuudessa. Hydrauliikkaa käytetään muun muassa työstökoneissa, prässeissä ja paperikoneissa. Liikkuvassa kalustossa hydrauliikkaa hyödynnetään muun muassa maatalous- ja maansiirtokoneissa, junissa, lentokoneissa ja laivoissa. Koska erilaisia käyttökohteita on useita, asettavat ne järjestelmille omat erikoisvaatimuksensa. Paine ja tilavuusvirta vaihtelevat huomattavasti käyttökohteesta riippuen. Käyttöolosuhteet taas määrittelevät käytettävät komponentit, väliaineet ja materiaalit. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

## **2.8 Hydraulisen, mekaanisen ja sähköisen tehonsiirron vertailu**

Hydrauliset tehonsiirtojärjestelmät ovat monissa sovelluksissa kilpailukykyisiä muihin tehonsiirtojärjestelmiin verrattuna niiden ominaisuuksien vuoksi. Hydrauliijärjestelmillä on mahdollista toteuttaa suoraviivainen sekä pyörivä liike. Säädettävyyttä on myös hydraulisten tehonsiirtojärjestelmien parhaita puolia. Liikenopeutta, voimaa ja momenttia on helppo säätää. Ylikuormituksen esto voidaan toteuttaa yksinkertaisilla keinoilla. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 12.)

Tietyissä rajoissa hydraulisten tehonsiirtojärjestelmien painetta voidaan kasvattaa ilman, että komponenttien koko vastaavasti kasvaisi. Tästä johtuen hydrauliijärjestelmien komponenttien teho-painosuhteet ovat hyviä. Jossain vaiheessa paineen kasvaessa joudutaan toki komponenttien seinämävahvuuksia sekä komponenttien kokoa kasvattamaan, joten painetason kohottamisellakin on rajansa. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 12.)

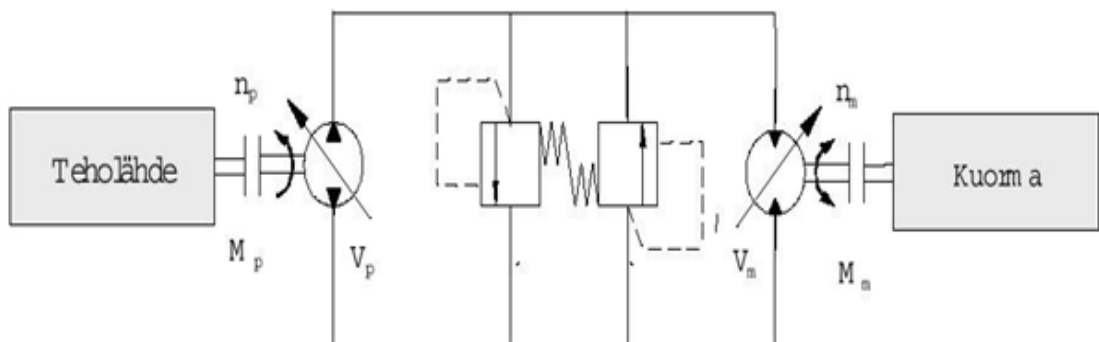
Tehonsiirrossa käytetyn väliaineen huonot ominaisuudet sekä vain kohtalainen hyötysuhde ovat hydraulisten tehonsiirtojärjestelmien heikkoja puolia. Nesteet, jotka toimivat väliaineina, ovat lämpötilariippuvaisia, lievästi kokoonpuristuvia, liikaavia sekä monesti myös palavia. Jotta järjestelmät toimisivat luotettavasti, täytyy väliaineena toimivan nesteen olla puhdasta ja ominaisuuksiltaan muuttumatonta. Tästä johtuen joudutaan käyttämään suodattimia ja monissa järjestelmissä myös

vaihtamaan väliaine tietyin väliajoin. Lisäksi kohtuuttoman pitkät siirtomatkat saattavat aiheuttaa liiallisia siirtohäviöitä. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 12.)

## 2.9 Hydraulikkajärjestelmät

On kaksi tapaa toteuttaa hydraulinen tehonsiirto, joko hydrostaattinen tai hydrodynaaminen. Hydrodynaamisessa tehonsiirrossa energia sidotaan nesteen liikeenergiaksi, hydrostaattisessa taas energia sidotaan paine- eli potentiaalienergiaksi. Yleisemmin käytössä olevat hydraulijärjestelmät ovat hydrostaattisia. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)

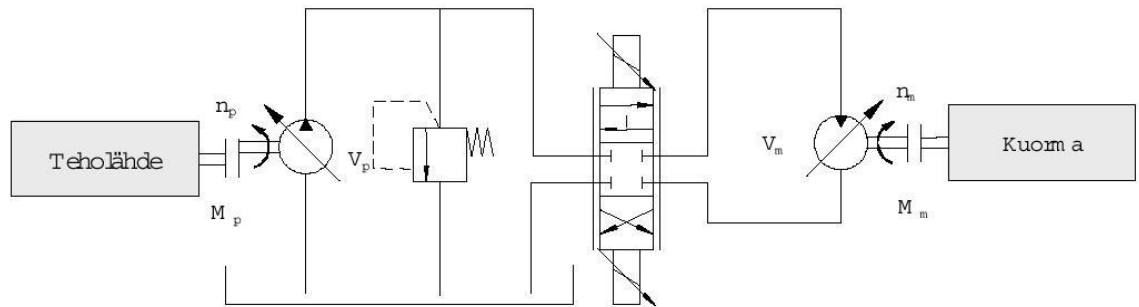
Hydrostaattisia järjestelmiä on kahta eri päätyyppiä, avoimia järjestelmiä sekä suljettuja järjestelmiä. Suljettuja hydraulijärjestelmiä (kuvio 8) käytetään tyypillisesti moottorikäyttöjen yhteydessä. Suljetuissa järjestelmissä ei käytetä suuria nestevärsästöjä, vaan neste kiertää takaisin pumpun imupuolelle ja tätä kautta takaisin kiertoon. Suljetun järjestelmän pumpuna käytetään usein kaksisuuntaista säätötilavuuspumpua, jolloin pumpun pyörimissuunnalla voidaan määrätä toimilaitteen liikesuunta sekä toimilaitteen liikenopeus voidaan säätää pumpun kierrostilavuudella. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)



Kuvio 8. Suljettu hydraulikkajärjestelmä.  
(Metropolia 2009)

Avoimia järjestelmiä (kuvio 9) käytetään paljon teollisuushydrauliikan järjestelmissä. Avoimille järjestelmille tyypillinen piirre on suuri nestesäiliö, josta neste ime-

tään järjestelmään ja jonne se palaa toimilaitteilta. Järjestelmissä käytetään yksisuuntaisia pumppuja, joten toimilaitteiden liikesuuntia ohjataan pumpun sijasta venttiileillä. Avoimet järjestelmät ovat yleisiä sylinterikäytöissä. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1998, 11.)



Kuvio 9. Avoin hydraulikkajärjestelmä.  
(Metropolia 2009)

### 3 NOSTOMAGNEETTIEN VETOTESTILAITE

#### 3.1 Nostomagneettien testaus

Nostomagneetit tulee testata vähintään kerran vuodessa ja testauksesta tulee olla merkintä ko. nostomagneetin dokumenteissa. Ruukilla nostomagneetit testataan kaksi kertaa vuodessa, koska ne ovat runsaalla käytöllä.

Nostomagneettien testaustapaa käsitellään standardissa SFS-EN 13155. Standardista löytyy ohjeet kuinka nostomagneettien testaus tulee toteuttaa. Nostomagneetin nostoteho voidaan todentaa kahdella eri tavalla, joko vetokokeella tai magneettivuon mittauksella ja laskelmilla. Tässä opinnäytetyössä nostoteho tullaan todentamaan vetokokeella. (Standardi SFS-EN 13155 2009.)

Vetokokeessa nostomagneetti kytketään testikappaleeseen (kuvio 10). Tämän jälkeen tasaisella, kohtisuoralla vedolla nostetaan kunnes nostomagneetti irtoaa testikappaleesta. Irrotusvoima tulee olla akku- ja verkkovirtakäyttöisillä, sähkötoimisilla nostomagneeteilla kaksinkertainen ja kestromagneeteilla kolminkertainen ilmoitettuun nostokykyyn nähden (Standardi SFS-EN 13155 2009).



Kuvio 10. Nostomagneetti kytkettynä pohjalevyyn.

Nostomagneettien nostokyvyn testaus on vain osa nostomagneeteille tehtävää tarkastusta. Nostomagneettien hallintalaitteet sekä mahdolliset varajärjestelmät ja varoitusjärjestelmät on tarkastettava vuositarkastuksen yhteydessä. Näitä tarkastuksia ei tässä opinnäytetyössä käsitellä.

### **3.2 Toteutustavan pohdinta**

Itse laitteen kehittämissä aloitettiin siitä, kuinka laite voitaisiin toteuttaa hyväksikäytteen jo olemassa olevia koneita ja laitteita.

Ensimmäisenä vaihtoehtona tuli mieleen käyttää siltanosturia apuna testauksessa. Ajatuskin oli selvä, hankittaisiin tai valmistettaisiin painot jokaista erikokoista nostomagneettia varten, tässä tapauksessa painot olisivat olleet 900 kg, 1800 kg ja 4000 kg. Painon päälle koneistettaisiin kansilevy, joka hitsattaisiin painoon kiinni.

Tämän jälkeen nostomagneetti kiinnitettäisiin painoon ja kiinnityslenkistä siltanosturiin. Siltanosturin ja nostomagneetin väliin tulisi puntari. Siltanosturin nostokoukua ajettaisiin ylöspäin niin kauan kunnes puntari näyttäisi nostomagneetille asetetun pitovoiman tai paino irtoaisi nostomagneetista.

Tämä toteutustapa kuitenkin hylättiin jo alkuvaiheessa, koska testipaikan ympärille jouduttaisiin rakentamaan kohtuuttoman suuri suoja-aita, joka suojaisi testipaikan ympärillä olevia ihmisiä ja omaisuutta. Lisäksi ajatuksen hylkäämistä puolsi se, että siltanosturi saattaisi vaurioitua siinä vaiheessa kun paino irtoaa nosturista ja jännitys vaijerista katoaa. Tässä tilanteessa vaijeri saattaisi hypätä pois ohjainurasta.

Sähköistä testilaitetta myös harkittiin, mutta se jäi pois vaihtoehdoista jo kehittelyn alkuvaiheilla. Sähköisesti toimivan testilaitteen komponentit olisivat tulleet kohtuuttoman kalliiksi, kun olisi pitänyt hankkia vähintään iso sähkömoottori sekä taajuusmuuttaja moottorin ohjaukseen.

Ajatus hydraulisesta testilaitteesta tuli kunnossapitoasentajalta, joka ehdotti testilaitteen kokoonpanoksi vastaavanlaista rakennetta kuin on hydraulisessa prässissä.

Hydraulisesti toimiva testilaitte olisi helppo toteuttaa ja sen kustannukset eivät olisi kohtuuttomat. Lisäksi, jos hydrauliyksiköstä tekisi liikuteltavan, niin sitä voisi käyttää myös muihin tarkoituksiin. Testilaitetta käytetään kuitenkin vain muutamia päiviä vuodessa.

### **3.3 Laitteen runko**

Laitteen rungon (kuvio 11) suunnittelu aloitettiin selvittämällä suurimman nostomagneetin nostokyky sekä ulkoiset mitat. Tämän perusteella tilattiin sopivan kokoinen, koneistettu pohjalevy laitteen perustaksi. Pohjalevyn täytyi olla valmistettu niukkahiilisestä teräksestä, kuten S235:stä ja sen pinnan suoruusvaihtelun täytyi olla pienempi kuin 0,1mm/500mm. Jos pohjalevyn pinta olisi epätasainen, niin siitä aiheutuisi ilmarakoa pohjalevyn ja magneetin väliin. Ilmarako taas aiheuttaisi magneetin nostokyvyn heikkenemisen, joka sitä kautta antaisi virheellisen lopputuloksen testauksessa.

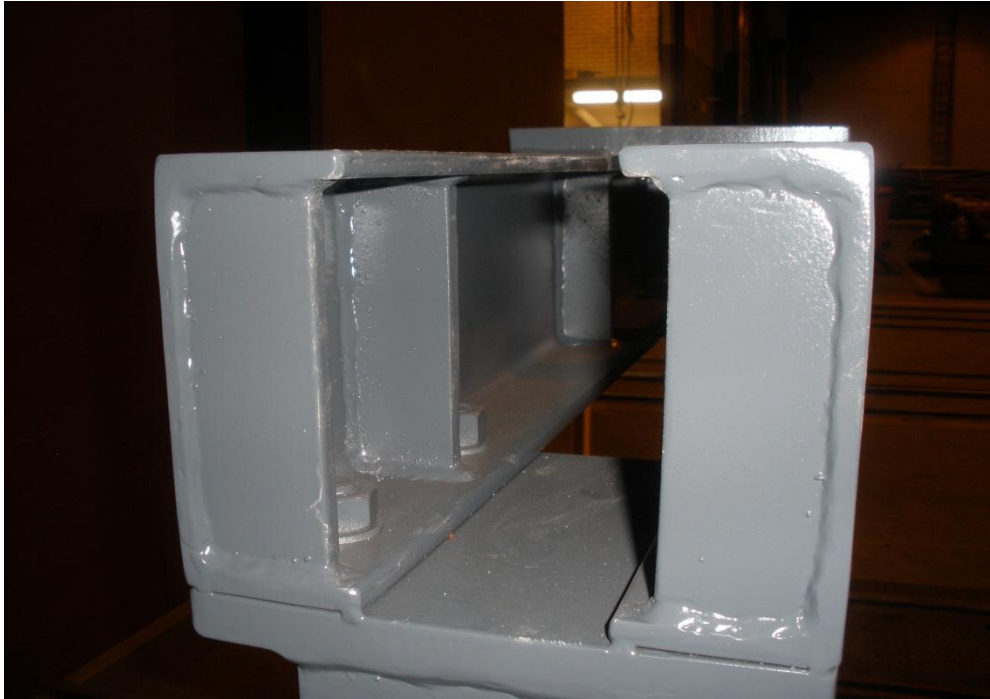




Kuvio 11. Vetotestilaitteen runko.

Opinnäytetyötä aloitettaessa yrityksessä suurimmat käytössä olevat nostomagneetit olivat nostoteholtaan 2000 kg. Nämä nostomagneetit olivat sähkötoimisia, joten niiden testikuorma tuli olla vähintäänkin kaksinkertainen eli 4000 kg. Tällöin rungon tulisi kestää vähintäänkin tuo 4000 kg, mieluummin vähän enemmän.

Levyosia lukuun ottamatta muut rungon osat löydettiin yrityksen ”jätepala”-lavasta, jonne laitetaan sahauksen yhteydessä syntyneet, kierrätykseen menevät kappaleet. Laitteen pystyrungoksi valikoitui 2 kpl HEA140-teräspalkkia ja vaakarungoksi 2 kpl UNP160-teräspalkkia. Laitteen runko kasattiin osittain hitsaamalla ja osittain pulttiliitoksilla (kuvio 12).



Kuvio 12. Kuvassa näkyy hitsaus- ja pulttiliitoksia.

Runkoon kohdistuvia voimia ja jännityksiä on tarkasteltu liitteessä 1. Koska rungon materiaaleina käytettiin jo olemassa olevia materiaaleja, niin rungon osalta ei tehty tarkempia laskelmia vaan tarkasteltiin lähinnä jännityksiä laskemalla, että runko varmasti kestää siihen kohdistuvan kuorman.

### 3.4 Laitteen hydraulikka

Laitteen alustava hydraulikka suunniteltiin yhdessä kunnossapitoasentajan kanssa ja siitä piirrettiin luonnos paperille. Tämän jälkeen tarvittavat komponentit tilattiin Lakeuden Hydro Oy:stä. He piirsivät laitteen lopullisen kokoonpanon (liite 2), joka sitten kasattiin Rautaruukin kunnossapito-osastolla.

Koska suurimman nostomagneetin testauspaino tulisi olemaan 4000 kg, niin hydraulisylinlerin (kuvio 13) tulisi pystyä vetämään vähintään tuo 4000 kg:n kuorma. Koska valitulla hydraulikoneikolla pystyttiin tuottamaan 150 baarin paine, niin sylinteriä lähdettiin mitoittamaan tällä paineella, jolloin päädyttiin Miron 25-21-80-50-

300 sylinteriin, sylinterin tekniset ominaisuudet ovat liitteessä 3. Sylinterillä pystytään vetämään noin 4600 kg, laskentakaava on liitteessä 4.



Kuvio 13. Vetotestilaitteen sylinteri.

### 3.5 Laitteen käyttö

Nostomagneetin pohja sekä testilaitteen koneistettu pohjalevy puhdistetaan epäpuhtauksista. Mahdolliset epäpuhtaudet heikentävät nostomagneetin pitokykyä ja voivat siten aiheuttaa virheellisen tuloksen. Nostomagneetti asetetaan pohjalevylle ja lukitaan paikalleen. Tämän jälkeen nostomagneetti kiinnitetään sylinteriin nostokoukkuja ja sakkeleita käyttäen (kuvio 14).



Kuvio 14. Nostomagneetti kiinnitettynä testilaitteeseen.

Virta kytketään hydrauliyksikköön (kuvio 15), painemittarin osoitinviisari (kuvio 16) käännetään nolla-asentoon, jonka jälkeen suuntaventtiilin keinuvipua käännetään sylinterin nostosuuntaan niin kauan, että nostomagneetti irttaa pohjalevystä. Osoitinviisarista nähdään lukema, jossa nostomagneetti irtosi pohjalevystä. Lukemaa verrataan taulukossa (liite 5) annettuihin lukemiin. Toimenpide suoritetaan nostomagneetille aina kolme kertaa, jolloin pienennetään virheellisen tuloksen mahdollisuutta.





Kuvio 15. Hydrauliyksikön turvakytin.



Kuvio 16. Hydrauliyksikön painemittari, osoitinviisari on punainen.

## 4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena Rautaruukin Peräseinäjoen tehtaalle saatiin toimiva nostomagneettien testilaitte. Laitte on ollut käytössä nyt vajaan vuoden ja kokemukset laitteesta ovat olleet positiivisia. Ennen nostomagneetit jouduttiin lähettämään ulkopuoliselle yritykselle tarkastettavaksi ja ne olivat poissa tuotannon käytöstä pahimmillaan parikin viikkoa. Nyt yhden nostomagneetin testaukseen menee noin puoli tuntia, joten sen poissaoloa ei edes huomaa tuotannossa. Lisäksi laite maksaa itsensä takaisin noin kahdessa vuodessa ja irrotettavaa hydrauliyksikköä voidaan käyttää muissakin hydraulisissa vaativissa kokoonpanoissa, kuten hydraulipresseissä.

Jotain parannettavaa myös jäi. Irrotusvoiman tarkka havaitseminen on vaikeaa nykyisellä mittausmenetelmällä. Laitteeseen voitaisiin lisätä voima-anturi, joka yhdistettäisiin tietokoneeseen ja tämän avulla saataisiin tarkempia mittaustuloksia.

## LÄHTEET

- Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 1998. Hydrauliiikan perusteet. 2. p. Porvoo: WSOY.
- Lehto, H. & Luoma, T. 2000. Fysiikka 4. 4.-5. uud. p. Helsinki: Tammi.
- Metropolia. 2009. [www-dokumentti]. Metropolia. [Viitattu 19.3.2012] Saatavissa: <http://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=12160528>
- Opetushallitus. 2010. Helsinki. [www-dokumentti]. Opetushallitus. [Viitattu 19.3.2012] Saatavissa: <http://www2.edu.fi/astel/sisalto/sahko/magneettisia.php?sis=ti1&cat=sahko>
- Peltonen, H., Perkkiö, J. & Vierinen, K. 2004. Insinöörin AMK fysiikka osa II. 6.p. Saarijärvi: Lahden Teho-opetus Oy.
- Rautaruukki Oyj. 2010. Helsinki. [www-dokumentti]. Rautaruukki Oyj. [Viitattu 19.3.2012] Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/>.
- SFS-EN 13155. 2008. Nosturit. Turvallisuus. Irrotettavat nostoapuvälineet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12. 2009. Nostoapuvälineet, turvallisuus. Tampere: Työsuojeluhallinto.
- Tähdet ja avaruus. 2011. [Verkkojulkaisu] Tähdet ja avaruus-lehti. [Viitattu 20.3.2012] Saatavissa: <http://www.avaruus.fi/uutiset/maa-ja-lahiavaruus/maan-magneettikentan-napojen-vaihtuminen-ei-olisi-katastrofi.html>

## LIITTEET

LIITE 1. Tarkastellaan vetotestilaitteen runkoon kohdistuvia jännityksiä.

LIITE 2. Hydraulikkakaavio ja komponenttiluettelo.

LIITE 3. Hydraulisyylinterin teknisiä tietoja.

LIITE 4. Sylinterin mitoitus.

LIITE 5. Muunnosohje painemittarin näyttämästä kilogrammoiksi.

LIITE 6. Nostomagneettien vetotestilaitteen käyttöohje.



**LIITE 1.** Tarkastellaan vetotestilaitteen runkoon kohdistuvia jännityksiä.

Tarkastellaan yläpalkkeihin ja alapalkkiin eli pohjalevyyn (PL50) syntyviä jännityksiä.

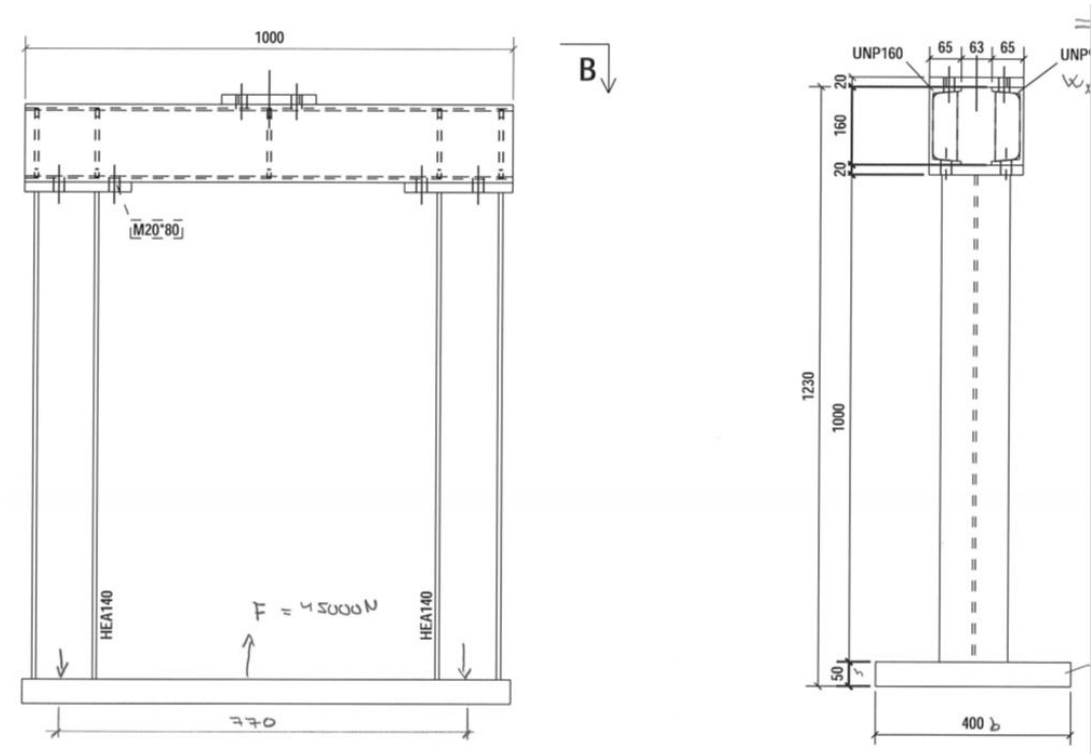
Lasketaan alapalkin taivutusvastus  $W$ .

$$W_{\text{alapalkki}} = (b \cdot h^2) / 6, \text{ jossa}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Eli } W_{\text{alapalkki}} = (400\text{mm} \cdot 50\text{mm}^2) / 6 = 166667 \text{ mm}^3 \sim 166 \text{ cm}^3$$



Koska UNP160 palkin taivutusvastus  $W = 116 \text{ cm}^3$ , tämä nähdään taulukosta. Koska palkkeja on kaksi niin taivutusvastus Wyläpalkki =  $232 \text{ cm}^3$ . Tästä voidaan päätellä, että alapalkin mitoitus on määräävä.

Lasketaan taivutusmomentti  $M_{\max} = (F * L) / 4$ , jossa

$$F = 45000 \text{ N}$$

$$L = 770 \text{ mm}$$

$$\text{Eli } M_{\max} = (45000 \text{ N} * 770 \text{ mm}) / 4 = 8662500 \text{ Nmm} \sim 8662,5 \text{ kNmm}$$

Lasketaan alapalkin jännitys  $\sigma = M / W$ , jossa

$$M = 8662,5 \text{ kNmm}$$

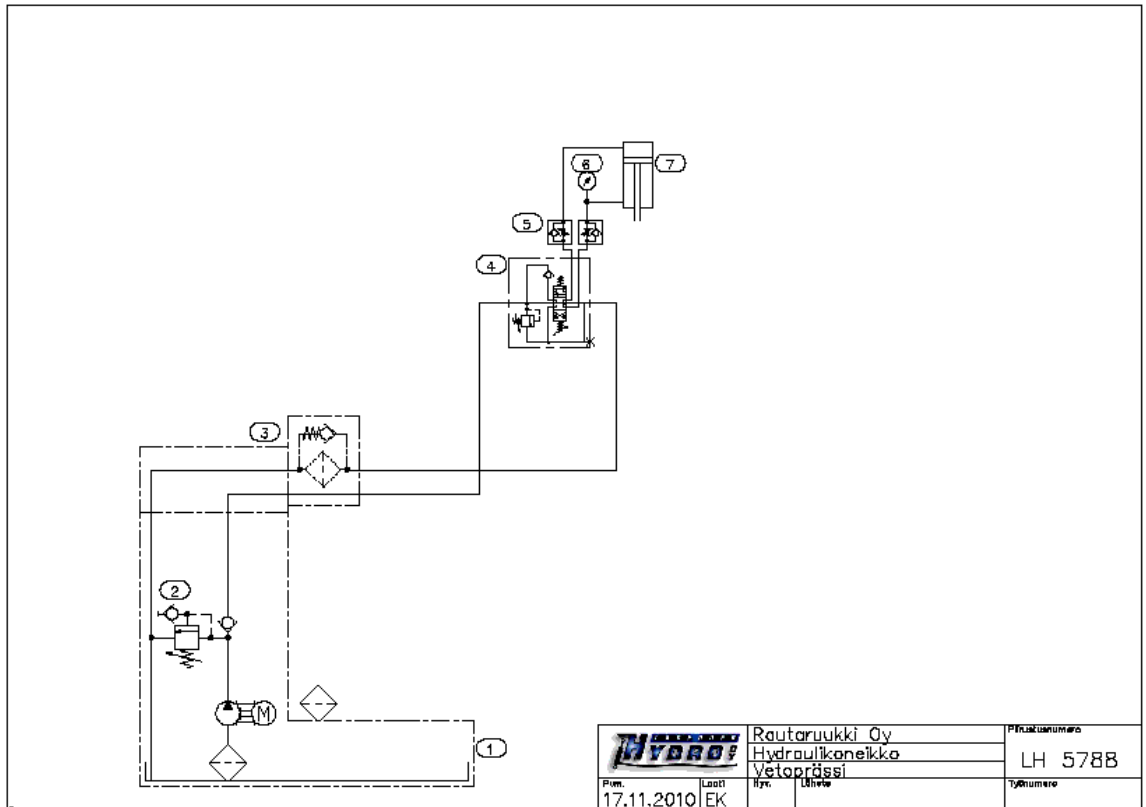
$$W_{\text{alapalkki}} = 166000 \text{ mm}^3$$

$$\text{Eli jännitys } \sigma = 8662,5 \text{ kNmm} / 166000 \text{ mm}^3 = 52,18 \text{ N/mm}^2$$

Lasketaan sallittu jännitys teräksen myötörajan nähden, käytetty teräs on S355 eli tässä tapauksessa sallittu jännitys on teräksen myötölujuus  $\sigma = 355 \text{ N/mm}^2 / 2 = 177,5 \text{ N/mm}^2$

Koska alapalkin jännitys on  $52,18 \text{ N/mm}^2$  ja sallittu jännitys teräksen myötörajan nähden on  $177,5 \text{ N/mm}^2$ , voidaan todeta laitteen rungon kestävän siihen kohdistuvat jännitykset.

## LIITE 2. Hydraulikkakaavio ja komponenttiluettelo.



1. Keskusyksikkö
2. Paineenmittausnippa
3. Paluusuodatin
4. Suuntaventtiili
5. Vastusvastaventtiili
6. Painemittari
7. Hydraulisyylinteri

## LIITE 3. Hydraulisylinterin teknisiä tietoja.

MIRO	HYDRAULISYLINTERIT HYDRAULCYLINDRAR	PIKAPAJA OY 86800 PYHÄSALMI TEL. +358-8-7691100 FAX +358-8-782127
------	--	--

25-20/2 I

\*ILMAN RASVANIPPAA. UTAN SMÖRJNIPPLAR

Ø	A	B	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F	G	H	I	J	K	L	M	O	R	S	U	Z	AA	BB	CC	DD	EE	FF	Ø
25*	37	18	12	14	16	-	M 12	-	M 12x1.25	20	-	16	10	48	35	R 1/4	17	25	102	35	12	19	29	12	19	70	22	3	80	75	9	25*
32	48	22	18	18	20	22	M 16x1.5	-	-	16	16	22	12	70	40	R 3/8	14	30	110	35	20	28	38	20	28	70	27	3	80	80	9	32
40	51	22	20	22	25	28	M 16x1.5	-	M 20x1.5	20	16	28	12	70	50	R 3/8	20	33	138	38	25	31	41	25	31	90	15	2	70	90	11	40
50	61	27	25	28	30	36	M 22x1.5	-	-	22	22	-	17	75	60	R 1/2	22	36	140	60	30	37	51	28	37	110	17	2	85	110	13	50
60	61	27	30	32	36	40	M 22x1.5	-	-	23	23	-	16	90	70	R 1/2	22	36	151	65	30	37	50	28	37	120	17	3	90	120	17	60
63	70	28	32	36	40	45	M 28x1.5	-	-	29	29	-	17	90	73	R 1/2	22	36	150	67	35	47	59	30	47	130	17	3	100	130	17	63
70	76	29	36	40	45	50	M 35x1.5	-	M 33x2	35	35	45	17	100	80	R 1/2	23	39	152	70	40	52	64	32	52	140	19	4	110	140	17	70
80	81	30	40	45	50	56	M 36x2	-	-	40	-	-	17	115	90	R 1/2	22	38	166	75	45	55	68	40	55	150	20	5	120	160	21	80
90	88	30	45	56	60	63	M 42x3	M 45x1.5	M 42x2	45	45	55	17	125	100	R 1/2	23	40	168	81	50	60	75	45	60	170	22	5	130	180	21	90
100	101	30	50	60	63	70	M 42x3	M 58x1.5	-	45	58	-	17	132	115	R 3/4	28	48	178	91	60	73	88	50	73	180	24	5	145	190	21	100
110	100	30	56	63	70	80	M 42x3	M 58x1.5	-	45	58	-	17	150	125	R 3/4	28	48	183	100	60	73	87	50	73	190	24	5	150	200	25	110
125	114	32	60	70	80	90	M 56x3	M 65x1.5	M 56x2	55	65	75	17	170	140	R 1	36	55	208	107	70	84	90	60	84	210	28	5	180	230	25	125
140	134	40	80	90	100	-	M 64x3	M 80x2	-	64	80	85	20	190	160	R 1	36	70	235	117	80	94	114	65	84	240	30	5	200	250	31	140
160	160	40	90	100	110	-	M 72x3	M 100x2	-	70	100	90	20	222	180	R 1 1/4	40	75	260	135	90	100	140	70	120	260	33	5	220	280	31	160

KIERTEELLISET LAAKERIPESÄT SEURAAVALLA SIVULLA.  
LÄNKLAGERHUS MED GÄNGOR PÅ NÄSTA SIDAN.() = LISÄVARUSTE, TARVITTAESSA.  
( ) = EXTRA TILLBEHÖR.

TILAUSESIMERKKI	BESTÄLLNINSEXEMPEL	25 - 20 - 100 / 60 x 1000 - A - SS - 11 - (2 - 6)
PAINELUOKKA	TRYCKKLASS	
KIINNITYSTYYPPI	TYP AV FASTSÄTTNING	
SYLINDERIN SISÄHALKAISUJA Ø	CYLINDERS INDIMENSION Ø	
VARREN HALKAISUJA Ø C	AXELDIMENSION Ø C	
ISKUN PITUUS	SLAGLÄNGD	
ETUPÄÄN LETKULIITÄNNÄN PAIKKA	PLATS FÖR FRÄMRE SLANGKOPPLING	
TAKAPÄÄN LETKULIITÄNNÄN PAIKKA	PLATS FÖR BAKRE SLANGKOPPLING	
ETUPÄÄN RASVANIPAN PAIKKA	PLATS FÖR FRÄMRE SMÖRJNIPPEL	
ETUPÄÄN ILMAUSRUIVIN PAIKKA	PLATS FÖR FRÄMRE AVLUEFTNINGSSKRUV	
TAKAPÄÄN ILMAUSRUIVIN PAIKKA	PLATS FÖR BAKRE AVLUEFTNINGSSKRUV	

Työssä käytetyn sylinterin tyyppi oli: Miro 25-21-80-50-300

**LIITE 4.** Sylinterin mitoitus.

Sylinterin työntövoiman laskukaava:  $F = 10 * p * A$

$F$  = voima, N

$p$  = paine, bar

$A$  = männän pinta-ala,  $\text{cm}^2$

Sylinterin vetovoiman laskukaava:  $F = 10 * p * (A_{\text{mäntä}} - A_{\text{sylinterin varsi}})$

Sylinterin männän halkaisija = 80 mm

Sylinterin varren halkaisija = 50 mm

Hydrauliikkayksikön painetuotto = 150 bar

$$A = (\pi * D^2) : 4$$

$$A_{\text{mäntä}} = (\pi * 8^2 \text{ cm}) : 4 = 50,27 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{sylinterin varsi}} = (\pi * 5^2 \text{ cm}) : 4 = 19,63 \text{ cm}^2$$

Josta saadaan laskukaava

$$F = 10 * 150 \text{ bar} * (50,27 \text{ cm}^2 - 19,63 \text{ cm}^2) = 45960 \text{ N} = 4596 \text{ kg}$$

**LIITE 5.** Muunnosohje painemittarin näyttämästä kilogrammoiksi.

Nostoteholtaan 300 kg:n nostomagneetin täytyy pysyä pohjalevyssä kiinni painemittarin näyttäessä 30 bar.

Laskukaava  $p = F / (10 * A)$ ,

koska 300 kg:n nostomagneetin testaus paino on 900 kg = 9000 N.

eli  $p = 9000 \text{ N} / (10 * 30,64 \text{ cm}^2) = 29,37 \text{ bar} \sim 30 \text{ bar}$

Nostoteholtaan 600 kg:n nostomagneetin täytyy pysyä pohjalevyssä kiinni painemittarin näyttäessä 60 bar

koska 600 kg:n nostomagneetin testaus paino on 1800 kg = 18000 N.

$p = 18000 \text{ N} / (10 * 30,64 \text{ cm}^2) = 58,74 \text{ bar} \sim 60 \text{ bar}$

Nostoteholtaan 2000 kg:n nostomagneetin täytyy pysyä pohjalevyssä kiinni painemittarin näyttäessä 130 bar.

koska 2000 kg:n nostomagneetin testaus paino on 4000 kg = 40000 N.

$p = 40000 \text{ N} / (10 * 30,64 \text{ cm}^2) = 130,5 \text{ bar} \sim 130 \text{ bar}$

**LIITE 6.** Nostomagneettien vetotestilaitteen käyttöohje.







