

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikan yksikkö, Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kunnossapito

Teemu Huoso

LPP-letkupumppujen puristuksen optimointi

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Teemu Huoso

LPP-letkupumppujen puristuksen optimointi, 21 sivua, 7 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikan yksikkö, Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikka

Kunnossapito

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Heikki Liljenbäck, Saimaan ammattikorkeakoulu

Letkupumppujen tuotepäällikkö Markus Rossi, Flowrox Oy

Tämän opinnäytetyön aiheena oli määrittää eri kokoluokan LPP-letkupumpuille tarvittava letkunpuristus. Tutkimustyö suoritettiin Flowrox Oy:n toimeksiannosta.

Työn taustana oli yrityksen tarve saada tietoa letkuun tarvittavasta puristuksesta tietyillä vastapaineilla, jotta saavutetaan tarvittava tuotto. Tutkimus tehtiin Flowrox Oy:n Lappeenrannan toimipisteessä sijaitsevassa laboratorioissa. Kaikki tutkittavat pumput sijaitsivat laboratorioissa ja olivat liitettynä putkilinjastoon, jonka avulla pumppuja pystyttiin koekäyttämään.

Mittausten suunnittelussa kartoitettiin, kuinka suurilla vastapaine- sekä tuottoarvoilla puristusta tulisi selvittää. Arvojen valinnassa oleellisena osana toimi asiakkaiden käyttämät arvot. Mittaukset tehtiin kolmella eri kokoluokan pumpulla: LPP-T80, LPP-T65, LPP-T40. Tutkittavina letkuina toimi kaksi eri materiaaleista valmistettua letkua: NR sekä NBR.

Puristuksen arvoina käytettiin momenttia. Puristus säädettiin pumpun paininpyörään momenttiavainta käyttäen. Suunnittelussa kartoitettuja vastapaine- ja tuottoarvoja testattiin jokaisella pumpulla erikseen ja tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan.

Saatujen tulosten perusteella todettiin, että suuremmalla vastapaineella sekä tuotolla puristusta vaadittiin enemmän. LPP-T40-pumpulla testattiin myös aivan uuden letkun sekä vuorokauden pyörimisen jälkeen vaatimaa puristusta. Uusi letku tarvitsi vähemmän puristusta haluttujen arvojen saavuttamiseksi kuin vähän pyöritetty letku.

Asiasanat: letkupumppu, syrjäytyspumppu, letkunpuristus

Abstract

Teemu Huoso

Optimizing the hose compression of LPP hose pumps, 21 Pages, 7 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology

Specialisation in Maintenance

Final Year Project, 2012

Supervisor: Mr. Markus Rossi, Manager, Peristaltic Pump Technology, Flowrox Oy

Mentor: Mr. Heikki Liljenbäck, Saimaa University of applied sciences

The subject of this thesis was to optimize hose compression for a different pressure and flow rate of LPP peristaltic hose pumps. The work was commissioned by Flowrox Oy.

The background for the work was the company's need for having information about hose compressions while pumping with the specific pressure so that necessary flow rate could be produced. The hose compression's research was examined at the Flowrox's laboratory where all LPP-T hose pumps were placed.

The values of the pressure and flow rate were decided in the planning process. The values were almost the same as the ones the customers have used in their processes. The measurements were made using pumps of three sizes: LPP-T80, LPP-T65, LPP-T40. The hoses under the research were made from two different materials: natural rubber (NR) and nitrile rubber (NBR). The value of the hose compression was torque, which was adjusted with torque wrench. All pumps and hoses were tested with values that were decided during the planning phase and the results were placed in the measurement record.

The results of the measurements show that more hose compression is needed with the higher pressure and flow rate. A new hose needs less compression right after the installation but after several hours of rotating the hose needs more compression.

Keywords: hose pump, peristaltic pump, hose compression

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Flowrox Oy.....	7
3	Yleistä pumpuista	8
3.1	Pumppujen jako toimintaperiaatteen mukaan	8
3.2	Pumppujen jako eri suureiden mukaan.....	9
4	Letkupumppu	10
5	Mittausjärjestelyt.....	12
5.1	Mittausten suunnittelu	12
5.2	Laitteisto	13
5.3	Mittausten suoritus.....	15
6	Tulokset	16
7	Yhteenveto.....	18
	Kuvat.....	20
	Lähteet.....	21

Liitteenä olevat mittauspöytäkirjat ovat salassa pidettävää materiaalia.

1 Johdanto

Nykyään pumppuja valmistavalle yritykselle on tärkeää saada mahdollisimman paljon tietoa myytävistä tuotteista, jotta pystytään vastaamaan asiakkaiden kysymyksiin ja tarpeisiin. Näin ollen valmistettavia pumppuja on tärkeä testata ja kerätä niihin liittyviä tietoja mahdollisimman kattava määrä.

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia eri kokoluokan letkupumpuille tarvittavaa letkunpuristusta. Letkun oikeanlainen puristaminen on oleellinen osa letkupumpun toimintaa. Puristuksen avulla letkussa kulkeva väliaine saadaan pumpattua eteenpäin vaaditulle korkeudelle sekä saavutetaan haluttu tuotto. Opinnäytetyössä tutkitaan puristuksen minimiarvoja, joilla vaaditut vastapaine- sekä tuottoarvot saavutetaan. Oikealla puristuksella läpivuotoa letkun ja paininpyörän välillä ei tapahdu.

Letkussa tapahtuva läpivuoto aiheuttaa tuoton vähenemistä ja pahimmassa tapauksessa väliaineessa olevat partikkelit kuluttavat letkun sisäpintaa. Puristuksen tulee olla ylipuristusta, jotta vuotoa ei tapahtuisi.

Liiallinen puristus aiheuttaa letkulle suurempaa rasitusta, jonka seurauksena kestoikä laskee. Tämä myös johtaa siihen, että pumpun pyörittämiseen tarvitaan enemmän sähköä, koska paininpyörään kohdistuu enemmän rasittavia voimia. Paininpyörän liiallinen kuormitus voi johtaa sen ympärille rakennettujen komponenttien vaurioitumiseen.

Tutkimustyö suoritetaan Flowrox Oy:n Lappeenrannan toimipisteessä sijaitsevassa laboratoriossa. Laboratoriossa testataan letkupumppujen lisäksi myös epäkeskoruuvipumppuja sekä venttiilejä. Mittauksessa käytetään kolmea eri kokoluokan pumppua sekä kahta eri materiaalista valmistettua letkua.

Opinnäytetyöni tavoitteena on saada mahdollisimman realistista tietoa siitä, millä puristuksen arvoilla letkua tulisi puristaa, jotta saavutetaan haluttu tuotto käytetyllä vastapaineella. Saaduista tuloksista laaditaan taulukko jokaiselle käytetylle pumpulle sekä letkulle.

Opinnäytetyöni koostuu neljästä osiosta: luvussa 3 esitellään yleistä tietoa pumpuista, luvussa 4 kerrotaan yksityiskohtaisempaa tietoa letkupumpusta, luvussa 5 esitellään mittausjärjestelyjä ja luvussa 6 perehdytään saatuihin tuloksiin.

2 Flowrox Oy

Flowrox Oy on globaalisti toimiva letku- ja levyluistiventtiileiden, epäkeskoruuvipumppujen sekä peristalttisten pumppujen toimittaja. Flowrox keskittyy kuluttavien, syövyttävien ja vaativien väliaineiden pumppaus-, säätö- ja sulkuongelmien ratkaisemiseen monissa prosessiteollisuuden sovelluksissa. Yritys on toimittanut yli 70 000 tuotetta ympäri maailman. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Lappeenrannassa ja tytäryhtiöt Kouvolassa, Yhdysvaltojen Marylandissa sekä Australian Sydneyssä. Vuonna 2012 Larox Flowsys Oy muutti nimensä Flowrox Oy:ksi. (1.)

Flowrox Oy:n tuotevalikoimaan kuuluu erikokoisia letku- ja levyluistiventtiilejä, letku- sekä epäkeskoruuvipumppuja. Letkuventtiilejä toimitetaan eri prosessiteollisuuden sulku- ja säätösovelluksiin, joissa virtaa syövyttäviä, kiteytettyjä ja kuluttavia väliaineita. Levyluistiventtiilit soveltuvat vaativiin sovelluksiin, joissa edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi voi olla myös jauhe- tai raemaisia väliaineita. Letkupumput ovat peristalttiseen efektiin perustuvia syrjäytyspumppuja, joissa roottori puristaa pesässä olevan letkun kiinni ja työntää letkussa olevaa väliainetta eteenpäin. Flowrox-letkupumput soveltuvat kuluttavien, syövyttävien ja muiden vaativien väliaineiden pumppaamiseen sekä annosteluun. Epäkeskoruuvipumppu on tarkoitettu vaativiin olosuhteisiin, joita ovat esimerkiksi paperi- ja selluteollisuuden eri prosessit, erityisesti teollisuuslietteiden ja -pastojen pumppaamiseen. (2.)

Yritys pyrkii tuomaan markkinoille suuremman pumpun kuin LPP-T80, joka on tässä työssä suurin käytettävä pumppu. Tuotteiden kokoonpano tapahtuu suurimmaksi osaksi Lappeenrannassa.

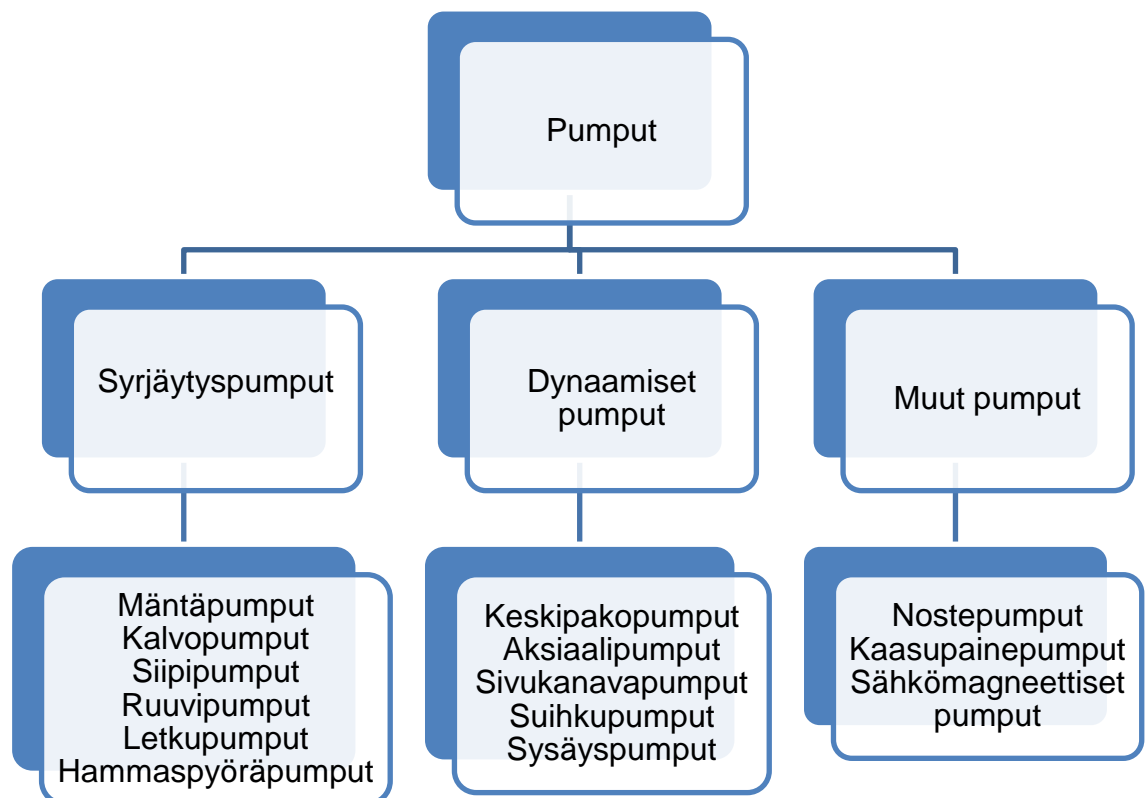
3 Yleistä pumpuista

Pumppuja käytetään paljon eri teollisuuden aloilla. Pumpattavien aineiden ominaisuudet vaihtelevat suuresti. Siksi on ollut tärkeää tuoda markkinoille useilla eri toiminnoilla pyöriviä pumppuja, jotka pystyvät siirtämään pumpattavaa ainetta.

3.1 Pumppujen jako toimintaperiaatteen mukaan

Pumput voidaan jakaa kolmeen luokkaan toimintaperiaatteen mukaan: dynaamiset pumput, syrjäytispumput sekä muut pumput.

Kuvassa 3.1 on esitetty pumppujen jako toimintaperiaatteen mukaan.



Kuva 3.1 Pumppujen jako toimintaperiaatteen mukaan (3.)

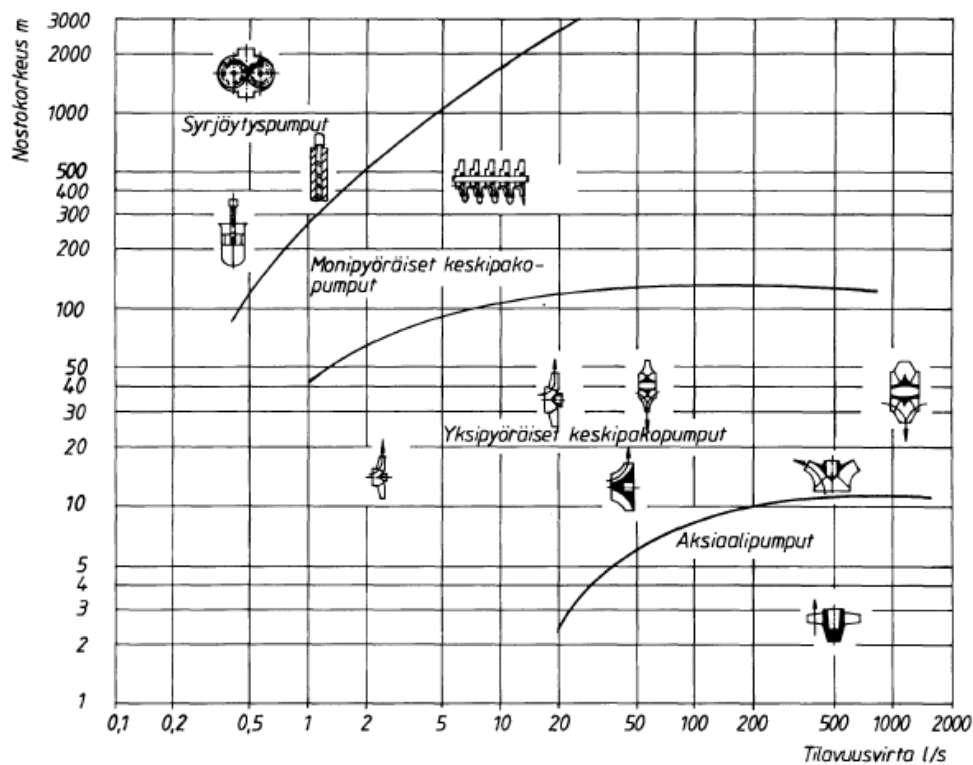
Syrjäytyspumppujen toiminta perustuu siihen, että syrjäytyselin syrjäyttää pesässä olevan nesteen paineistettuun poistoputkeen. Tilavuusvirta pysyy syrjäytyspumppulla lähes vakiona nostokorkeudesta riippumatta.

Dynaamiset pumput muuttavat mekaanisen energian tai liike-energian paine- ja liike-energiaksi. Pumpun nostokorkeus alenee tilavuusvirran kasvaessa.

Muut pumput toimivat muilla toimintaperiaatteilla tai ovat edellä mainittujen pumpputyypin yhdistelmiä. (3.)

3.2 Pumppujen jako eri suureiden mukaan

Pumppuja voidaan jakaa myös suureiden mukaan. Kuvassa 3.2 näkyy pumppujen jaottelu nostokorkeuden sekä tilavuusvirran mukaan. Kuvan 3.2 perusteella voidaan valita oikea pumppu, kun tiedetään nostokorkeus sekä haluttu tilavuusvirta.



Kuva 3.2 Pumppujen jako eri suureiden mukaan (3.)

4 Letkupumppu

Letkupumppu kuuluu toimintaperiaatteensa mukaisesti syrjäytyspumppuihin, jolloin tuotto riippuu pumpun kierrosnopeudesta. Flowrox Oy:n pumppujen toiminta perustuu peristalttiseen efektiin. Pumpun roottorina toimii paininpyörä sekä sen kiinnitykseen ja tuentaan käytettävät osat. Staattorina toimii pumpun runko, jota vasten esimuotoiltu letku puristuu.

Peristalttinen efekti syntyy, kun pumpun sähkömoottori pyörittää paininpyörää, joka puristaa letkua pumpun rungon sisäpintaa vasten. Letkun palauduttua puristuksesta se luo alipaineen, jolloin alipaine imee väliainetta putkistosta pumppuun.

Flowrox Oy:n pumppu eroaa kilpailijoistaan sen työkierron ansiosta. Kilpailijoiden pumput pumppaavat vain 180 asteen työkierrolla, kun Flowrox LPP-pumput tekevät 360 asteen työkierron, joka näkyy kuvassa 4.1. Tämän ansiosta käytetään vain yhtä paininpyörää kahden sijasta. Työkierron ansiosta pumpulla on jokaista kierrosta kohti oma tilavuusvirta, jonka ansiosta pumppu toimii myös annostelupumppuna. Paininpyörän laakeroinnin myötä paininpyörän, letkun ja rungon sisäpinnan välille syntyvä kitka on vähäisempää kuin kilpailijoiden hankaavien painimien.

Pumpussa paininpyörän, letkun sekä rungon sisäpinnan välillä kitkan vähentämiseen käytetään liukasteena glyseriiniä. Glyseriiniä annostellaan pumpun kokoluokan mukaan. Ainetta lisätään kuitenkin vähemmän kuin kilpailijoiden pumppuihin.



Kuva 4.1 Letkupumppu (4.)

Väliaineen kulkeminen ainoastaan letkun sisällä mahdollistaa lietteiden sekä jähmeiden, kuluttavien, syövyttävien väliaineiden pumppaamisen eri teollisuuden aloilla. Pumpussa on letkurikkoanturi, jonka tehtävänä on pysäyttää pumppu letkun rikkoutuessa. Tämän ominaisuuden ansiosta letkun rikkoituminen havaitaan ajoissa eikä väliaineeseen pääse haitallisia partikkeleita, kuten paloja letkusta.

Letkun kulumiseen vaikuttavat pumpattavan aineen koostumus, vastapaine, puristuksen määrä, pumppausnopeus sekä väliaineen lämpötila. Pumpattava aine voi sisältää haitallisia partikkeleita, jotka saattavat vaurioittaa letkua. (4.)

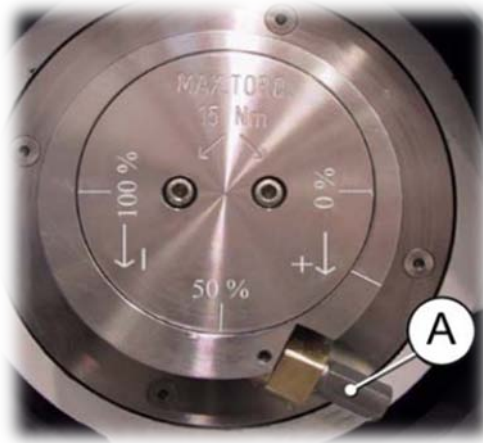
Flowrox letkupumpun puristuksen säätö

Letkupumpussa käytettävää letkua puristetaan, jotta putkilinjastossa vaikuttava paine ei aiheuttaisi läpivuotoa paininpyörän sekä staattorin välillä. Tämän takia letkua on ylipuristettava.

Puristuksesta käytetään Flowrox Oy:ssä termiä ”pänninki”. Nollapänningissä roottorin sekä staattorin välinen matka on kaksi kertaa letkun seinämänpaksuus.

Flowrox LPP-pumppujen puristus toteutetaan säätömekanismien avulla. Paininpyörän puristamisella vaikutetaan siihen, ettei letkun sisällä tapahdu takaisvirtausta. Puristuksen suuruuteen vaikuttavat letkumateriaali, pumpattava aine, haluttu tilavuusvirta sekä vastapaine.

Kuvassa 4.2 on esitetty LPP-pumpun roottorin säätömekanismi. Roottorissa on lukituskansi, joka on yhdellä tai kahdella kuusiokoloruuvilla kiinni. Kantta löysäämällä pystytään kääntämään säätöruuvia A. Ruuvia kierrettäessä epäkeskeinen paininpyörä liikkuu joko alas- tai ylöspäin. Puristus letkuun syntyy kun ruuvia kierretään ja paininpyörä nousee ylöspäin. Puristuksen määrää säädetään momenttiavaimella. Oikean puristuksen asettamisen jälkeen lukituskannen kuusiokoloruuvit kierretään kiinni oikeaa momenttia käyttäen. (4.)



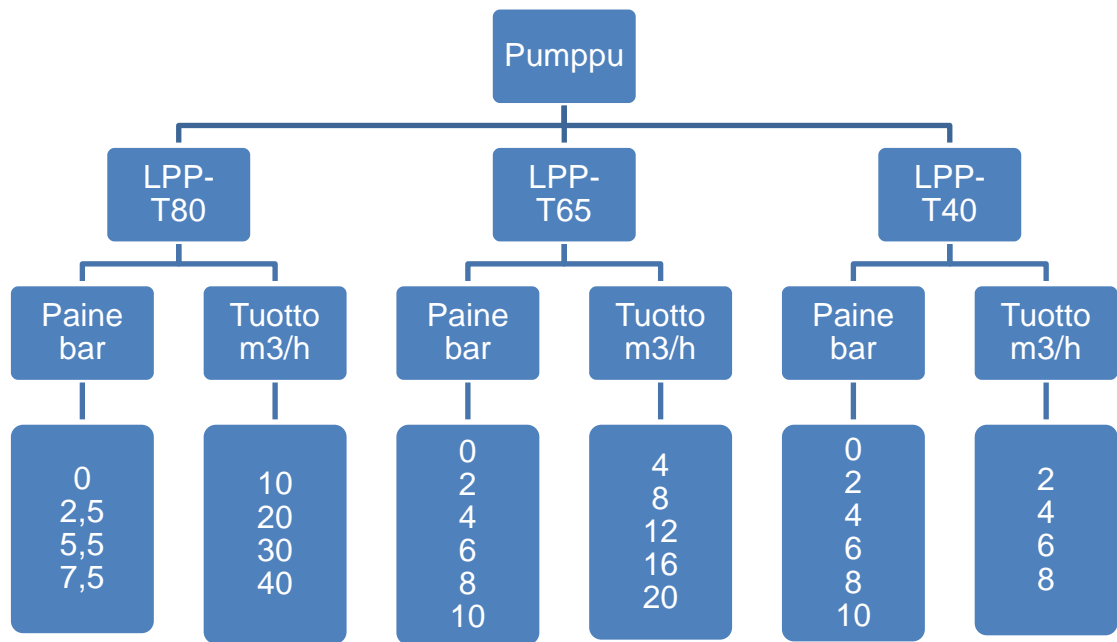
Kuva 4.2 LPP-pumpun puristuksen säätömekanismi (5.)

5 Mittausjärjestelyt

Ennen tutkimuksen aloittamista keskustelin Flowrox Oy:n letkupumppujen tuotepäällikön kanssa siitä, miten työ tulisi suorittaa ja millä arvoilla puristusta tulisi mitata. Sain ennen tutkimuksen aloittamista käytännön esimerkkejä siitä, miten letkupumppujen letkuja vaihdetaan ja miten laboratoriossa sijaitsevat pumput sekä niihin liitetyt komponentit toimivat.

5.1 Mittausten suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa oli otettava huomioon, minkä kokoisilla pumpuilla ja millä letkumateriaaleilla optimointi pitäisi suorittaa. Jokainen pumppu tuottaa erisuuruisen tilavuusvirran täydellä pyörimisnopeudella sekä pumppujen kokoluokkaan nähden vastapaineet myös vaihtelevat. Näin ollen täytyi ottaa huomioon, millä tuotto- sekä painearvoilla puristusta tulisi tutkia. Kuvassa 5.1 nähdään valitut tuotto- ja painearvot, joita tutkimuksessa käytetään. Käytettäviin paine- sekä tuottoarvoihin vaikuttivat oleellisesti asiakkaiden käyttämät arvot.



Kuva 5.1 Tutkittavat tuotto- ja painearvot

Letkujen materiaaleista johtuen mittaukset piti suorittaa kahdella eri letkulla. Mittaukseen valittiin kaksi, eri materiaalista valmistettua letkua. Ensimmäisenä testiletkena käytettiin NR-letkua, joka on luonnonkumista valmistettu erittäin kuluttaville väliaineille suositeltava letku. Toisena letkuna käytettiin nitrilikumista valmistettua öljyille ja rasvoille suunnattua NBR-letkua. Kolmantena letkuvaihtoehtona olisi voinut olla EPDM-letku, joka on valmistettu etyleenipropyleenikumista, mutta sen puristusarvot ovat verrattavissa NBR-letkun arvoihin.

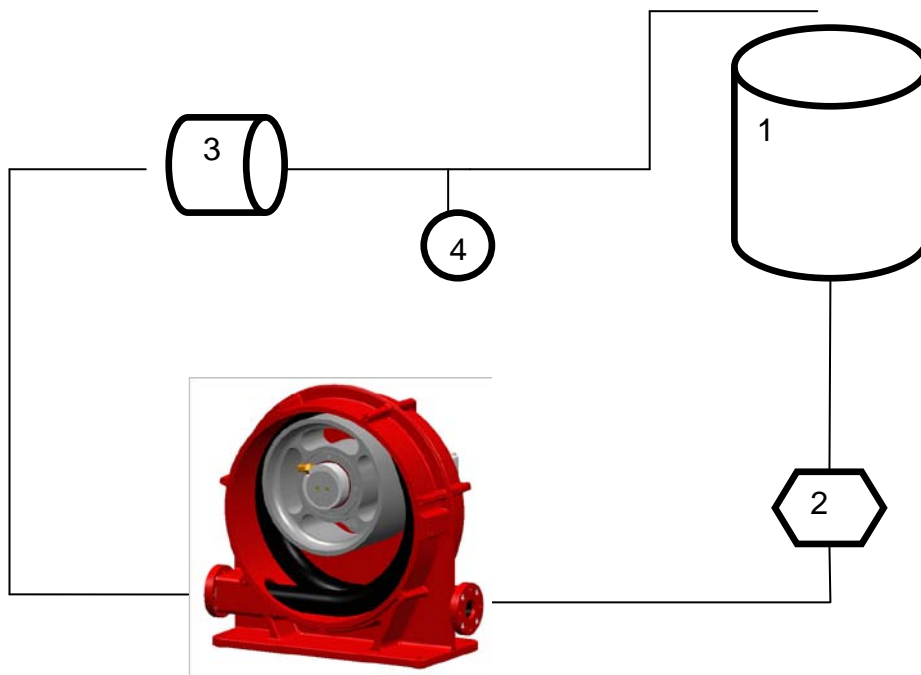
5.2 Laitteisto

Optimoinnissa käytettiin kolmea eri kokoluokan pumppua: LPP-T80, LPP-T65 sekä LPP-T40. Pumppujen nimien lajittelu tapahtuu putkilinjaston koon mukaan. Esimerkiksi LPP-T80 pumppun putkilinjaston halkaisija on 80 millimetriä.

Jokainen pumppu oli kytkettynä samanlaiseen putkilinjastoon, mutta jokaisella oli omalle putken halkaisijalle sopiva linjasto. Kuvassa 5.2 on esitetty putkilinjaston kokoonpano. Vesi pumpataan säiliöstä linjastossa sijaitsevan

pumpun kautta takaisin säiliöön. Letkun ottopuolella on venttiili, joka on pumpattaessa auki, mutta esimerkiksi letkua vaihtaessa kiinni.

Pumpattavana aineena laboratoriossa toimi vesi, joka eroaa asiakkaiden pumpattavasta aineesta. Vettä pumpattaessa letkun sisäpintojen väliin ei jää partikkeleita, jotka saattaisivat vaurioittaa letkun sisäpintaa ja vähentää näin ollen letkun kestoikää. Pumpattavan väliaineen materiaalin tiheys vaikuttaa puristuksen määrään. Tiheämmillä väliaineilla puristusta tarvitaan enemmän.



Kuva 5.2 Pumppulinjasto (6.)

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1. Säiliö | 3. Virtausmittari |
| 2. Venttiili | 4. Painemittari |

Pumpun painepuolella sijaitsee virtausmittari sekä monitori, jotka näkyvät tarkemmin kuvassa 5.3. Monitori ilmoitti tilavuusvirran yksikössä m^3/h . Virtausmittarin tunnistin on kytkettynä jokaisen pumpun putkilinjastoon. Ennen mittauksia kukin virtausmittari täytyi kalibroida, jotta tilavuusvirta näyttäisi mahdollisimman realistista tulosta.



Kuva 5.3 Virtausmittari ja monitori

Pumpun painepuolella sijaitseva digitaalinen painemittari näkyy kuvassa 5.4. Paine luotiin putkilinjastoon vastapainelaitteella, joka sijaitti säiliön pohjalla jokaisen putkiston lopussa. Vastapainetta tarvitaan, jotta vesi saadaan pumpattua tarvittavalle nostokorkeudelle. Vastapaineen suuruudella saadaan luotua keinotekoinen nostokorkeus laboratorio-olosuhteissa. Tällöin 0,1 baria tarkoittaa yhtä metriä pumppauskorkeudessa.



Kuva 5.4 Painemittari

Testattavat pumput olivat kytkettynä sähkömoottorista sähkökaappiin, josta säädettiin pumpun pyörimissuuntaa sekä kierrosnopeutta.

5.3 Mittausten suoritus

Mittausten alussa testissä olevaan pumppuun kytkettiin mitattavaksi valittu letku. Letkua pyöritettiin vuorokauden ajan, jonka ansiosta letkusta tuli löysempi kuin vasta-asennetusta letkusta.

Mittaukset suoritettiin yksi pumppu kerrallaan suurimmasta pienimpään. Ensimmäiseksi testattavalle letkulle asetettiin nollapänninki. Tämän jälkeen pumpun sähkökaappia hyväksi käyttäen pumpun kierrosnopeutta kasvatettiin ja seurattiin virtausmittaria. Virtausmittarin näyttäessä haluttua tuoton arvoa voitiin todeta, ettei läpivuotoa tapahdu. Jos virtausmittari ei näyttänyt haluttua tuottoa, oli tarpeellista nostaa puristusta.

Kyseinen toimenpide tehtiin kaikilla paineluokilla, jotka näkyvät kuvassa 5.1. Vastapaineen kanssa pumpattaessa ensimmäiseksi nostettiin tuotto oikealle tasolle kierrosnopeuden avulla, jonka jälkeen nostettiin vastapainetta. Jos tuotto ei noussut halutulle tasolle painetta nostaessa läpivuodon seurauksena pumppu pysäytettiin ja puristusta lisättiin. Säädetyllä puristuksella kierrosnopeus säädettiin jälleen vastaamaan haluttua tuottoa. Tämän jälkeen painetta nostettiin sille tasolle, jota käytettiin ennen sen vuotamista. Puristuksen riittäessä painetta jälleen lisättiin tai läpivuotaessa puristusta lisättiin ja sama suoritettiin uudelleen. Puristusta nostettiin 5–10 newtonmetriä kerrallaan.

Kyseisen menetelmän avulla käytiin kaikki kuvan 5.1 arvot läpi ja tulokset kirjattiin mittaustaulukoihin.

6 Tulokset

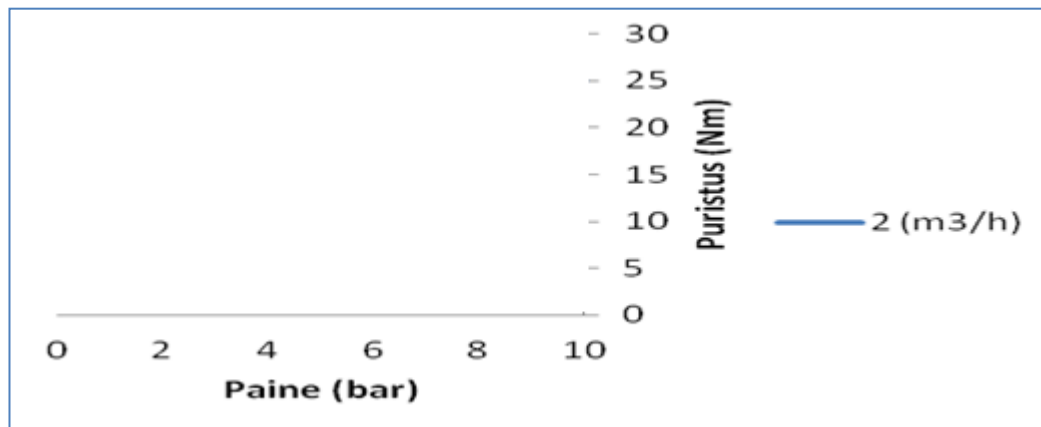
Optimoinnista saavutetut puristuksen arvot kirjattiin ylös mittauspöytäkirjoihin jokaisen pumpun sekä letkun kohdalta erikseen. Mittauspöytäkirjan avulla on helppoa lukea tarvittava puristuksen arvo käytössä olevalle letkulle. Kuvassa 6.1 on esitetty LPP-T40-pumpun sekä NBR-letkun mittaustulokset. Saadut puristukset arvot ovat valkoisella pohjalla. Mittaustulokset ovat salassa pidettävää materiaalia, joten ne eivät näy taulukossa.

LPP - T40
NBR-letku
 Valkoisella pohjalla puristukseen säädettävä arvo
 (Nm)

Paine (bar)	10				
	8				
	6				
	4				
	2				
	0				
		2	4	6	8
	Virtaus (m ³ /h)				

Kuva 6.1 LPP-T 40 NBR-letkun puristuksen arvot

Jokaiselle tilavuusvirran arvolle on tehty kuvaaja, josta voidaan nähdä puristuksen kasvu kaaviomuodossa. Kaaviossa nähtävä puristuksen kasvu on salaista tietoa, joten se ei näy kuvaajassa. (Kuva 6.2)



Kuva 6.2 LPP-T 40 NBR-letkun puristusarvojen kaavio

Kuvaajista voidaan todeta, että tulokset samalla letkulla mitattaessa kasvavat hyvinkin tasaisesti. Suurin vaikuttaja puristuksen suuruuteen on ollut vastapaineen määrä ja se näkyy hyvin tuloksissa. On kuitenkin nähtävissä, että vaikka vastapaine olisi sama, mutta pumpattaessa suurempaa tilavuusvirtaa voi puristus olla pienempi. Tähän on voinut vaikuttaa mittaustilanteessa tapahtuneet virheet.

Saatujen mittaustulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että suuremmalla vastapaineella puristusta tarvitaan enemmän. Tuottoa on saavutettu jopa nollopänningillä, jolloin virtausmittarin mukaan läpivuotoa ei ole syntynyt. On kuitenkin tarpeellista ylipuristaa letkua, jotta varmistetaan, ettei läpivuodon syntyminen ole mahdollista.

Testauksessa myös perehdyttiin siihen, miten letkun pyörittäminen ja siitä aiheutuva letkun löystyminen vaikuttaa puristukseen. Tätä testattiin LPP-T40-pumpulla. Kyseiselle pumpulla NR-letkun puristusta mitattiin aluksi suoraan asennuksen jälkeen. Tämän seurauksena puristusta tarvittiin vähemmän, koska letku oli kovempi. Samaa letkua pyöritettiin tämän jälkeen yhden vuorokauden ajan pienellä puristuksella, jotta letku löystyisi. Puristusta tämän toimenpiteen jälkeen tarvittiin enemmän. Tämän perusteella voidaan todeta, että uudet letkut tarvitsevat tietyn ajan pyörittäen lisää puristusta.

7 Yhteenveto

Tutkiessani letkupumpun puristukseen tarvittavia arvoja sain hyvän käsityksen siitä, miten letkupumput toimivat. Tutkimustyö onnistui mielestäni haluamallani tavalla ja tulokset osottautuivat hyviksi. Flowrox Oy:n letkupumpuista vain LPP-T50 malli jäi testaamatta, koska kyseistä pumppua ei laboratorioissa ollut. Tulevaisuudessa olisi mielestäni tarpeellista mitata myös kyseinen malli.

Optimoinnissa puristusta on mitattu momenttiavainta käyttämällä. Tämä tapa on kuitenkin erilainen verrattuna asentajien käyttämään menetelmään. Asentajat mittaavat paininpyörän sekä rungon välisen etäisyyden, jonka avulla saadaan tarvittava puristus millimetreinä. Olisi hyvä, jos puristus testattaisiin laboratorioissa myös millimetreinä. Tällöin mitattaisiin paininpyörän sekä rungon sisäkehän välinen matka. Näin saavutettaisiin vertailukelpoista tietoa puristuksen mittaamiseen käytettävistä eri arvoista.

Mittausten avulla huomattiin, että uusi letku tarvitsee vähemmän puristusta kuin vähän pyöritetty letku. On kuitenkin ilmennyt, että asentajien laittama puristus

on ollut tarpeeksi korkea, jonka ansiosta asiakkailta ei ole ilmennyt letkussa läpivuotoa.

Tässä opinnäytetyössä pumppujen letkuja puristettiin vain sen verran, että läpivuotoa ei tapahtuisi. Kyseisillä puristuksen arvoilla olisi suotavaa mitata puristuksen vaikutusta letkun kestoikään verrattuna maksimaaliseen puristukseen, jossa letkua puristettaisiin ohjekirjan ilmoittaman maksimipuristuksen suuruisella määrällä. Näin ollen saataisiin lisätietoa oikeanlaisen letkunpuristuksen vaikutus letkun kestoikään. Laboratoriossa on suoritettu testauksia letkujen kestoian määrittämiseksi aikaisemminkin. Kyseisissä tutkimuksissa on saatu tietoa, että letkun puristuksella on vaikutusta sen kestoikään. Vähemmällä puristuksella letku on kestänyt kauemmin kuin suurella puristuksella. Tämä myös tarkoittaa sitä, että vähemmällä vastapaineella letku on kestänyt kauemmin. Opinnäytetyössä tutkittuja puristuksen arvoja olisi hyvä testata Flowrox Oy:n laboratoriossa jatkossa järjestelmällisesti, jotta yrityksellä olisi kyky ja tieto vastata hyvinkin tarkkoihin kysymyksiin liittyen letkun kestoikään.

Kestoian määrittämisen tutkimuskeinoja olisi hyvä myös laajentaa muun muassa vaihtamalla pumpattavan aineen materiaalia veden sijasta johonkin kiinteämpään tai mahdollisesti muuttamalla pumpattavan väliaineen lämpötilaan. Asiakkailta saatava tieto on tässä kohtaa hyvinkin tärkeää. Asiakkaiden pumppaamat väliaineet sekä niiden lämpötilat voivat olla mahdottomia saavuttaa yrityksen laboratoriossa.

Kuvat

Kuva 3.1 Pumppujen jako toimintaperiaatteen mukaan (SFS 4874), s. 8

Kuva 3.2 Pumppujen jako eri suureiden mukaan (SFS 4874), s. 9

Kuva 4.1 Letkupumppu (Flowrox Oy, Oma materiaali), s. 10

Kuva 4.2 LPP-pumpun puristuksen säätömekanismi (Flowrox LPP-T pumppumanuaali), s. 12

Kuva 5.1 Tutkittavat tuotto- ja painearvot, s. 13

Kuva 5.2 Pumppulinjasto (Flowrox Oy:n lähiverkon materiaali), s. 14

Kuva 5.3 Virtausmittari ja monitori, s. 15

Kuva 5.4 Painemittari, s.15

Kuva 6.1 LPP-T 40 NBR-letkun puristuksen arvot, s. 17

Kuva 6.2 LPP-T 40 NBR-letkun puristusarvojen kaavio, s. 17

Lähteet

1. Larox Flowsys Oy, 2011
<http://www.larox.fi/flowsys/fin/index.html> (Luettu 5.7.2011)
2. Flowrox Oy, 2012
<http://www.flowrox.com/fin/tuotteet> (Luettu 14.2.2012)
3. SFS 4874. 1982 Pumput. Nesteiden siirtoon käytettyjen pumppujen ryhmittely ja toimintaperiaatteet, Suomen standardoimisliitto (Luettu 10.7.2011)
4. Flowrox Oy, Oma materiaali
5. Flowrox LPP-T pumppumanuaali (Luettu 10.2.2012)
6. Flowrox Oy:n lähiverkon materiaali