

Sami Myöhänen

JÄTEVESIPUMPPAAMON JA
REVERSION PUMPPUJEN
TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTÖN
TARKASTELU

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 1.4.2013				
Tekijä(t) Sami Myöhänen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikka				
Nimeke Jätevesipumppaamon ja reversion pumppujen taajuusmuuttajakäytön tarkastelu					
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää pumppujen taajuusmuuttajakäytön etuja verrattuna perinteisiin virtaussäätötapoihin. Työssä tarkastellaan Solvay Chemicals Finland Oy:n jätevesipumppaamon ja reversion keskipakopumppuja, joita nykyisissä järjestelmissä ohjataan kuristuskäytöllä. Työn teoriaosassa tutustutaan erilaisiin pumppujen säätömahdollisuuksiin. Näistä taajuusmuuttajakäyttö otetaan lähempään tarkasteluun, koska se on yleisesti ottaen edullisin virtauksensäätötapa.</p> <p>Taajuusmuuttajakäytön vuosittaisten säästöjen selvittämiseksi on käytetty ABB:n PumpSave 5.0-ohjelmaa. Tämä ohjelma laskee taajuusmuuttajan tuottaman energiansäästön pumpun ominaiskäyrän nykyisen ohjausmenetelmän ja sähkönhinnan avulla.</p> <p>Työn lopussa on esitetty taajuusmuuttajakäytön takaisinmaksuaika sekä sillä saatava hiilidioksidipäästö alenema. Tulosten tarkastelusta on pyritty monipuolisuuteen. Tällöin tuloksista ei tule käyttökeltottomia, vaikka sähkönhinta tai kustannukset muuttuisivat. Tulosten lopuksi on vielä esitetty laskuesimerkki, jolla voidaan määrittää tarkka takaisinmaksuaika.</p>					
Asiasanat (avainsanat) Taajuusmuuttaja, keskipakopumppu, energiansäästö					
Sivumäärä 33+19	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka	Opinnäytetyön toimeksiantaja Solvay Chemicals Finland Oy				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 1.4.2013	
Author(s) Sami Myöhänen		Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis Analysis of variable-speed drive of waste water pump station and reversio			
Abstract <p>The purpose of this bachelor's thesis was to find out cost-effectiveness of variable-speed drive. This thesis was assigned by Solvay Chemicals Finland Oy and it focuses on centrifugal pumps of waste water pump station and reversio. Throttle control is currently used on these pumps. Different kinds of pump controls are introduced in the beginning of this thesis. Of these controls the variable-speed driver is taken into account.</p> <p>ABBs PumpSave 5.0-program was used in order to find out yearly savings of variable-speed drive. The program uses pumps characteristics, existing flow control and price of energy to calculate energy savings of variable-speed drive.</p> <p>Reduction of carbon dioxide emissions and the reimbursement time of variable-speed driver can be seen on results. These results were made versatile in order to make them useful despite of the change of expenses or price of electricity. Finally a simple example of calculation is given to show how to count the exact reimbursement time.</p>			
Subject headings, (keywords) Variable-frequency drive, centrifugal pump,			
Pages 33+19		Language Finnish	
URN			
Remarks, notes on appendices			
Tutor Arto Kohvakka		Bachelor's thesis assigned by Solvay Chemicals Finland Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	PUMPUT.....	2
2.1	Keskipakopumppu	2
2.2	Jätevesipumppaamo	3
2.3	Reversio	3
3	PUMPPUJEN SÄÄTÖTAVAT	4
3.1	Ohivirtaussäätö	4
3.2	Kuristussäätö.....	4
3.3	On-off-säätö	5
3.4	Pyörimisnopeuden säätö	5
4	TAAJUUSMUUTTAJA	6
4.1	Rakenne	6
4.1.1	Tasasuuntaaja.....	7
4.1.2	Välipiiri	8
4.1.3	Vaihtosuuntaaja.....	8
4.1.4	Ohjausyksikkö.....	9
4.2	Skalaarisäätö	9
5	ENERGIANSÄÄSTÖ LASKURI	11
5.1	Toiminta.....	11
5.1.1	Pumppu	12
5.1.2	Käyttö ja moottori	13
5.1.3	Virtausprofiili ja investoinnin tiedot.....	14
5.1.4	Tulokset.....	16
6	PROSESSI.....	17
6.1	Jätevesipumppaamo	17
6.2	Reversio	18
7	KAAVAT	18
7.1	Esimerkki laskut	19
8	TULOKSET	20
8.1	G1201/A-B	21
8.2	G1204/A-B	23

8.3	G1208/A	25
8.4	G709	27
8.5	G707	28
8.6	G704	29
8.7	Yhteenvedo	Error! Bookmark not defined.
9	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	33

LIITE/LIITTEET

- 1 Jätevesipumppaamo ja reversio
- 2 Energiansäästölaskurin tulokset
- 3 Pumppujen ominaiskäyrät

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää pumppujen taajuusmuuttajakäytön etuja verrattuna perinteisiin virtaussäätötapoihin. Työssä tarkastellaan Solvay Chemicals Finland Oy:n jätevesipumppaamon ja reversion keskipakopumppuja. Kyseisiä pumppuja ohjataan nykyisin kuristuskäytöllä.

Aluksi kerrotaan yleistä tietoa pumppausjärjestelmästä ja tutustutaan keskipakopumppuun. Tämän jälkeen tarkastellaan, millä eri tavoin pumppujen tuottamaa virtaamaa voidaan säädellä. Joten onkin luonnollista tarkastella sitä ja sen ominaisuuksia tarkemmin.

Työ jatkuu tutustumalla ABB:n tekemään energiansäästölaskuriin, jolla on laskettu taajuusmuuttajakäytöstä saatavat säästöt sekä hiilidioksidialenemat. Sen jälkeen esitellään prosessi ja siinä käytettävät pumput. Lopuksi esitellään vielä tarvittavat laskukaavat sekä tulokset.

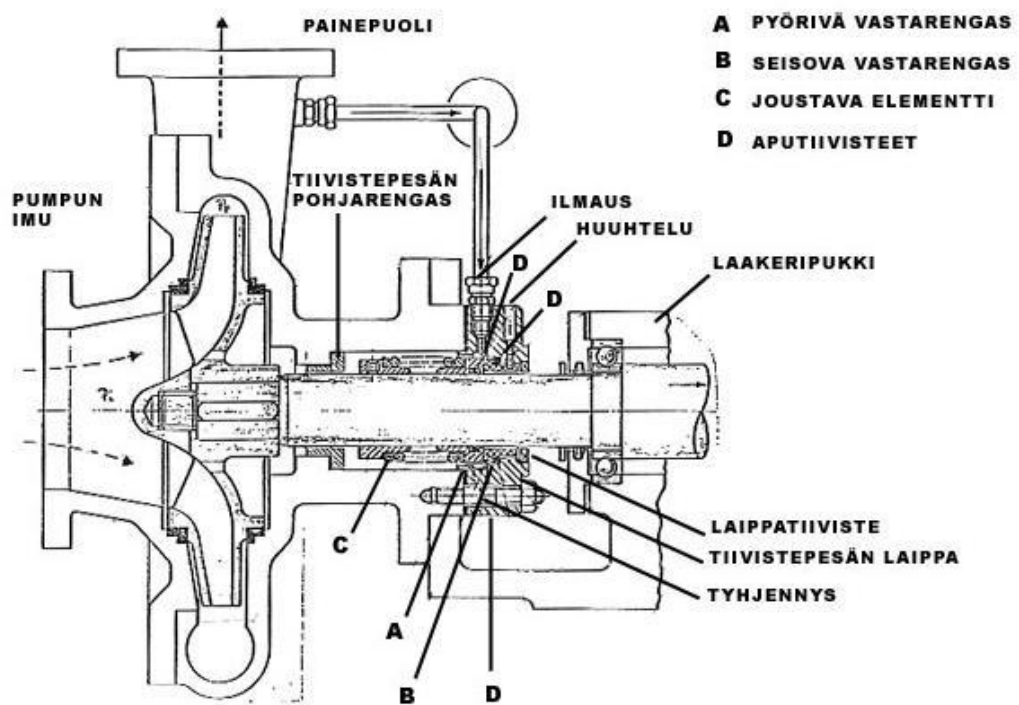
2 PUMPUT

Tässä osiossa perehdytään keskipakopumpun toimintaan ja esitellään opinnäytetyötä koskevat pumput.

2.1 Keskipakopumppu

Keskipakopumppu on yleisimmin käytetty pumputyyppi, jonka suosio perustuu sen laajaan soveltuvuuteen eri nesteiden pumppauksessa.

Tyypillisen keskipakopumpun rakenne on nähtävissä kuvasta 1. Neste syötetään pumpun imuaukkoon, joka on juoksupyörän keskellä. Pyörivän liikkeen vaikutuksesta neste sinkoutuu ulospäin. Pumpun korkeasta pyörimisnopeudesta johtuen neste saavuttaa suuren kineettisen energian ja paine-ero pumpun imupuolen ja painepuolen välillä kasvaa. [7.]



KUVA 1: Keskipakopumpun rakenne. /8/

2.2 Jätevesipumppaamo

Jätevesipumppaamossa on viisi pumppua, joista käytetään kolmea pumppua. Pumpuista G 1201 ja G 1204 voidaan käyttää joko pumppua A tai B. Näiden tiedot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1 Jätevesipumppaamon pumput

Positio	Kapasiteetti (m ³ /h)	Teho (kW)	Virta (a)	Kierrosluku (rpm)
G 1201/A	12	1,5	9,25	1405
G 1201/B	12	4	7,8	2890
G 1204/A	8,5	5,5	11,4	1448
G 1204/B	8,4	5,2	11,4	1430
G 1208/A	18	22	39	2938

2.3 Reversio

Reversiossa on käytössä neljä pumppua, joiden tiedot on nähtävissä taulukossa 2.

TAULUKKO 2 Reversion pumput

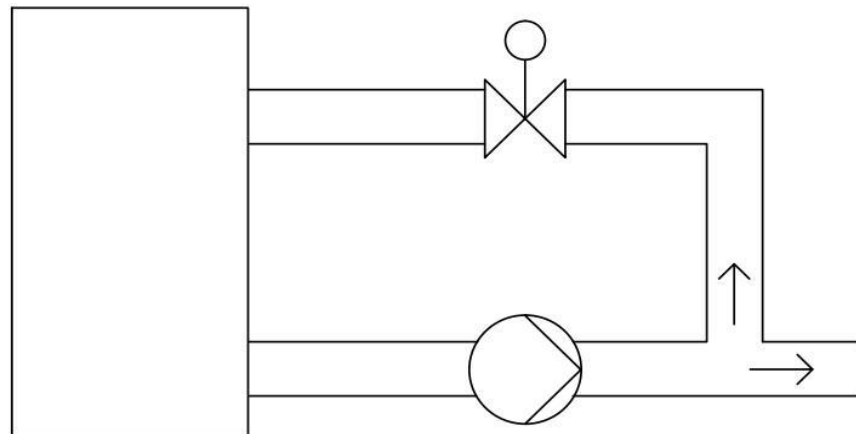
Positio	Kapasiteetti (m ³ /h)	Teho (kW)	Virta (a)	Kierrosluku (rpm)
G 709	2	5,5	10,6	2855
G 707	30	5,5		
G 703	215	47	79	2968
G 704	85	58	58	2940

3 PUMPPUJEN SÄÄTÖTAVAT

Pumppujen säätöön käytetään pääasiallisesti ohivirtaussäätö, kuristussäätöä, on-off-säätöä ja pyörimisnopeudensäätöä. Näistä säätötavoista kahdessa ensimmäisessä ei suoraan säädetä itse pumppua, vaan säätö kohdistuu putkistoon.

3.1 Ohivirtaussäätö

Tässä säätömenetelmässä osa virtauksesta johdetaan pumpun painepuolelta takaisin imupuolelle (kuva 2). Tällöin pumppu kierrättää osan nesteestä, johon kuluva energia muuttuu suoraan tehohäviöiksi. Tämä tekeekin ohivirtaussäädöstä epätaloudellisen.



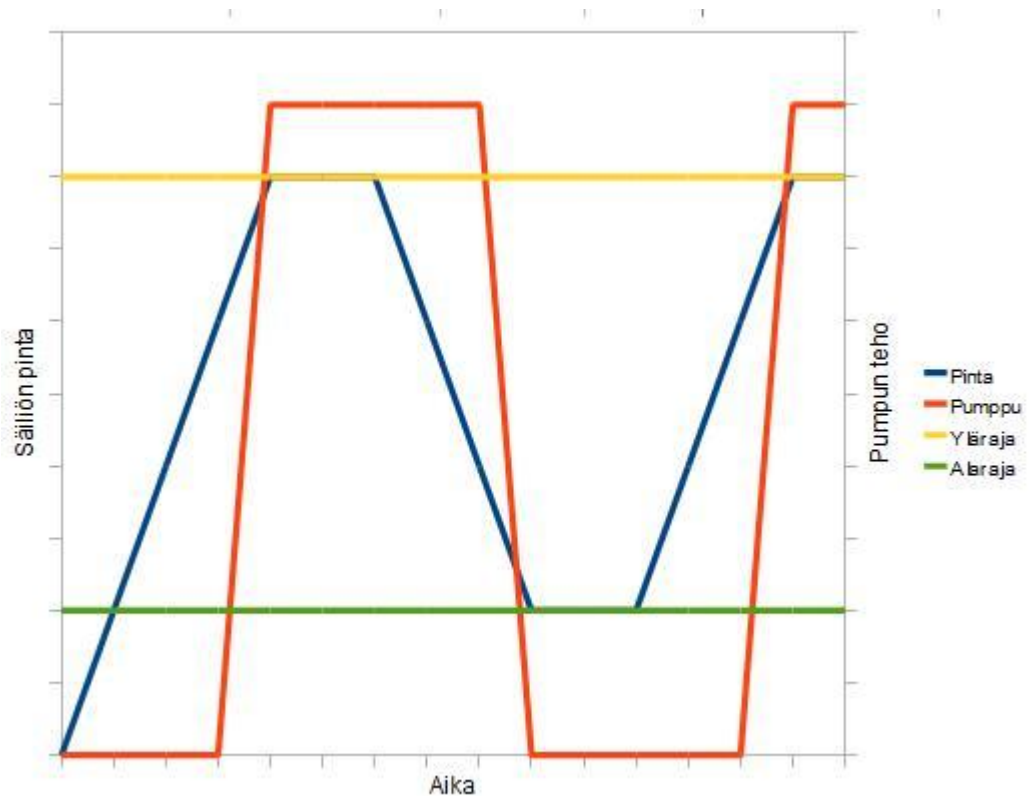
KUVA 2: ohivirtaussäätö.

3.2 Kuristussäätö

Kuristussäätö on perinteisin säätötapa. Virtausta rajoitetaan venttiilillä kasvattaen painehäviötä, jolloin saadaan säädettyä tilavuusvirtaa. Vaikka kuristussäätö onkin taloudellisempi vaihtoehto kuin ohivirtaussäätö, painehäviön kasvattaminen kuitenkin lisää pumppauksen häviöitä.

3.3 On-off-säätö

Nimensä mukaisesti tässä säätömenetelmässä pumppu on joko päällä tai pois päältä. Tällöin voidaan esimerkiksi säiliön pinta pitää haluttujen rajojen sisäpuolella (Kuva 3). On-off-säätö ei sovellu kaikkiin käyttökohteisiin, mutta sillä säädettyihin järjestelmiin voidaan hyödyntää myös muita säätötapoja.



KUVA 3: On-off-säätö.

3.4 Pyörimisnopeuden säätö

Tällä säätötavalla muutetaan pumpun pyörimisnopeutta taajuusmuuttajalla tai nestekytkimellä. Pyörimisnopeutta muuttamalla päästään energiatehokkaisiin pumppausratkaisuihin.

Nestekytкимиä (hydraulikytkimiä) on käytetty pääosin suuremmissa teholuokissa, ja niitä käytetään vielä monissa laitoksissa. Pumppausyksikkö on kuitenkin monimutkaisempi ja sen kunnossapitokustannukset ovat suuremmat kuin

taajuusmuuttajakäytössä. Nestekytintä ei myöskään voida ajaa ylikerroksilla, mutta se ei ole yhtä herkkä ohjaustekniikasta tuleville häiriöille, toisin kuin taajuusmuuttaja. [6.]

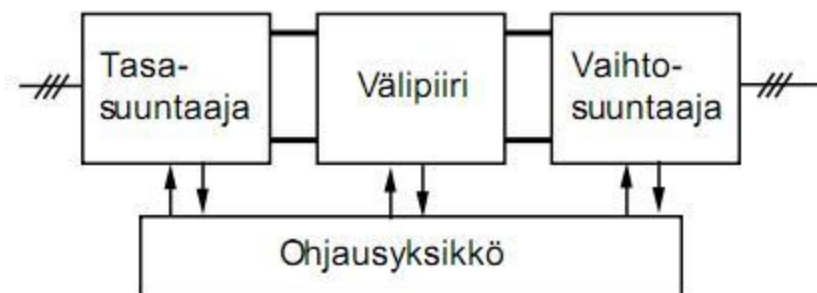
Voidaankin todeta, että taajuusmuuttaja on taloudellisempi ja monipuolisempi säätötapa kuin mikään muu edellä mainituista.

4 TAAJUUSMUUTTAJA

Taajuusmuuttaja on laite, joka säätelee portaattomasti moottorin pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia. Tämä säätötapa on energiatehokkaampi kuin perinteiset menetelmät, joissa pumppujen tai puhaltimien virtausta säädetään venttiileillä tai siipisäätimellä. [2.]

4.1 Rakenne

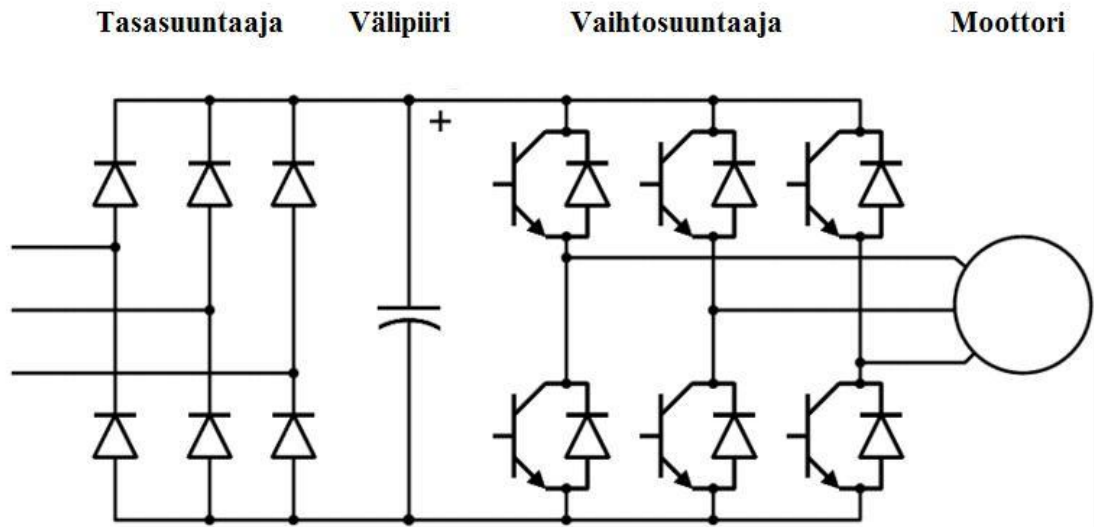
Taajuusohjatuissa oikosulkumoottorikäytöissä käytetään välipiirillä varustettuja taajuusmuuttajia, joka muodostuu kuvassa 4 nähtävistä osista. Tarkempi rakenne nähdään kuvasta 5.



KUVA 4: Taajuusmuuttajan lohkokaavio /3, s.17/

Taajuusmuuttajan ensimmäisenä osana toimii tasasuuntaaja, joka muuttaa vaihtojännitteen tasajännitteeksi. Tästä muodostunut sykkivä tasajännite suodatetaan välipiirissä tai muutetaan tasavirraksi tasoituskuristimella. Välipiirin tasasähköstä

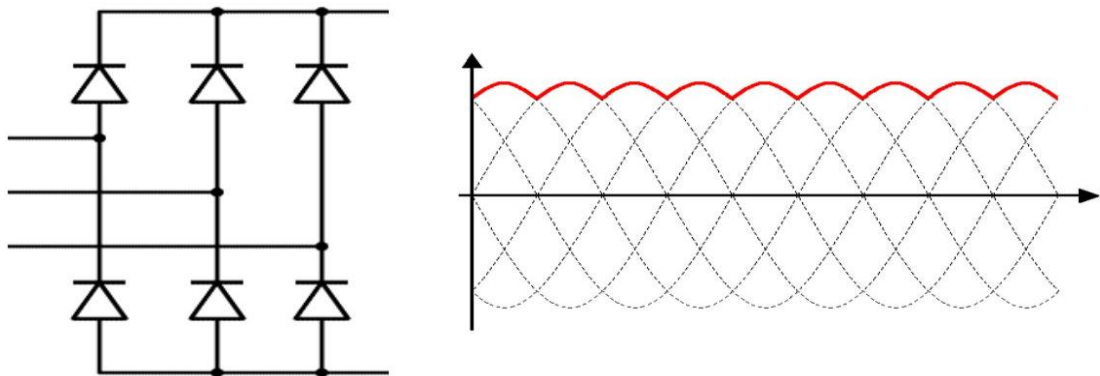
muodostetaan halutun taajuista vaihtosähköä viimeisen osan eli vaihtosuuntaajan avulla. Näiden kaikkien osien toiminnasta vastaa ohjausyksikkö. [3, s.17:]



KUVA 5: taajuusmuuttajan rakenne./5/

4.1.1 Tasasuuntaaja

Tasasuuntaaja muuttaa syöttöverkolta tulevan kolmivaiheisen vaihtojännitteen sykkiväksi tasajännitteeksi. Tämä tapahtuu joko diodien, tyristorien tai näiden puolijohteiden yhdistelmän avulla. Tasasuuntaajaa kutsutaan ohjaamattomaksi, kun se on varustettu diodeilla (Kuva 6). Jos tasasuuntaajassa on pelkästään tyristoreja, sitä kutsutaan kokoaalto-ohjatuksi. Jos tasasuuntaaja sisältää sekä tyristoreja että diodeja, sitä nimitetään ohjatuksi puolialtotasasuuntaajaksi. [4, s.13]



KUVA 6: diodein varustettu kolmivaiheinen tasasuuntaaja. /5/

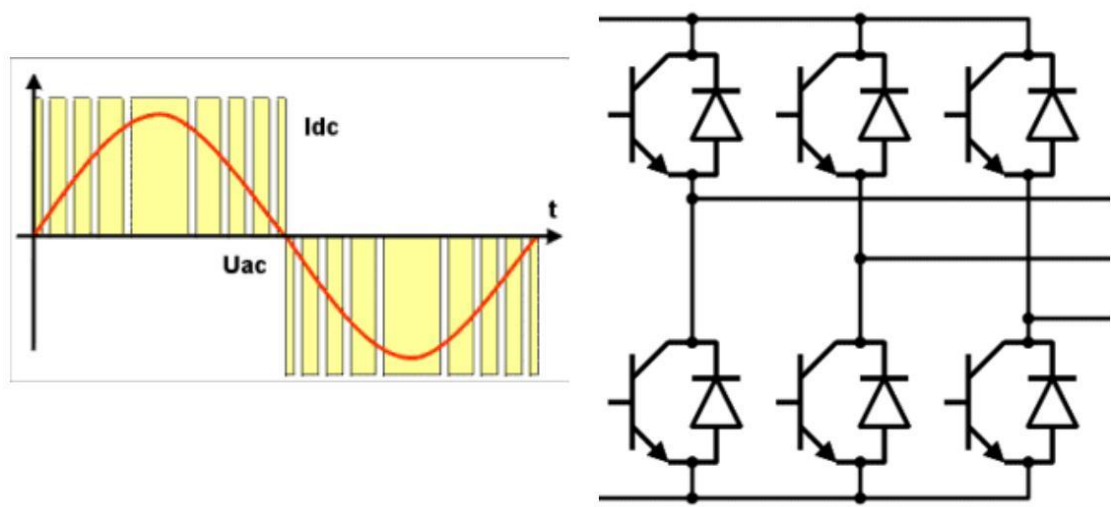
4.1.2 Välipiiri

Välipiirin tarkoituksena on toimia eräänlaisena energian välivarastona, josta vaihtosuuntaaja antaa energiaa moottorille. Tasa- ja vaihtosuuntaajan tyyppi vaikuttaa välipiirin toteutukseen, joita on olemassa kolme erilaista: muuttava tasavirtävälipiiri, vakio- tai muuttuvajännitteinen välipiiri. Käytännössä välipiiri muuttaa tasasuuntaajan jännitteen tasavirraksi tai suodattaa sykkivän tasajännitteen. [4, s.16–17:]

4.1.3 Vaihtosuuntaaja

Vaihtosuuntaajalla muutetaan moottorijännitteen taajuutta ja suuruutta. Välipiiristä tulee vaihtosuuntaajalle joko muuttuva tasavirta, muuttuva jännite tai vakiotasajännite. Vaihtosuuntaaja pitää huolen siitä, että moottori saa aina vaihtovirtaa.

Vaihtosuuntaajat eivät suinkaan toimi aina samalla tavalla, mutta tästä huolimatta niiden rakenne on sama, pääkomponentteina toimivat ohjatut puolijohteet, jotka ovat pareittain kolmessa haarassa, tämä on esitetty kuvassa 7. Vaihtosuuntaaja vaikuttaa vain taajuuteen, kun se saa muuttuvan virran tai jännitteen, mutta sen tulee ohjata jännitteen taajuutta ja amplitudia, jos jännite on vakio. [4 s.18–19]



KUVA 7: kolmivaiheinen vaihtosuuntaaja. /5/

4.1.4 Ohjausyksikkö

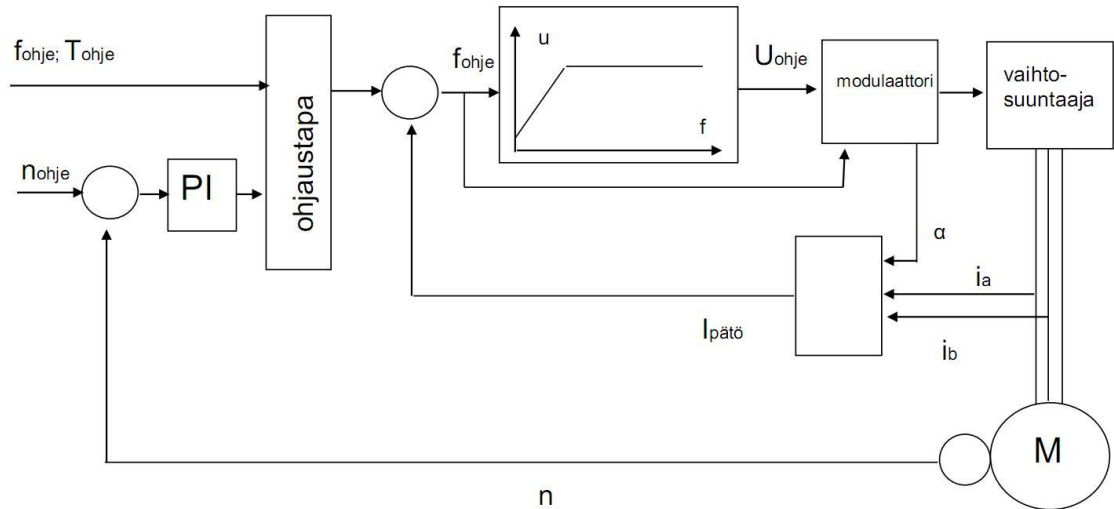
Ohjausyksiköllä on kaksi päätehtävää, ohjata puolijohteita (tasa- ja vaihtosuuntaaja) ja vastaanottaa ympärillä olevista laitteista tulevia viestejä tai lähettää niitä muihin laitteisiin. Taajuusmuuttaja voi ottaa vastaan sekä analogisia että digitaalisia viestejä. Analogisetviestit voivat olla mikä tahansa arvo määritetyllä alueella ja tarkkuudella, kun taas digitaalisillaviesteillä voi olla vain kaksi arvoa. [4, s. 31–33]

4.2 Skalaarisäätö

Skalaarisäätö on yksinkertaisin säätötapa, ja sitä käytetäänkin usein yksinkertaisissa sovelluksissa, kuten pumpuissa ja puhaltimissa. Se ei ota huomioon moottorin ominaisuuksia, eikä näin ollen tarvitse moottorin kilpiarvoja toimiakseen. [5]

Skalaarisäädössä moottorin pyörimisnopeutta ohjataan muuttamalla vaihtosuuntaajan lähtötaajuutta, tällöin moottorin pyörimisnopeus asettuu kuormitusväätömomentin ja taajuuden määräämään arvoon. Lähtö jännite riippuu lähtötaajuudesta. Taajuuden kasvaessa, myös jännite kasvaa lineaarisesti, aina nimellisjännitteeseen asti. Mikäli taajuutta kasvatetaan yli nimellistaajuuden, pysyy jännite vakiona nimellisjännitteessä.

Skalaarisäädöllä voidaan säätää joko moottorin väätömomenttia tai pyörimisnopeutta tai molempia vuorotellen. Moottorin väätömomentti saadaan selville moottorin pätövirran avulla, ja pyörimisnopeus voidaan määrittää takometrillä. [3, s.23]



KUVA 8: Skalaarisäädön lohkokaavio. /5/

Kuvassa 8 on esitetty skalaarisäädön toimintaperiaate. Moottorilta (M) luetaan pyörimisnopeus (n), jota verrataan pyörimisnopeuden ohjeelliseen arvoon (n_{ohje}). Säädetavasta riippuen pyörimisnopeudesta saatua dataa tai asetettua vääntömomentin (T_{ohje}) arvoa verrataan pätövirtaan (I_{pato}). Tästä määritellään uusi taajuuden arvo (f_{ohje}), jolle etsitään vastaava jännite arvo (U_{ohje}). Nämä ohjearvot siirretään modulaattorille, joka puolestaan lähettää viestin vaihtosuuntaajalle. Pätövirta saadaan laskemalla moottorin vaihevirroista (i_a ja i_b) sekä jännitteen vaihekulmasta (α).

Skalaarisäätöön on myös saatavilla lisätoimintoja, jotka on oltava ohjelmaan aktivoituina jo tehtaalla. Lisätoiminnot ovat:

Jumisuoja pysäyttää vaihtosuuntaajan, kun moottorin yllilämpenemisen vaara on ilmeinen.

Vauhtikäynnistys mahdollistaa suuntaajan käynnistämisen pyörivään moottoriin ilman, että moottoria ensin jarrutettaisiin.

Verkkokatkossäätö pitää vaihtosuuntaajan toiminnassa lyhyissä (n. 0,5s) verkkokatkoksissa.

Momenttisäätö valittuna taajuusmuuttajaa ohjataan momenttiohjeella.

Nopeusmittaus takometrin avulla

Nopeussäätö takometrin avulla

Tasavirtajarrutus [3, s.24]

Muita vaihtosuuntaajan ohjausmenetelmiä ovat vektorisäätö ja DTC, eli suora vääntömomentti säätö, näitä säätömenetelmiä ei kuitenkaan käsitellä, sillä kuten jo edellä mainittiin, skalaarisäädöllä pystytään ohjaamaan pumppuja.

5 ENERGIANSÄÄSTÖLASKURI

ABB PumpSave on Microsoft Excel-työkalu, jolla voidaan laskea taajuusmuuttajasta saatavat säästöt. Tulosten tarkkuus on suoraan verrannollinen syötettyjen arvojen tarkkuuteen. Eikä saatuja tuloksia pidä käyttää varmoina energiansäästöarvoina. [1:]

5.1 Toiminta

PumpSave-työkalu on jaettu kahteen osaan, näistä ensimmäiseen syötetään tarvittavat tiedot (kuvat 9 ja 10) ja toiseen tulostetaan energiansäästö (kuva 11).

Ensin syötetään pumpun tiedot, jonka jälkeen ohjelma tulostaa pienen diagrammin näiden tietojen oikealle puolelle. Diagrammissa esitetään nostokorkeus virtaaman funktiona, ja se ottaa huomioon nostokorkeuden, maksimi nostokorkeuden sekä staattisen nostokorkeuden. Tämän diagrammin avulla käyttäjä voi päätellä, ovatko edellä mainitut arvot kelvollisia, tähän paneudutaan tarkemmin kohdassa 5.1.1. [1]

Seuraavaksi syötetään moottorin tiedot ja valittu taajuusmuuttaja, ja lopuksi syötetään virtausprofiilin ja investoinnin tiedot. Tämän jälkeen ohjelma laskee ja tulostaa saadut säästöt.

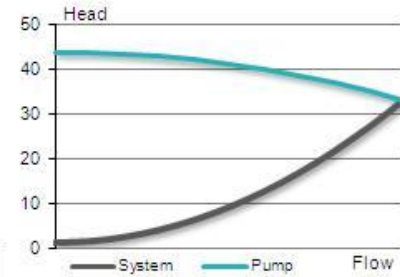
PumpSave 5.0 Energiansäästölaskuri pumpuille

Suomi

ABB

Pumppu

Tilavuusvirta	1100	m ³ /h
Nostokorkeus	33	m
Maksimi nostokorkeus	44	m
Hyötysuhde	88	%
Nesteen tiheys	1000	kg/m ³
Stattinen nostokorkeus	1	m
Nykyinen säätömenetelmä	Kuristussäätö	



Käyttö ja moottori

Syöttöjännite	400 V
Moottorin teho	123,6 kW
Moottorin teho	132 kW
Moottorin hyötysuhde	95 %
Säätö AC käytöllä	ACS550

ACS550-01-248A-4

KUVA 9: pumppu ja moottorin tiedot.

5.2 Pumppu

Tilavuusvirta, Q_n (m³ /h)

Maksimi virtaama, jonka järjestelmä pystyy tuottamaan ja johon nykyisellä pumpulla ja säädöllä pitää päästä. Ohjelma olettaa, että taajuusmuuttajan on päästävä täysin samaan virtaukseen. Energiansäästölaskelma pohjautuu virtauksiin, jotka ovat yhtä suuria tai pienempiä kuin Q_n .

Nostokorkeus H_n (m)

Nostokorkeus, joka pumpun pitää saada aikaan, jotta päästään annettuun tilavuusvirtaan Q_n . Arvon on oltava sama kuin pumpun ja järjestelmän käyrien leikkauspiste (kuva 9). Ohjelma olettaa, että järjestelmän käyrä nykyisellä säädöllä ja taajuusmuuttajasäädöllä ovat samat, käytännössä tämä toteutuu vain harvoin.

Maksimi nostokorkeus H_{max} (m)

Nostokorkeus, johon pumppu pääsee täysillä kierroksilla: virtauksella ollessa nolla. Arvo määritetään pumpun käyrästä (kuva 9). Vaihtoehtoisesti voidaan valita arvo H_{max} , joka yhdessä H_n arvon kanssa piirtää käyrän välille 20...100 % Q_n .

Hyötysuhde η_n (%)

Hyötysuhde virtaukselle Q_n . Arvoksi annetaan käytetyn juoksupyörän hyötysuhde.

Nesteentiheys ρ (kg/m³)

Järjestelmässä virtaavan nesteentiheys.

Staattinen nostokorkeus H_{st} (m)

Staattinen nostokorkeus on pumpun sisääntulo paineen ja ulostulo paineen erotus, joka on muunnettu nostokorkeudeksi. Käytännössä se on netto korkeus, jonka neste joutuu nousemaan, mutta lisäksi pitää ottaa huomioon säiliön paine.

Nykyinen säätömenetelmä

Kolmesta eri vaihtoehdosta valitaan nykyisin säätömenetelmä:

Kuristussäätö tarkoittaa että virtausta säädetään venttiilillä, ja pumppu moottori pyörii huippu nopeudella ja paineella.

ON/OFF tarkoittaa että pumppu on joko päällä tai pois, riippuen virtauksen tarpeesta. Kun pumppu on päällä, moottori pyörii huippu nopeudella ja paineella.

Hydraulinen säätö tarkoittaa että linjaa säädetään hydraulisesti tai jollain muulla vastaavalla tavalla. Moottori pyörii huippunopeudella, mutta liuskalla kontrolloidaan pumpun akselia. [1.]

5.3 Käyttö ja moottori**Syöttöjännite**

Käytettävä syöttöjännite, joka tulisi olla välillä 115–690 V.

Vaadittava moottorinteho

Annettujen pumpun tietojen avulla ohjelma laskee vaadittavan pumpputehon, tämä sisältää myös 10 % lämpö marginaalin. Moottorin teho voidaan antaa tämän luvun perusteella.

Moottorinteho

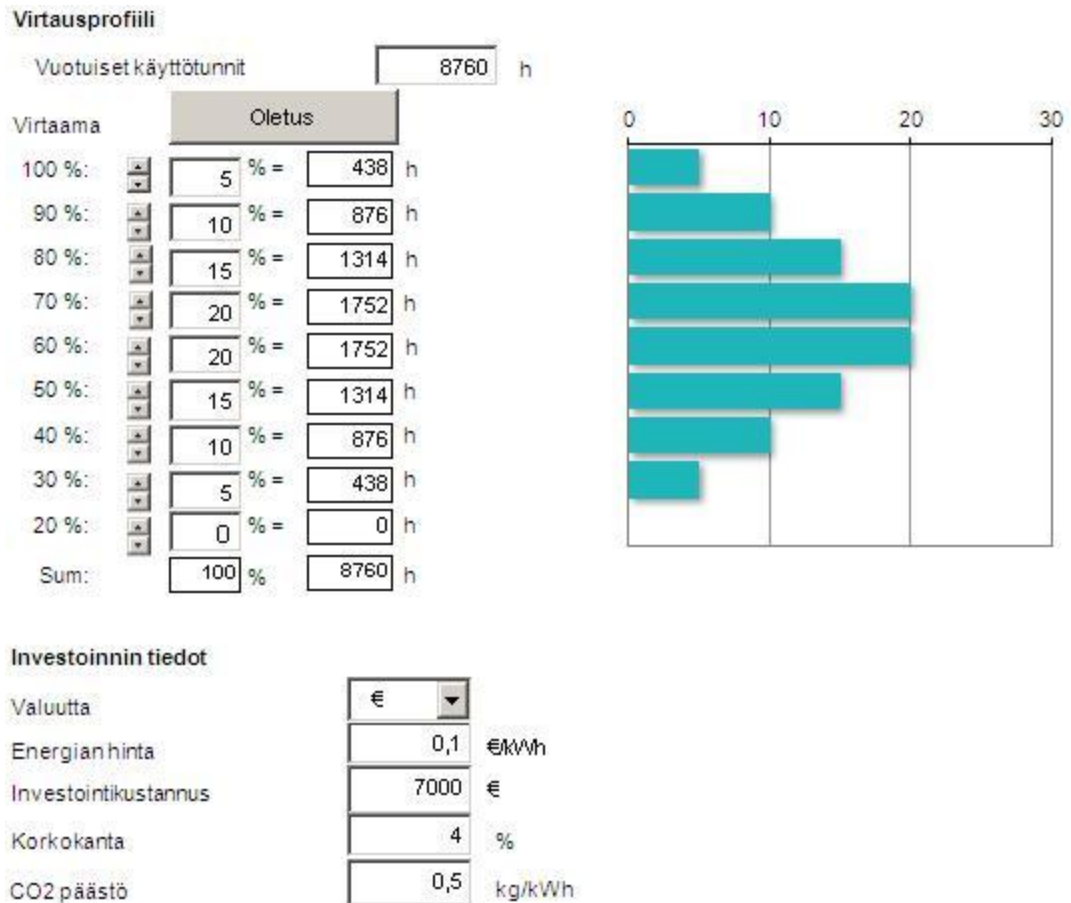
Kilvessä oleva moottorin teho. Ohjelma käyttää laskettua tehontarvetta, määrittääkseen energiansäästöt.

Moottorinhyötysuhde η_m (%)

Moottorinhyötysuhteen kilpiarvo.

Säätö AC käytöllä

Valikosta valitaan käytettävä taajuusmuuttajasäätö. [1]



KUVA 10: virtausprofiili ja investoinnin tiedot.

5.4 Virtausprofiili ja investoinnin tiedot

Vuotuiset käyttötunnit

Kenttään syötetään pumpun tunti määrä, jolla pumpua käytetään. Maksimi arvo on 8760 tuntia.

Käyttöaika eri virtauksilla (%)

Kenttiin syötetään prosentuaalinen osuus vuotuisesta käyttöajasta tietylle virtaukselle. Näiden prosenttien summa on luonnollisesti oltava 100 %.

Valuutta

Haluttu valuutta, jota käytetään laskelmissa.

Energianhinta (kWh)

Energianhinta valitulla valuutalla kilowattituntia kohden.

Investointikustannus

Kustannukset jotka kuluvat taajuusmuuttajan hankintaan ja asennukseen sekä vanhan järjestelmän muokkaamiseen. Tämän tiedon avulla ohjelma laskee takaisinmaksuajan.

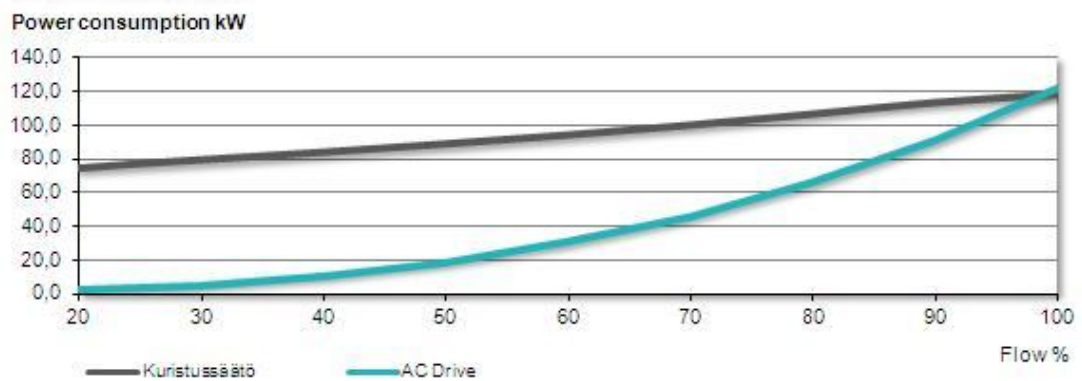
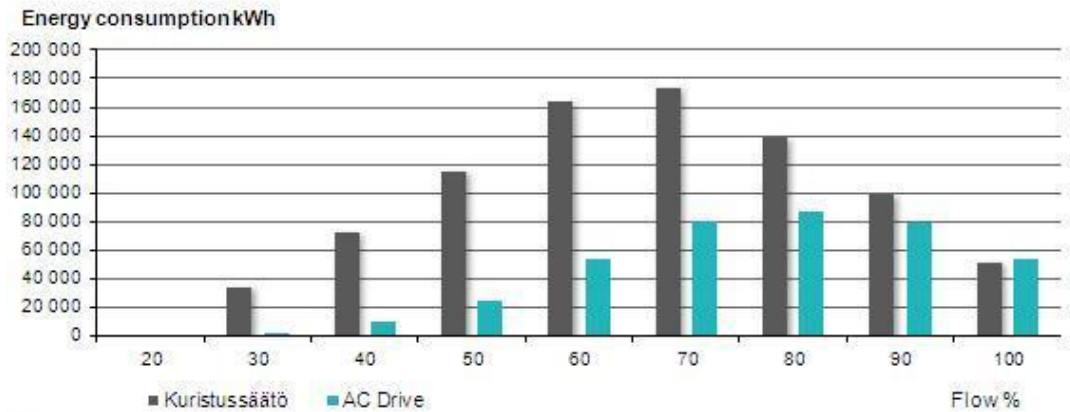
Korkokanta (%)

Investoinnin korkokanta.

CO₂ päästöt (kg/kWh)

Moottorin aiheuttamat hiilidioksidi päästöt kilowattituntia kohden. [1]

Vuotuinen energiansäästö	460	MWh
Energiankulutus		
nyky menetelmällä	850	MWh
parannetulla menetelmällä	391	MWh
Säästö prosentteina	54,0	%



Investoinnin tiedot

Vuosittainen säästö	45 964	€
Takaisinmaksuaika	0,2	vuotta
CO2 alenema	230	t/vuosi

KUVA 11: energiansäästö.

5.5 Tulokset

Tuloksissa esitetään vuotuinen energiansäästö, niin konkreettisenä lukuna kuin prosentuaalisena arvonakin, sekä vuosittaiset säästöt, takaisinmaksuaika ja hiilidioksidialenema.

Tuloksissa on myös kaksi diagrammia. Pylväsdiagrammista nähdään energiankulutus sekä nykyisellä että taajuusmuuttajasäädöllä, tämä on esitetty energiavirtaaman funktiona. Viivadiagrammissa verrataan nykyistä tehonkulusta taajuusmuuttajakäytön tehonkulutukseen, diagrammi on muodossa tehovirtaaman funktiona.

6 PROSESSI

Tässä osiossa tutustutaan jätevesipumppaamon ja reversion toimintaan sekä niiden nykyiseen tilaan. Yksinkertaistetut piirrokset kyseisistä järjestelmistä löytyvät liitteestä 1.

6.1 Jätevesipumppaamo

Tehtaalla on useita jätevedenkeräyspisteitä, joista liuotinpitoinen jätevesi johdetaan jäteveden ja liuottimen erotusaltaalle F 1202. Täältä vedestä erotettu liuotin pumpataan pumpulla G 1208 säiliöön F 1205. Pumppu G 1208 toimii vain jaksoittain, keskimäärin vain muutaman tunnin viikossa. Pumpun käydessä sen aikaansaamaa virtausta ei säädetä, vaan pumppu toimii maksimikapasiteetillaan.

Jätevesi pumpataan säiliöstä F 1202 pumpulla G1201/A tai B säiliöön F 1206. Pumppu G 1201/A on varustettu taajuusmuuttajalla, mutta virtausta säädetään kuitenkin pinnan säätöventtiilin LIC-1687 ohjaamana. Venttiilin ohjaus on tyypillisesti n. 85 %.

Säiliöstä F 1206 jätevesi pumpataan edelleen pumpulla G1204/A tai B säiliöön F 1208. Näillä pumpuilla ei ole taajuusmuuttajaa. Virtausta ohjaa pinnan säätöventtiili LV-1691. Venttiilin ohjaus on tyypillisesti n. 50 %. Lopuksi jätevesi pumpataan pois tehtaalta pumpulla G 1208/A. Myös tämän linjan virtausta säädetään pinnan säätöventtiilillä. Venttiilin ohjaus on tyypillisesti n. 18 %.

6.2 Reversio

Työliuos johdetaan ensin reaktoriin D 700, josta sitä pumpataan pumpulla G 709 seuraavaan reaktoriin D 701. Virtaus säädetään pinnan säätöventtiilillä LIC-1338. Venttiilin ohjaus on tyypillisesti 70 %. Tästä reaktorista liuos siirretään edelleen seuraavaan reaktoriin D 702. Siirto tehdään pumpulla G 707. Virtausta säädetään pinnan säätöventtiilillä LIC-1347. Venttiilin ohjaus vaihtelee välillä 50-100 %. Tästä reaktorista työliuos johdetaan säiliöön F 702. Säiliöstä F 702 työliuos pumpataan pumpulla G 703 erottimen S 706 läpi säiliöön D 704. Virtaus säädetään niin ikään pinnan säätöventtiilillä. Venttiilin ohjaus on tyypillisesti 70 %. Pumpulta G703 on myös paluukierto takaisin säiliöön F702. Tämän paluulinjan virtausmäärä on arvioitu pumpun tehokäyrältä. Lopuksi työliuos pumpataan pumpulla G704 takaisin ns. pääkiertoon. Virtausta ohjaa pintasäätö LIC-1311. Venttiilin ohjaus on tyypillisesti 70 %.

7 KAAVAT

Vaikka PumpSave-ohjelma laskeekin vuotuisen energiansäästön sekä taajuusmuuttajan takaisin maksuajan, ei näihin tuloksiin voida täysin luottaa. Ensinnäkin vuotuinen energian säästö pyöristetään Mwh:n tarkkuudella. Toiseksi takaisinmaksuajan laskennassa ei oteta huomioon kertynyttä korkoa, vaikka se onkin syötettävä arvo. Tästä syystä on tarpeen tarkastella takaisinmaksuaikaa perinteisemmällä tavalla. Laskuissa on kuitenkin käytetty PumpSaven laskemaa vuosittaista säästöä (€).

Vuotuinen energiansäästö saadaan yhtälöstä:

$$E_S = \frac{S_a}{E_k} \quad (1)$$

jossa s_a = Vuosittainen säästö (€)

E_h = Energian hinta (€/kWh)

Enimmäiskustannus puolestaan lasketaan seuraavasti:

$$y = \frac{x*(z+z^2+\dots+z^n)}{z^n} \quad (2)$$

,jossa n = Takaisinmaksuaika vuosissa

x = Vuosittainen säästö (€)

z = Korko

7.1 Esimerkkilaskut

Seuraavaksi esitettävissä esimerkkilaskuissa on käytetty pumpun G1201 vuotuista säästöä hyötysuhteelle $\eta = 80 \%$ (Taulukko 3).

PumpSave-ohjelmalla vuotuisesti säästöksi on saatu 188 € energian hinnan ollessa 0.1 €/kWh (Liite 2). Tällöin kaavan 1 avulla vuotuisesti energian säästöksi saadaan:

$$E_s = \frac{S_a}{E_k} = \frac{188 \text{ €}}{0,1 \text{ €/kWh}} = 1880 \text{ kWh}$$

Lasketaan enimmäiskustannus 6 vuoden takaisinmaksuajalla ja 4 % korolla käyttäen kaavaa 2:

$$y = \frac{x * (z + z^2 + \dots + z^n)}{z^n} = \frac{188\text{€} * (1,04 + 1,04^2 + 1,04^3 + 1,04^4 + 1,04^5 + 1,04^6)}{1,04^6} \approx 1024,94\text{€}$$

eli taajuusmuuttaja asennuksineen saa maksaa enintään 1025 €, energian hinnalla 0.1 €/kWh, jotta sen takaisinmaksuaika on 6 vuotta.

Eri energian hinnoille vastaavat vuotuiset säästöt saadaan kaavalla 1. Lasketaan vuotuinen säästö energianhinnalle 0.05 €/kWh:

$$S_a = E_s * E_h = 1880 \text{ kWh} * 0,05 \text{ €/kWh} = 94\text{€}$$

Jäljempänä on laskettu jokaiselle pumpulle energianhintoja 0.02-0.18€/kWh vastaavat enimmäiskustannukset (ks. 8 Tulokset).

8 TULOKSET

Tulosten saamiseksi pumppujen tehokäyrät määriteltiin PumpSave 5.0 -ohjelmaan. Pumppua G703 vaihdetaan tulevaisuudessa pienempään pumppuun, ja siksi se on jätetty pois tulosten tarkastelusta. Jokaiselle pumpulle on laskettu vuotuinen energian säästö kaavan 1 mukaan. Lisäksi niille on esitetty energianhintoja 0.02-0.18€/kWh vastaavat enimmäiskustannukset, jotka on laskettu kaavan 2 mukaan, kolmelle eri takaisinmaksuajalle. Pumpuille on myös esitetty CO₂ -alenema CO₂ -päästöjen funktiona. Ohjelmalta tulostetut tulokset on esitetty liitteessä 2 ja pumppujen tehokäyrät liitteessä 3.

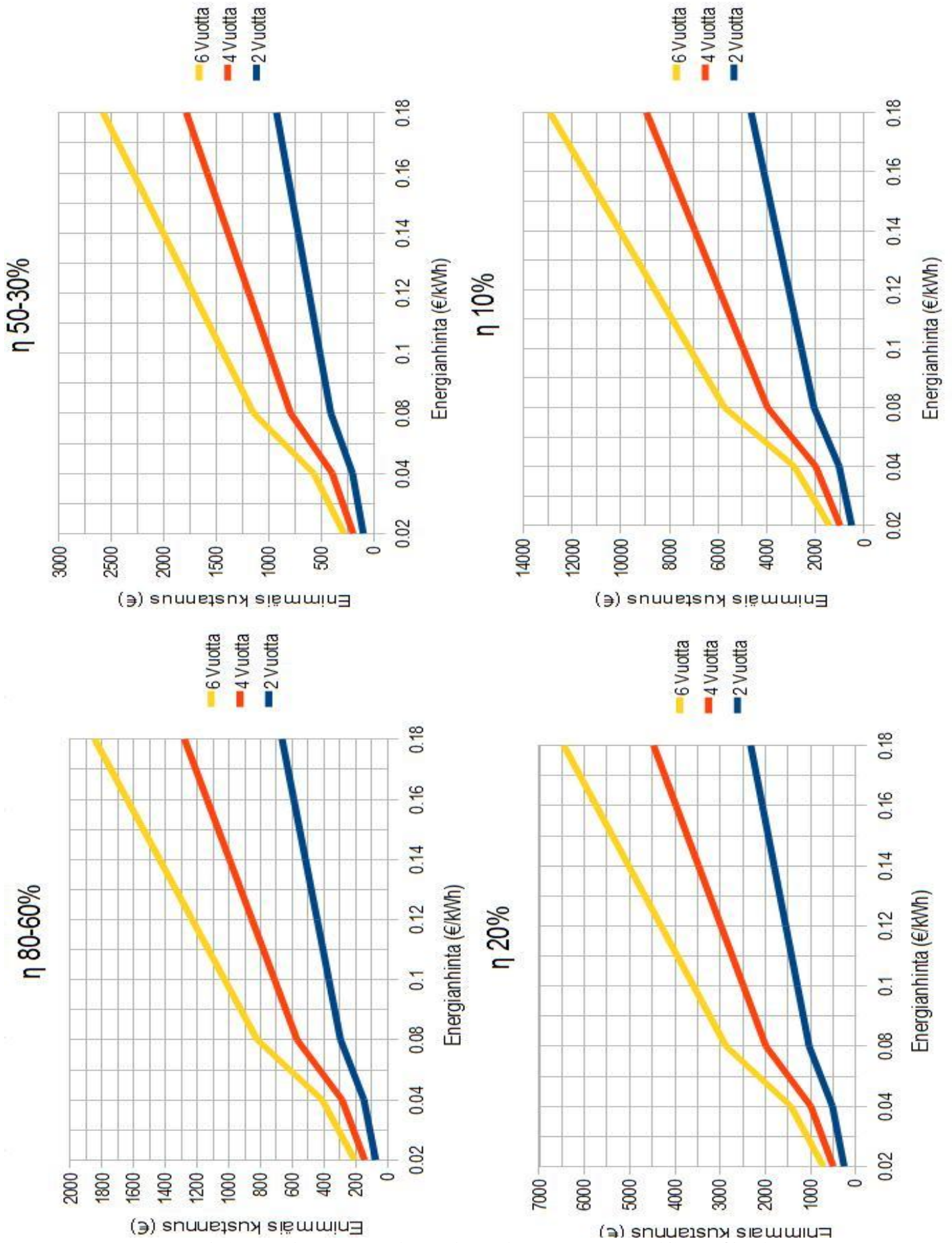
Joillekin pumpuille ei ollut saatavissa staattista nostokorkeutta. Sen suuruudella ei ole merkittävää vaikutusta lopullisiin tuloksiin, joten kyseisissä tapauksissa on käytetty oletusarvoa 1 m.

8.1 G1201/A-B

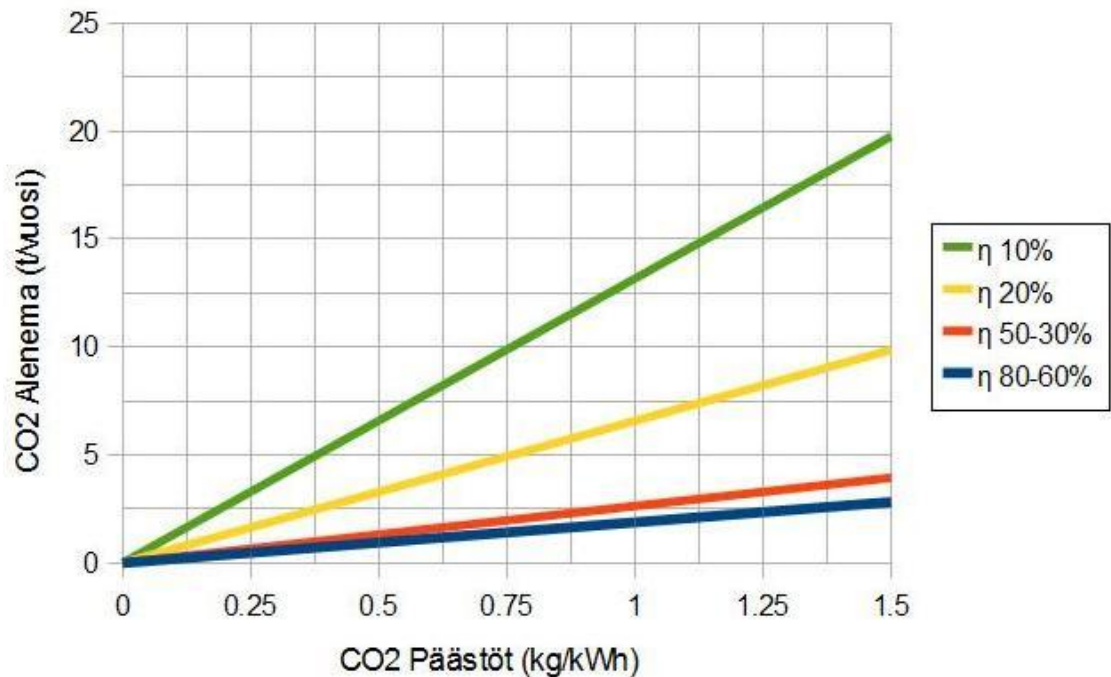
Näille pumpuille määriteltiin tehokäyrä koeajopöytäkirjan perusteella (Liite 3(1)). Maksimi nostokorkeus (H maks.) on valittu nimellisvirran ($I_n = 7.8 \text{ A}$) mukaan. Pöytäkirjasta ei kuitenkaan selviä hyötysuhdetta tai staattista nostokorkeutta. Taulukossa 3 ja kuvissa 12 ja 13 on esitetty tulokset eri hyötysuhteille, kun puolestaan liitteessä 2(1) on esitetty vain yksi tulos. Koska venttiilin asento on tyypillisesti 85 %, on virtaaman arvoiksi valittu 90 % ja 80 %.

TAULUKKO 3 G1201/A-B syötetyt arvot ja säästöt

Q (m ³ /h)	H (m)	H maks. (m)	η (%)	H staat. (m)	ρ (kg/m ³)	Säästö (€/Vuosi)	Säästö (kWh/vuosi)
20	4	13	80	1	1000	188	1880
20	4	13	70	1	1000	188	1880
20	4	13	60	1	1000	188	1880
20	4	13	50	1	1000	263	2630
20	4	13	40	1	1000	263	2630
20	4	13	30	1	1000	263	2630
20	4	13	20	1	1000	658	6580
20	4	13	10	1	1000	1317	13170



KUVA 12: Taajuusmuuttajan enimmäiskustannukset. (G1201/A-B)



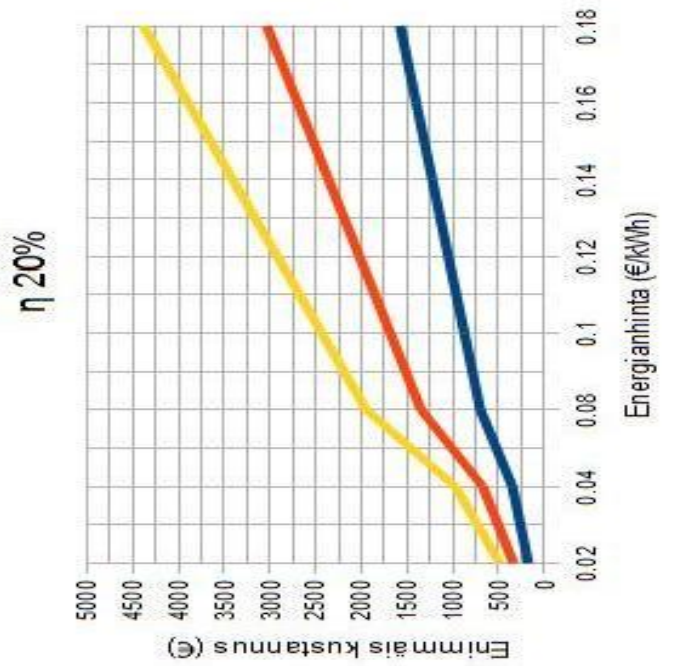
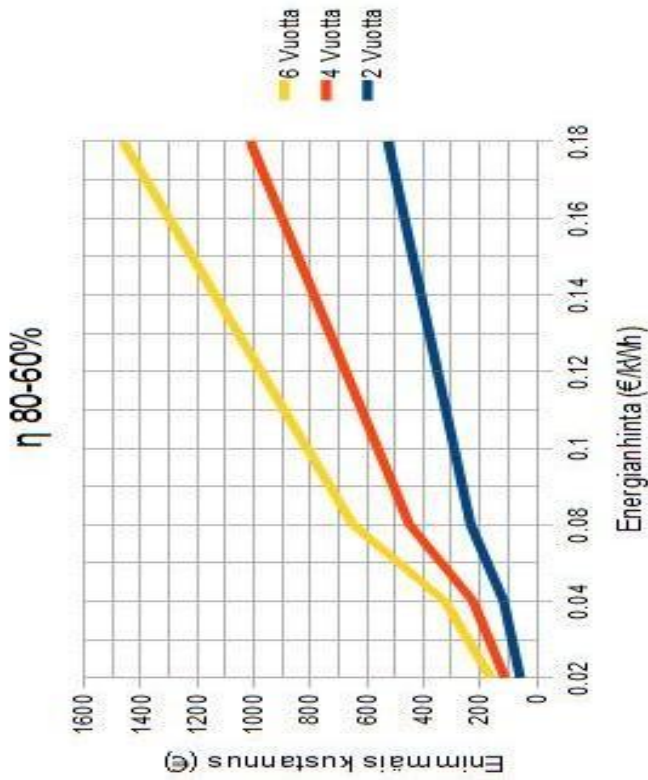
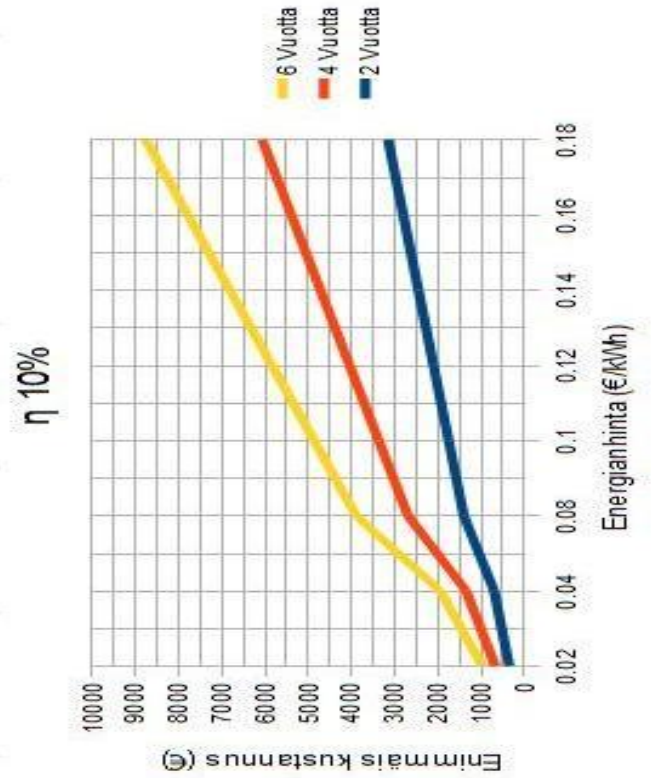
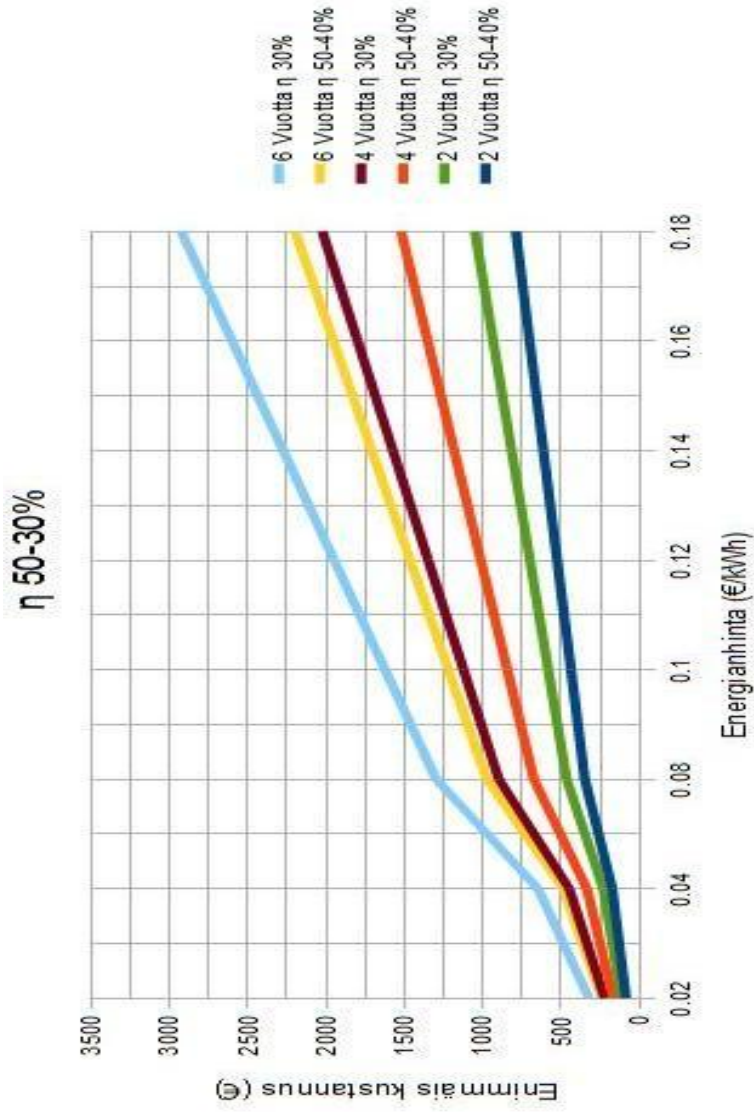
KUVA 13: CO₂ alenema taajuusmuuttaja käytössä. (G1201/A-B)

8.2 G1204/A-B

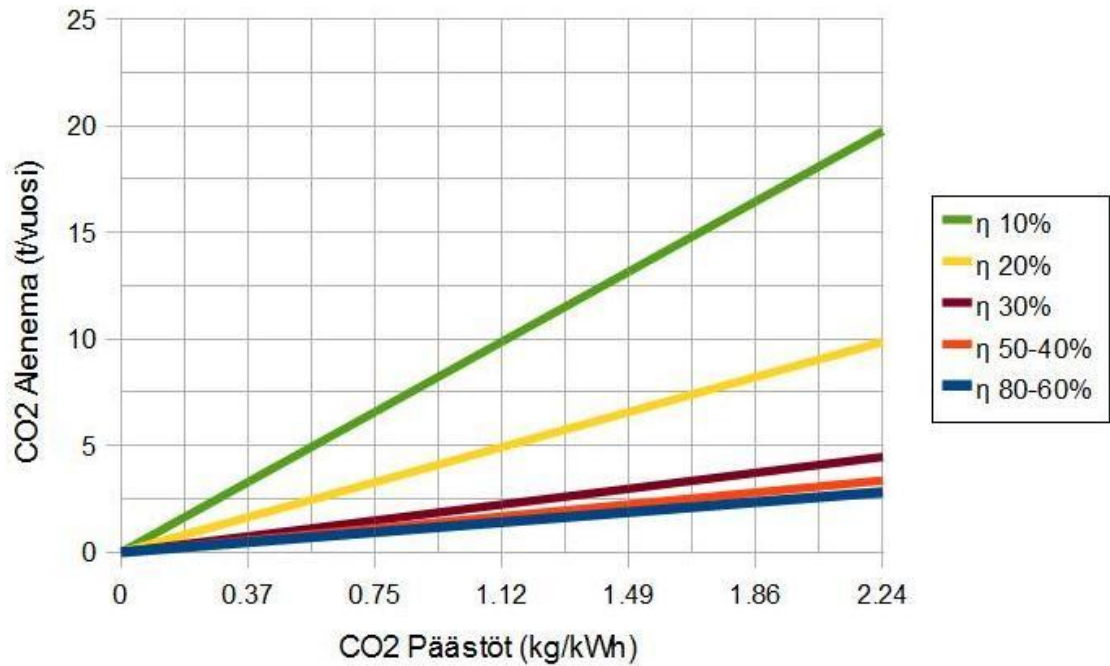
Näille pumpuille valittiin tilavuusvirtaa $Q = 9.8 \text{ m}^3/\text{h}$ vastaavat arvot pumpun tehokäyrältä (Liite 3(2)). Tehokäyrästä ei kuitenkaan selviä hyötysuhdetta eikä staattista nostokorkeutta. Liitteessä 2(2) on esitetty vain yksi tulos, mutta taulukossa 4 ja kuvissa 14 ja 15 on nähtävissä tulokset eri hyötysuhteille.

Taulukko 4: G1204/A-B syötetyt arvot ja säästöt

Q (m ³ /h)	H (m)	H maks. (m)	η (%)	H staat. (m)	ρ (kg/m ³)	Säästö (€/vuosi)	Säästö (kWh/vuosi)
20	4	13	80	1	1000	149	1490
20	4	13	70	1	1000	149	1490
20	4	13	60	1	1000	149	1490
20	4	13	50	1	1000	224	2240
20	4	13	40	1	1000	224	2240
20	4	13	30	1	1000	298	2980
20	4	13	20	1	1000	447	4470
20	4	13	10	1	1000	894	8940



KUVA 14: Taajuusmuuttajan enimmäiskustannukset. (G1204/A-B)



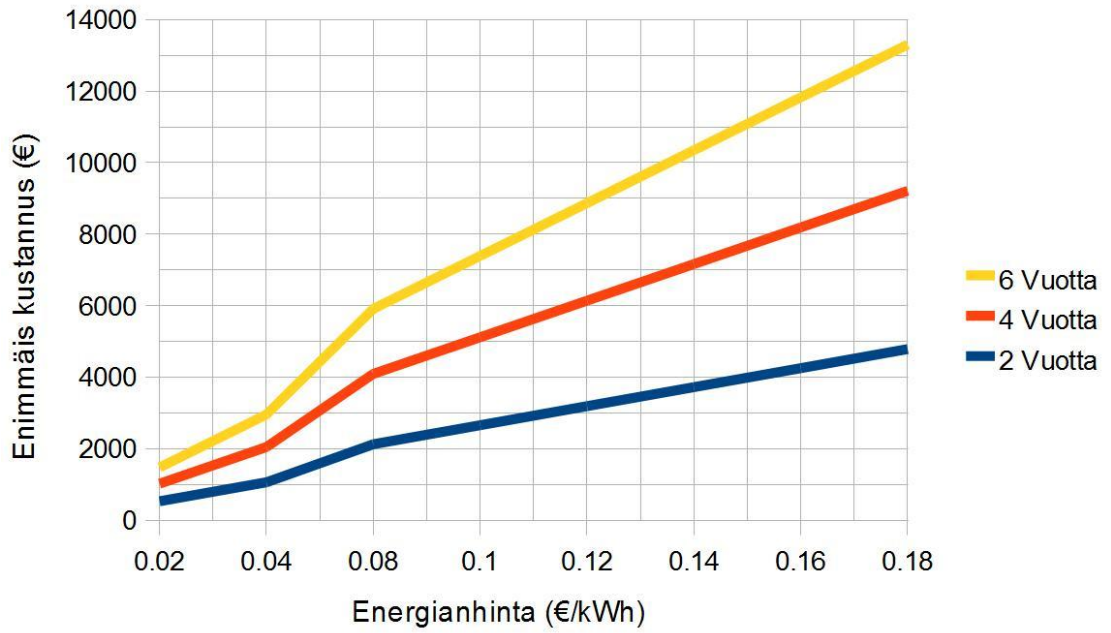
KUVA 15: CO₂ alenema taajuusmuuttaja käytössä. (G1204/A-B)

8.3 G1208/A

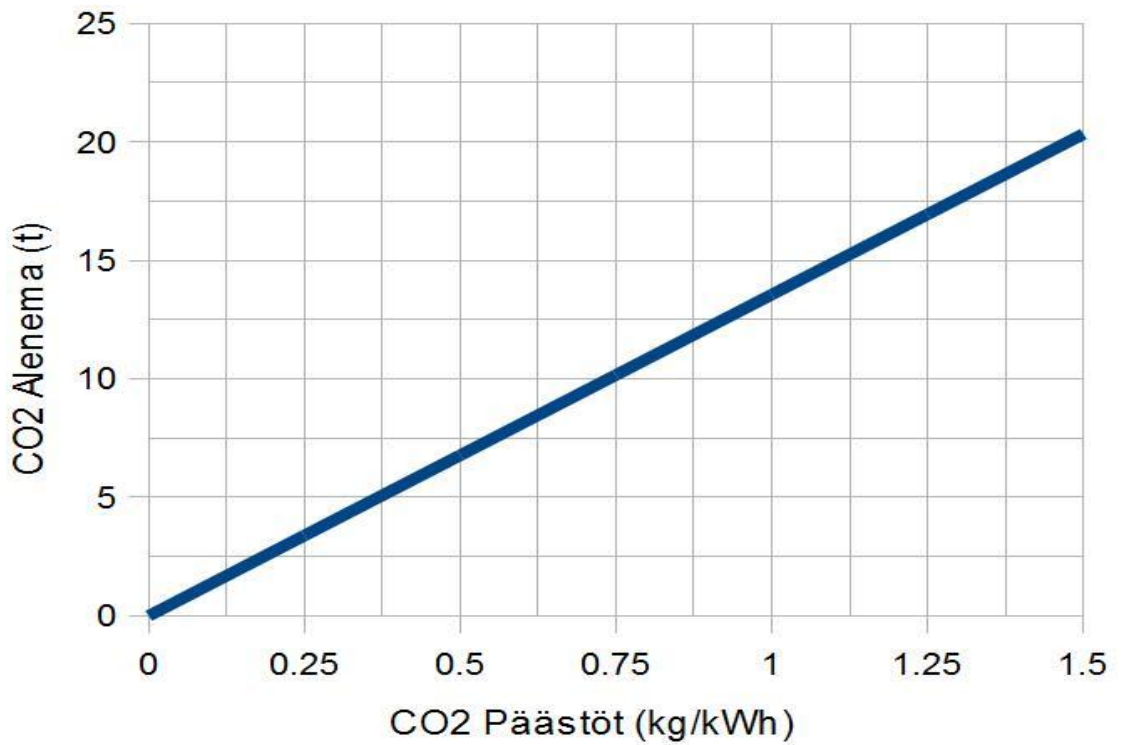
Tälle pumpulle etsittiin tilavuusvirtaa $Q = 13 \text{ m}^3/\text{h} = 3.6 \text{ l/s}$ vastaavat arvot pumpun tehokäyrältä (Liite 3(3)).

TAULUKKO 5: G1208/A syötetyt arvot ja säästöt.

Q (m ³ /h)	H (m)	H maks. (m)	η (%)	H staat. (m)	ρ (kg/m ³)	Säästö (€/vuosi)	Säästö (kWh/vuosi)
30	24.9	29.5	53	2.04	1000	1356	13560



KUVA 16: Taajuusmuuttajan enimmäiskustannukset. (G1208/A)



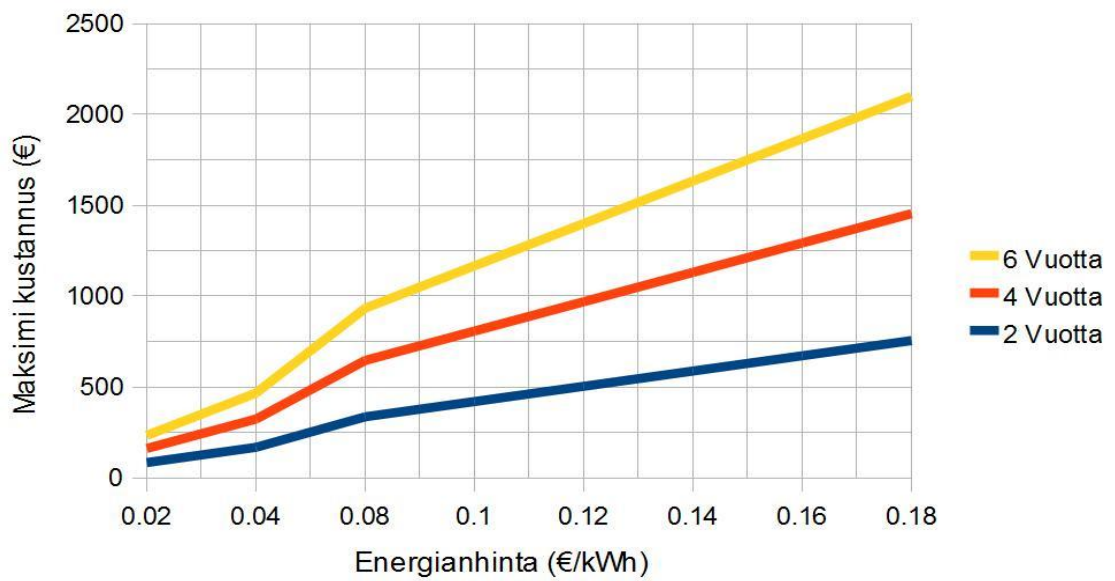
KUVA 17: CO₂ alenema taajuusmuuttaja käytössä. (G1208/A)

8.4 G709

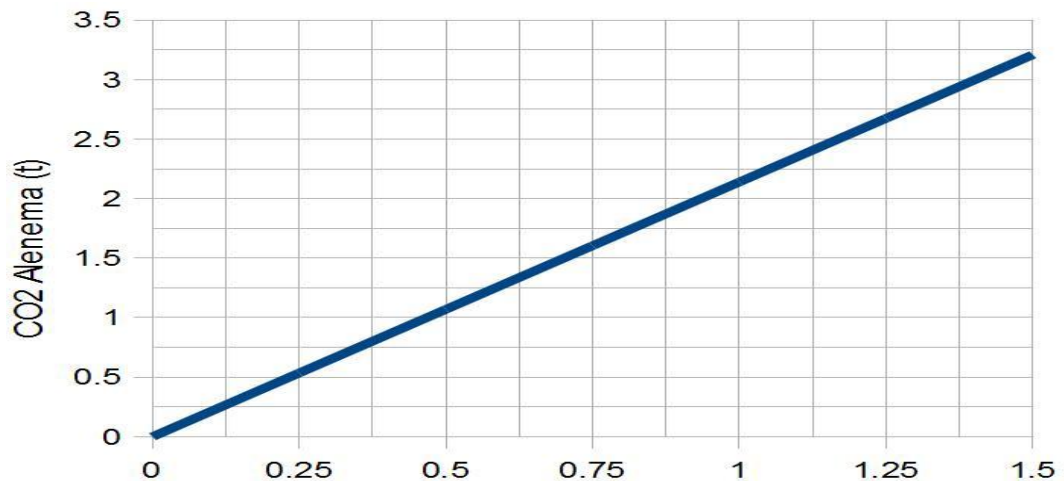
Ohjelmassa käytettävä tehokäyrä määritettiin vastaamaan pumpun todellista tehokäyrää (Liite 3(4)). Staattista nostokorkeutta ei selvinnyt pumpun tehokäyrästä.

TAULUKKO 6: G709 syötetyt arvot ja säästöt.

Q (m ³ /h)	H (m)	H maks. (m)	η (%)	H staat. (m)	ρ (kg/m ³)	Säästö (€/vuosi)	Säästö (kWh/vuosi)
2.1	13.9	15.5	11.52	1	940	214	2140



KUVA 18: Taajuusmuuttajan enimmäiskustannukset. (G709)



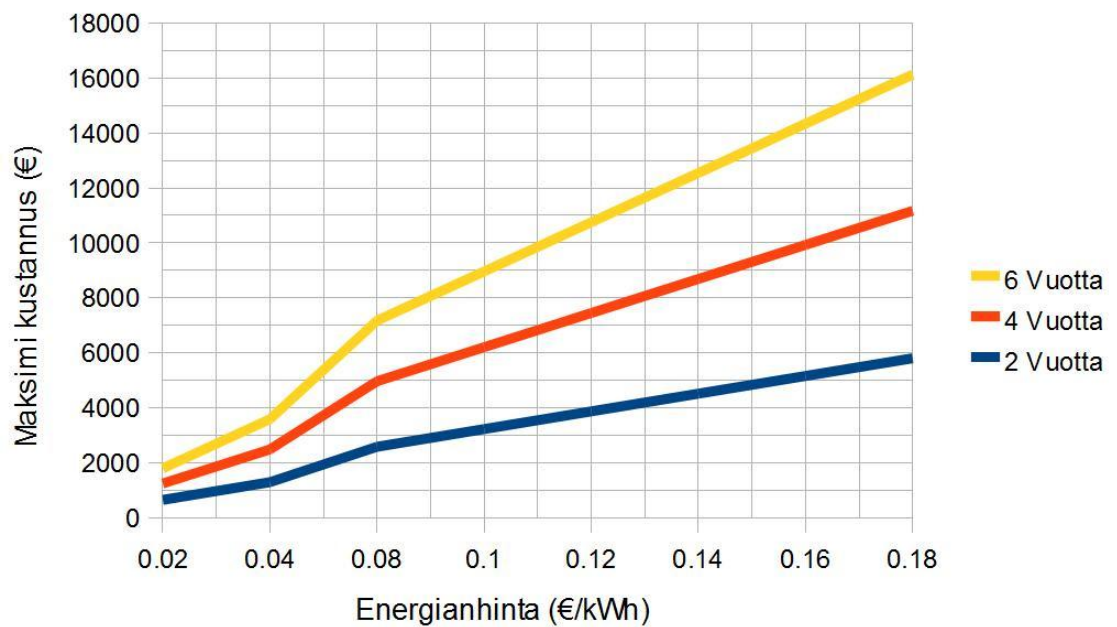
KUVA 19: CO₂ alenema taajuusmuuttaja käytössä. (G1201/A-B).

8.5 G707

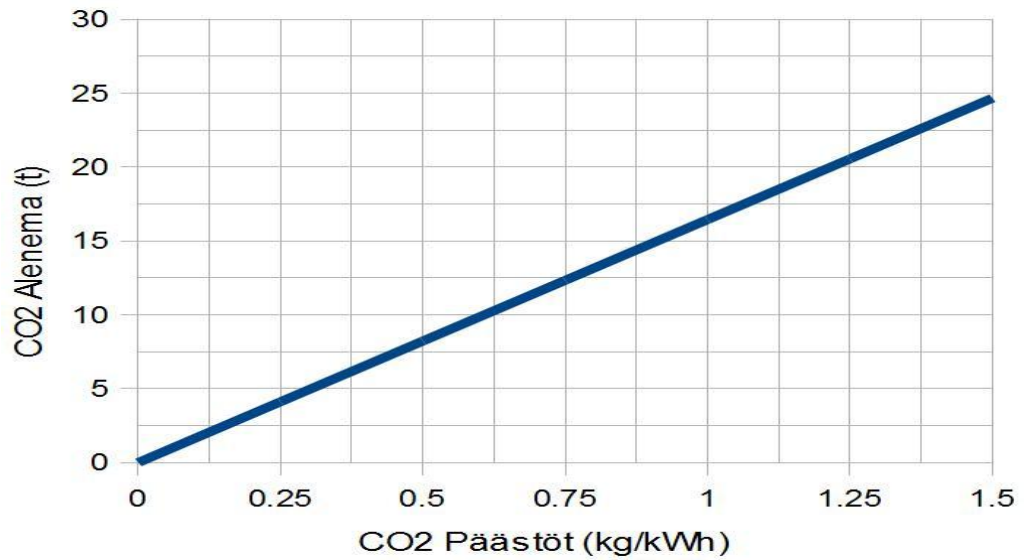
Tämän pumpun tehokäyrään oli valmiiksi merkittyjä arvoja (Liite 3(5)), jotka syötettiin ohjelmaan.

TAULUKKO 7: G707 syötetyt arvot ja säästöt

Q (m ³ /h)	H (m)	H maks. (m)	η (%)	H staat. (m)	ρ (kg/m ³)	Säästö (€/vuosi)	Säästö (kWh/vuosi)
30	24.9	29.5	53	2.04	940	1644	16440



KUVA 20: Taajuusmuuttajan enimmäiskustannukset. (G707)



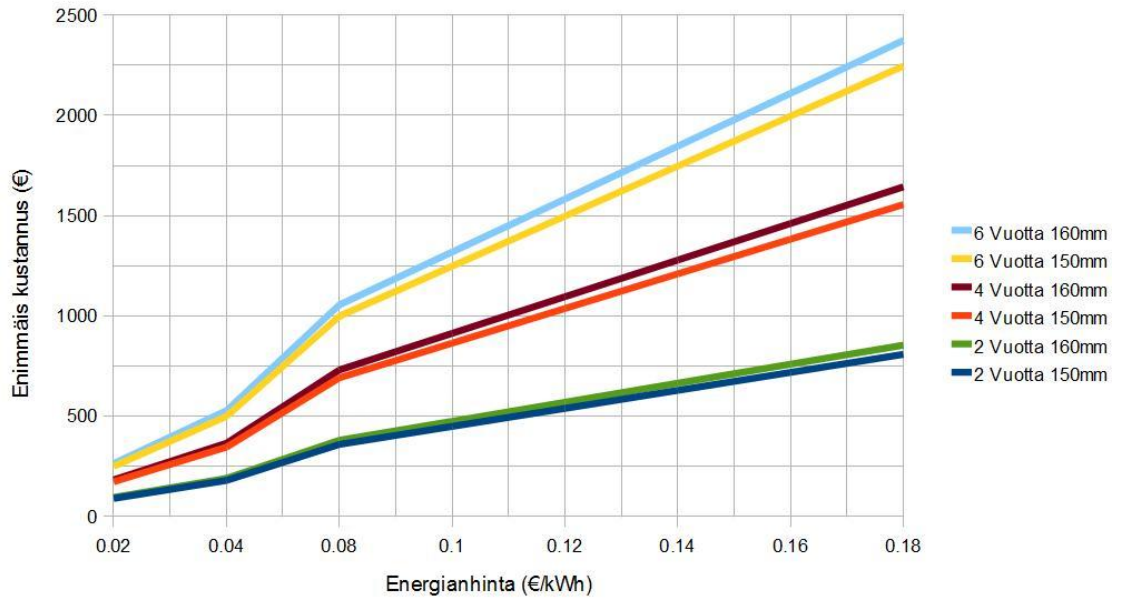
KUVA 21: CO₂ alenema taajuusmuuttaja käytössä. (G707).

8.6 G704

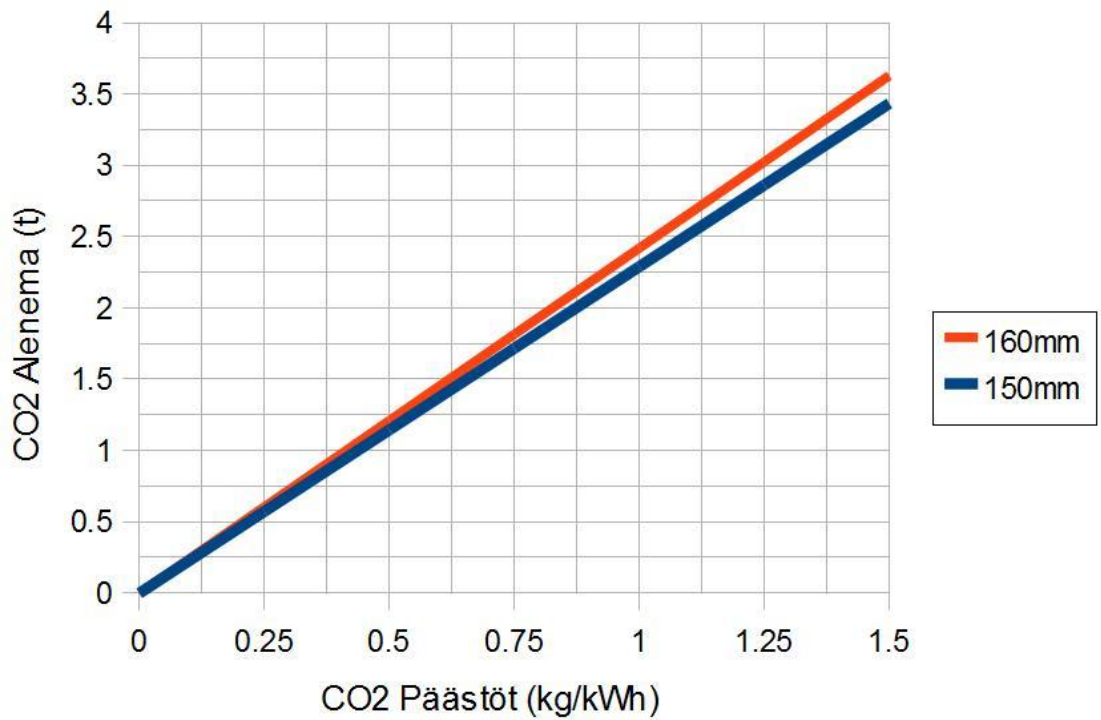
Tämän pumpun juoksupyörän koosta ei ollut tarkkaa tietoa, mutta todennäköisesti se on halkaisijaltaan 150–160 mm. Muut tiedot saatiin, kun tiedettiin tilavuusvirran olevan 26 m³/h.

TAULUKKO 8: G704 syötetyt arvot ja säästöt

juoksupyörä	Q (m ³ /h)	H (m)	H maks. (m)	η (%)	H staat. (m)	ρ (kg/m ³)	Säästö (€/vuosi)	Säästö (kWh/vuosi)
150	26	7.2	7.6	67	1.6	940	229	2290
160	26	7	8.8	66.5	1.6	940	242	2420



KUVA 22: Taajuusmuuttajan enimmäiskustannukset. (G704)



KUVA 23: CO₂ alenema taajuusmuuttaja käytössä. (G704).

8.7 Kannattavuus

Tutkitaan, onko taajuusmuuttaja käyttöön siirtyminen kannattavaa. Oletetaan, että taajuusmuuttajan asennuksineen maksaa 4000 €, energian hinta on 0.1 €/kWh ja takaisinmaksuaika on korkeintaan neljä vuotta. Edellä olevista kuvaajista nähdään, että pumpit G1201/A, G1208/A ja G707 täyttävät nämä vaatimukset. Lasketaan tarkka takaisinmaksuaika, kun korko on 4 %.

G1201/A ($\eta=10\%$):

$$1. \text{ Vuosi: } (4000\text{€} - 1317\text{€}) * 1,04 \approx 2790,32\text{€}$$

$$2. \text{ Vuosi: } (2790,32\text{€} - 1317\text{€}) * 1,04 \approx 1532,25\text{€}$$

$$3. \text{ Vuosi: } (1532,25\text{€} - 1317\text{€}) * 1,04 \approx 223,86\text{€}$$

$$4. \text{ Vuosi: } \frac{223,86 \text{ €}}{1317 \text{ €/a}} \approx 0,17a \rightarrow 12 * 0,17 \approx 2 \text{ kuukautta}$$

Takaisinmaksuaika on 3 vuotta 2 kuukautta.

G1208/A:

$$1. \text{ Vuosi: } (4000\text{€} - 1356\text{€}) * 1,04 \approx 2749,76\text{€}$$

$$2. \text{ Vuosi: } (2749,76\text{€} - 1356\text{€}) * 1,04 \approx 1449,51\text{€}$$

$$3. \text{ Vuosi: } (1449,51\text{€} - 1356\text{€}) * 1,04 \approx 97,25\text{€}$$

$$4. \text{ Vuosi: } \frac{97,25 \text{ €}}{1356 \frac{\text{€}}{a}} \approx 0,07a \rightarrow 12 * 0,07 \approx 1 \text{ kuukausi}$$

Takaisinmaksuaika on 3 vuotta 1 kuukausi.

G707:

$$1. \text{Vuosi: } (4000\text{€} - 1644\text{€}) * 1,04 \approx 2450,24\text{€}$$

$$2. \text{Vuosi: } (2450,24\text{€} - 1644\text{€}) * 1,04 \approx 838,49\text{€}$$

$$3. \text{Vuosi: } \frac{838,49 \text{ €}}{1644 \text{ €/a}} \approx 0,51a \rightarrow 12 * 0,51 \approx 6 \text{ kuukautta}$$

Takaisinmaksuaika on 2 vuotta 6 kuukautta.

9 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää pumppujen taajuusmuuttajakäytön etuja, verrattuna perinteisiin virtaussäätötapoihin.

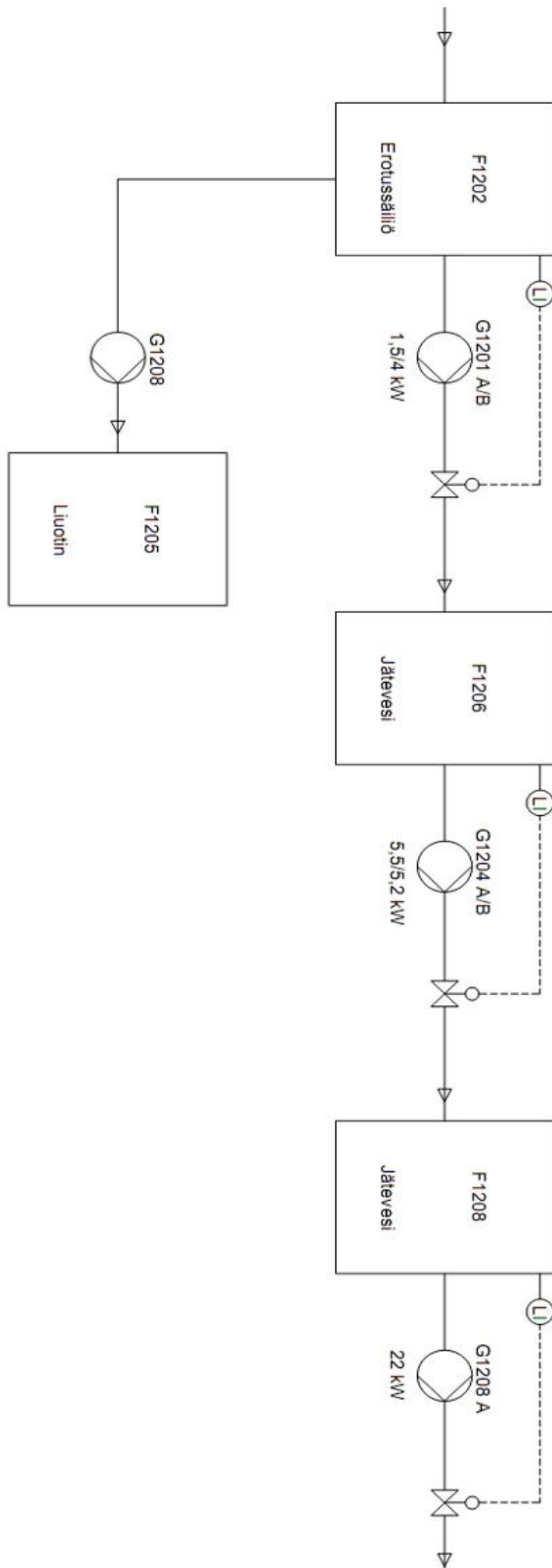
Kuten on jo aiemmin todettu, taajuusmuuttajakäyttö on monessa tapauksessa edullisin virtauksen säätötapa. Siitä on paitsi taloudellista, myös ekologista hyötyä. Näistä hyödyistä huolimatta taajuusmuuttajakäyttöön siirtyminen ei ole aina taloudellisesti kannattavaa. Säästöt voivat olla niin pienet, että takaisinmaksuaika kasvaa kohtuuttomaksi. Tämä valitettava tosiasia voidaan myös todeta joidenkin tässä työssä tarkasteltujen pumppujen osalta. Takaisinmaksuaikojen laskelmissa käytetyt lähtötiedot ovat vain suuntaa-antavia. Ne ovat kuitenkin riittävän tarkkoja, jotta tuloksista voidaan päätellä taajuusmuuttajakäytön todellinen kannattavuus.

LÄHTEET

1. ABB Oy 2011. User's Manual. WWW- dokumentti.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/6dd32770d834ae70c12576f0004672f5/\\$file/PumpSaveUserManual.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/6dd32770d834ae70c12576f0004672f5/$file/PumpSaveUserManual.pdf). Päivitetty 21.09.2011.
Luettu 1.4.2012
2. ABB Oy. Mikä taajuusmuuttaja on? WWW- dokumentti.
<http://www.abb.fi/cawp/db0003db002698/d5b664f5dd909412c1257291003ef7cc.aspx>. Päivitetty 23.6.2008. Luettu 9.4.2012
3. ABB TTT-käsikirja. Sähkömoottorikäytöt. WWW-dokumentti.
http://heikki.pp.fi/abb/180_0007.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 9.4.2012
4. Niiranen, Jouko, Sähkömoottorikäytön digitaalinen ohjaus. Helsinki: Otatieto. 1999. Luettu 9.4.2012
5. Hedman Antti 2009. Taajuusmuuttajat. WWW- dokumentti.
<http://www.pkky.fi/Resource.phx/pkky/projektit/taitaja-osaaminen/sahko.htx.i2025.pdf>. Päivitetty 9.11.2009. Luettu 10.4.2012
6. Motiva Oy. Energiatehokkaat pumput. WWW-dokumentti.
http://www.motiva.fi/files/5343/Energiatehokkaat_pumput.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 15.5.2012
7. AxFlow Oy. Keskipakopumput. WWW-dokumentti.
<http://www.axflow.com/fi/Group-Site-Management/Products--Services/Product-Categories/Pumput/Keskipakopumput/>. Ei päivitystietoja.
Luettu 16.5.2012
8. Jätevesipumppu. WWW-dokumentti.
<http://lvip10sag.wikispaces.com/J%C3%A4tevesipumppu>. Ei päivitystietoja.
Luettu 16.5.2012

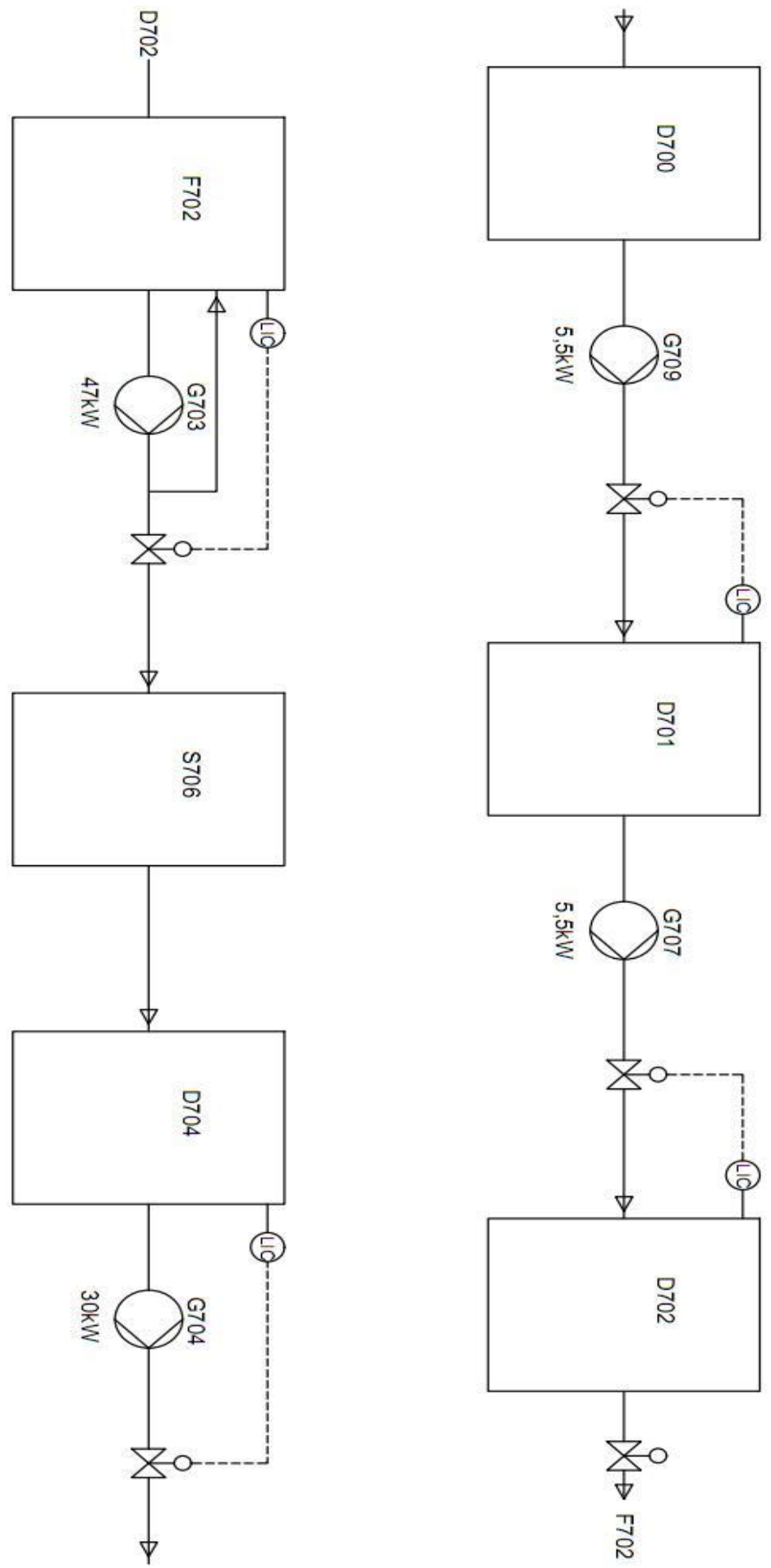
LIITE 1(1).

Jätevesipumppaamo ja reversio



LIITE 1(2).

Jätevesipumppaamo ja reversio

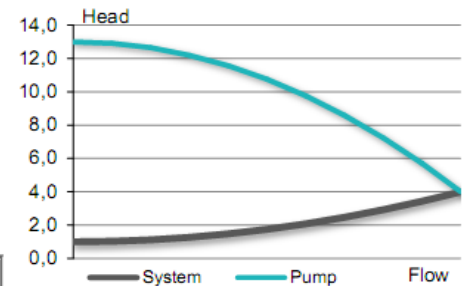


PumpSave 5.0 Energiansäästöläskuri pumpuille



Pumppu

Tilavuusvirta	20	m ³ /h
Nostokorkeus	4	m
Maksimi nostokorkeus	13	m
Hyötysuhde	30	%
Nesteen tiheys	1000	kg/m ³
Stattinen nostokorkeus	1	m
Nykyinen säätömenetelmä	Kuristussäätö	



Käyttö ja moottori

Syöttöjännite	400 V
Moottorin teho	0,5 kW
Moottorin teho	4 kW
Moottorin hyötysuhde	95 %
Säätö AC käytöllä	ACS550

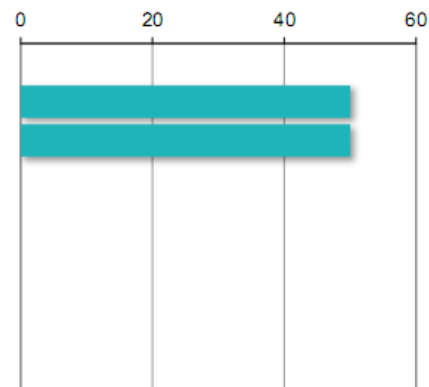
ACS550-01-08A8-4

Virtausprofiili

Vuotuiset käyttötunnit 8760 h

Virtaama

100 %:	0	% =	0	h
90 %:	50	% =	4380	h
80 %:	50	% =	4380	h
70 %:	0	% =	0	h
60 %:	0	% =	0	h
50 %:	0	% =	0	h
40 %:	0	% =	0	h
30 %:	0	% =	0	h
20 %:	0	% =	0	h
Sum:	100	% =	8760	h



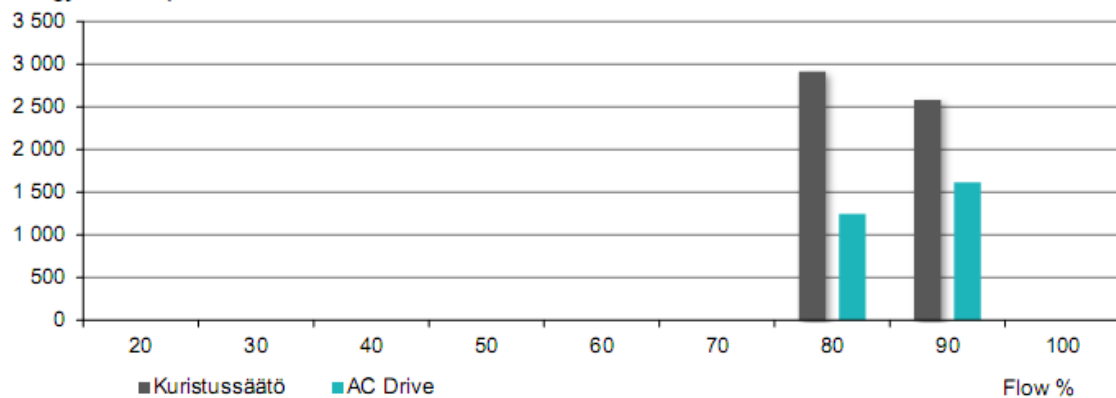
Investoinnin tiedot

Valuutta	€
Energian hinta	0,1 €/kWh
Investointikustannus	7000 €
Korkokanta	4 %
CO2 päästö	0,5 kg/kWh

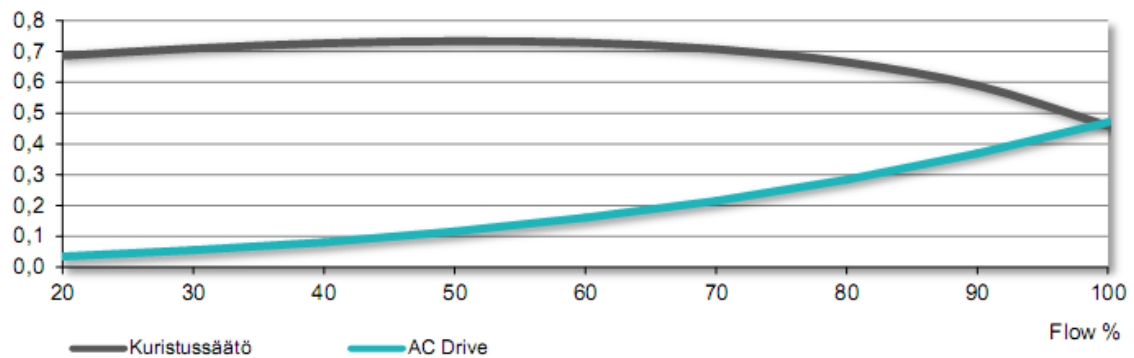
Energiansäästö

Vuotuinen energiansäästö	3	MWh
Energiankulutus		
nyky menetelmällä	5	MWh
parannetulla menetelmällä	3	MWh
Säästö prosentteina	48,0	%

Energy consumption kWh



Power consumption kW



Investoinnin tiedot

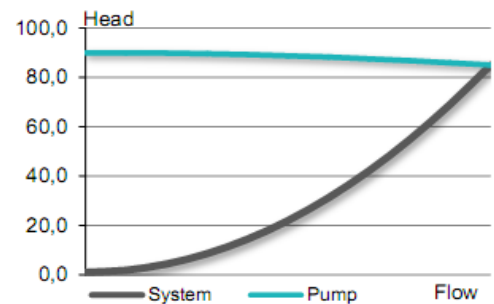
Vuosittainen säästö	263	€
Takaisinmaksuaika	26,6	vuotta
CO2 alenema	1.5	t/vuosi

PumpSave 5.0 Energiansäästöläskuri pumpuille



Pumppu

Tilavuusvirta	3,6	m ³ /h
Nostokorkeus	85	m
Maksimi nostokorkeus	90	m
Hyötysuhde	27,5	%
Nesteen tiheys	1000	kg/m ³
Stattinen nostokorkeus	1	m
Nykyinen säätömenetelmä	Kuristussäätö	



Käyttö ja moottori

Syöttöjännite	400 V
Moottorin teho	3,3 kW
Moottorin teho	22 kW
Moottorin hyötysuhde	95 %
Säätö AC käytöllä	ACS550

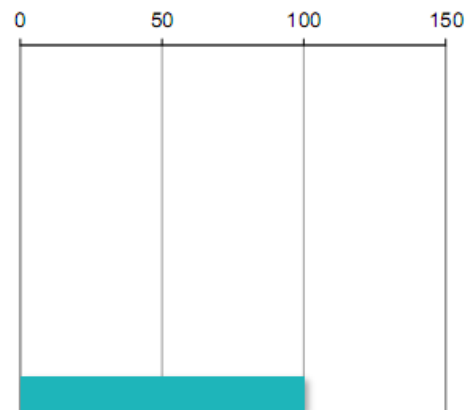
ACS550-01-045A-4

Virtausprofiili

Vuotuiset käyttötunnit h

Virtaama

100 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
90 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
80 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
70 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
60 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
50 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
40 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
30 %:	<input type="text" value="0"/>	% =	<input type="text" value="0"/>	h
20 %:	<input type="text" value="100"/>	% =	<input type="text" value="8760"/>	h
Sum:	<input type="text" value="100"/>	% =	<input type="text" value="8760"/>	h



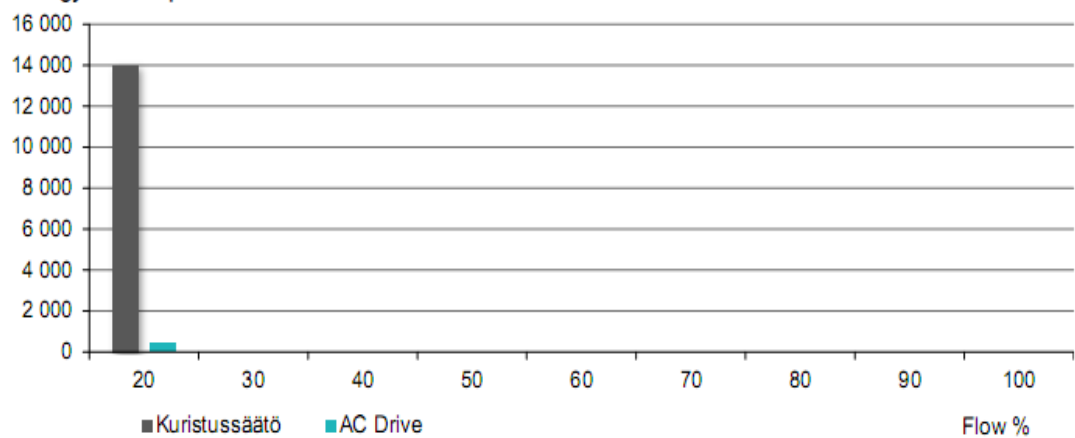
Investoinnin tiedot

Valuutta	€
Energian hinta	0,1 €/kWh
Investointikustannus	7000 €
Korkokanta	4 %
CO2 päästö	0,5 kg/kWh

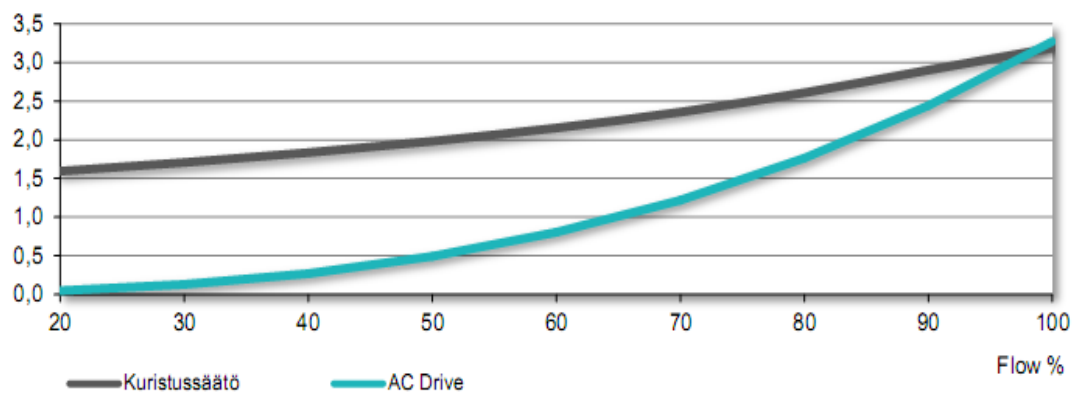
Energiansäästö

Vuotuinen energiansäästö	14	MWh
Energiankulutus		
nyky menetelmällä	14	MWh
parannetulla menetelmällä	0	MWh
Säästö prosentteina	97,0	%

Energy consumption kWh



Power consumption kW



Investoinnin tiedot

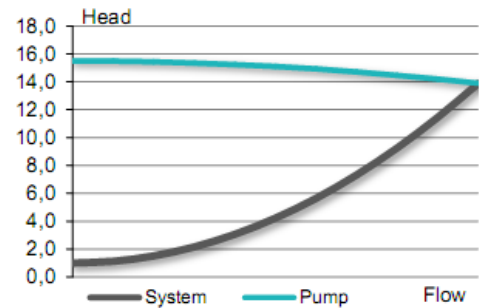
Vuosittainen säästö	1 356	€
Takaisinmaksuaika	5,2	vuotta
CO2 alenema	7	t/vuosi

PumpSave 5.0 Energiansäästölaskuri pumpuille



Pumppu

Tilavuusvirta	<input type="text" value="2,1"/>	m ³ /h
Nostokorkeus	<input type="text" value="13,9"/>	m
Maksimi nostokorkeus	<input type="text" value="15,5"/>	m
Hyötysuhde	<input type="text" value="11,5"/>	%
Nesteen tiheys	<input type="text" value="940"/>	kg/m ³
Stattinen nostokorkeus	<input type="text" value="1"/>	m
Nykyinen säätömenetelmä	<input type="text" value="Kuristussäätö"/>	



Käyttö ja moottori

Syöttöjännite	<input type="text" value="400 V"/>
Moottorin teho	<input type="text" value="0,7"/> kW
Moottorin teho	<input type="text" value="5.5"/> kW
Moottorin hyötysuhde	<input type="text" value="95"/> %
Säätö AC käytöllä	<input type="text" value="ACS550"/>

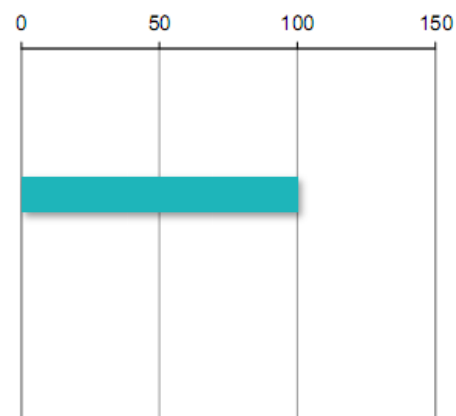
ACS550-01-012A-4

Virtausprofiili

Vuotuiset käyttötunnit h

Virtaama

100 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
90 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
80 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
70 %:	<input type="text" value="100"/> % =	<input type="text" value="8760"/> h
60 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
50 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
40 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
30 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
20 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
Sum:	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="8760"/> h



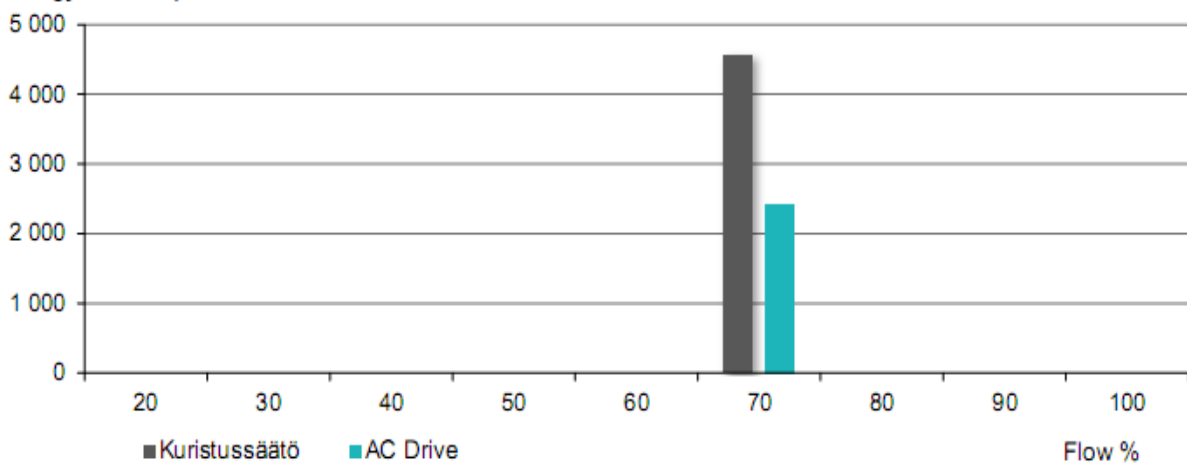
Investoinnin tiedot

Valutta	<input type="text" value="€"/>
Energian hinta	<input type="text" value="0,1"/> €/kWh
Investointikustannus	<input type="text" value="7000"/> €
Korkokanta	<input type="text" value="4"/> %
CO2 päästö	<input type="text" value="1,5"/> kg/kWh

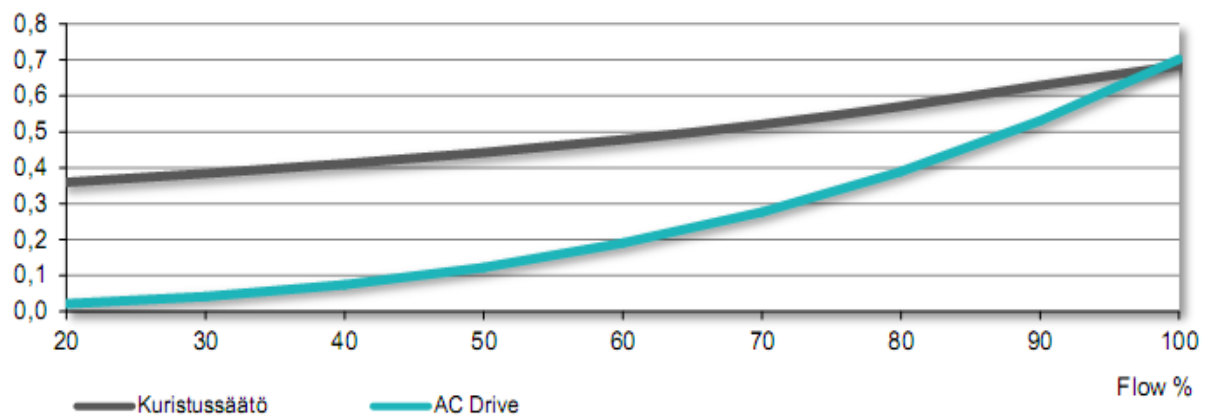
Energiansäästö

Vuotuinen energiansäästö	2	MWh
Energiankulutus		
nyky menetelmällä	5	MWh
parannetulla menetelmällä	2	MWh
Säästö prosentteina	46,9	%

Energy consumption kWh



Power consumption kW



Investoinnin tiedot

Vuosittainen säästö	214	€
Takaisinmaksuaika	32,8	vuotta
CO2 alenema	3	t/vuosi

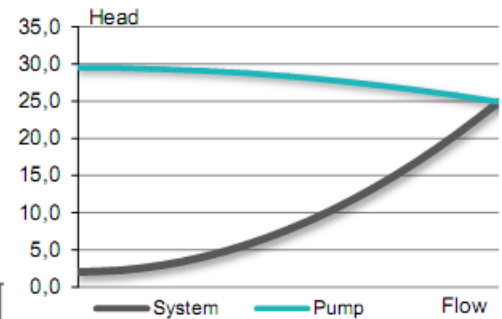
G707

PumpSave 5.0 Energiansäästölaskuri pumpuille



Pumppu

Tilavuusvirta	30	m ³ /h
Nostokorkeus	24,9	m
Maksimi nostokorkeus	29,5	m
Hyötysuhde	53	%
Nesteen tiheys	940	kg/m ³
Stattinen nostokorkeus	2,04	m
Nykyinen säätömenetelmä	Kuristussäätö	



Käyttö ja moottori

Syöttöjännite	400 V
Moottorin teho	4,0 kW
Moottorin teho	5,5 kW
Moottorin hyötysuhde	95 %
Säätö AC käytöllä	ACS550

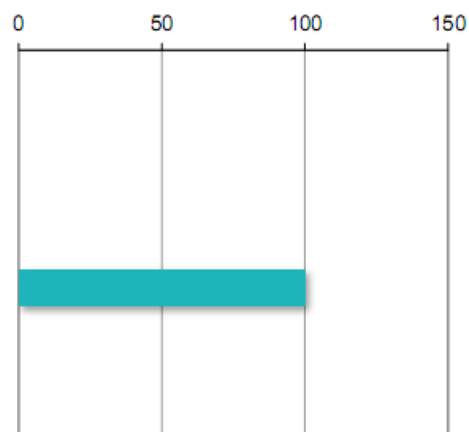
ACS550-01-012A-4

Virtausprofiili

Vuotuiset käyttötunnit 8760 h

Virtaama

100 %:	0	% =	0	h
90 %:	0	% =	0	h
80 %:	0	% =	0	h
70 %:	0	% =	0	h
60 %:	0	% =	0	h
50 %:	100	% =	8760	h
40 %:	0	% =	0	h
30 %:	0	% =	0	h
20 %:	0	% =	0	h
Sum:	100	%	8760	h



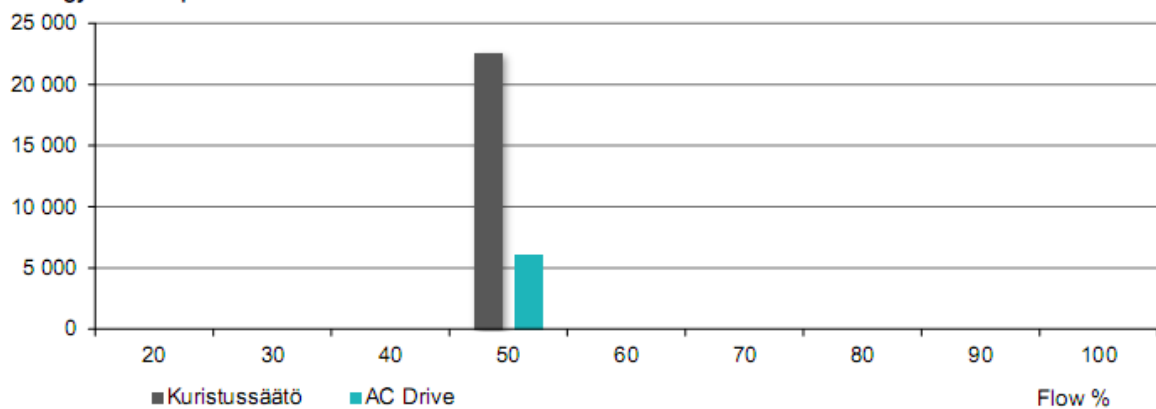
Investoinnin tiedot

Valuutta	€
Energian hinta	0,1 €/kWh
Investointikustannus	7000 €
Korkokanta	4 %
CO ₂ päästö	0,5 kg/kWh

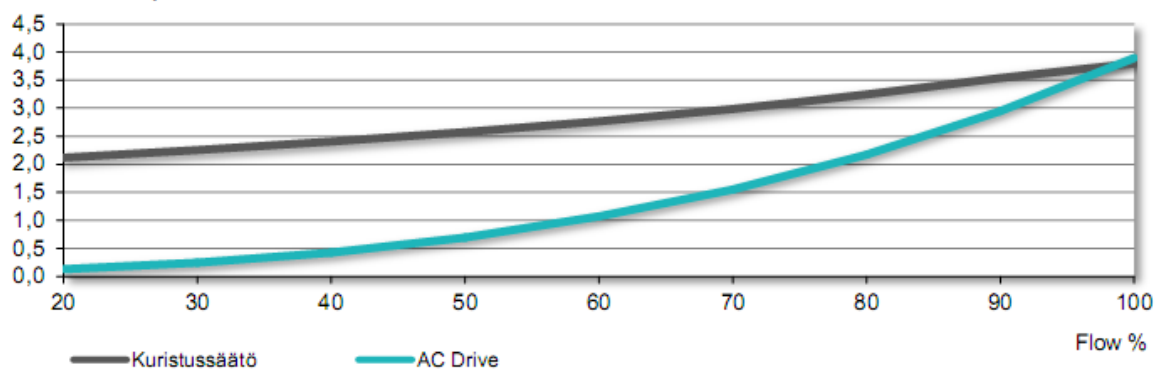
Energiansäästö

Vuotuinen energiansäästö	16	MWh
Energiankulutus		
nyky menetelmällä	23	MWh
parannetulla menetelmällä	6	MWh
Säästö prosentteina	73,0	%

Energy consumption kWh



Power consumption kW



Investoinnin tiedot

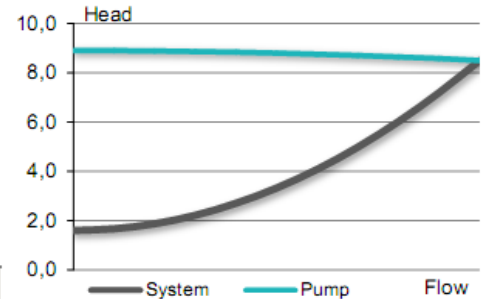
Vuosittainen säästö	1 644	€
Takaisinmaksuaika	4,3	vuotta
CO2 alenema	8	t/vuosi

PumpSave 5.0 Energiansäästöläskuri pumpuille



Pumppu

Tilavuusvirta	<input type="text" value="26"/>	m ³ /h
Nostokorkeus	<input type="text" value="8,5"/>	m
Maksimi nostokorkeus	<input type="text" value="8,9"/>	m
Hyötysuhde	<input type="text" value="66,5"/>	%
Nesteen tiheys	<input type="text" value="940"/>	kg/m ³
Stattinen nostokorkeus	<input type="text" value="1,6"/>	m
Nykyinen säätömenetelmä	Kuristussäätö	



Käyttö ja moottori

Syöttöjännite	<input type="text" value="400 V"/>
Moottorin teho	<input type="text" value="1,0"/> kW
Moottorin teho	<input type="text" value="30"/> kW
Moottorin hyötysuhde	<input type="text" value="95"/> %
Säätö AC käytöllä	<input type="text" value="ACS550"/>

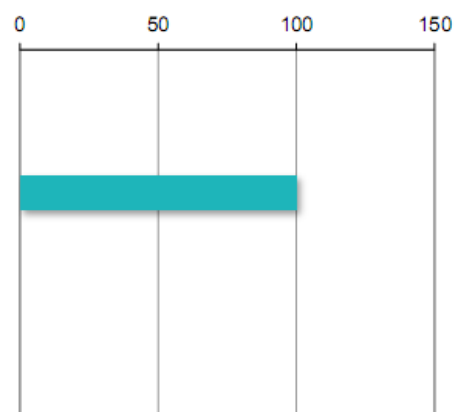
ACS550-01-059A-4

Virtausprofiili

Vuotuiset käyttötunnit h

Virtaama

100 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
90 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
80 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
70 %:	<input type="text" value="100"/> % =	<input type="text" value="8760"/> h
60 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
50 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
40 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
30 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
20 %:	<input type="text" value="0"/> % =	<input type="text" value="0"/> h
Sum:	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="8760"/> h



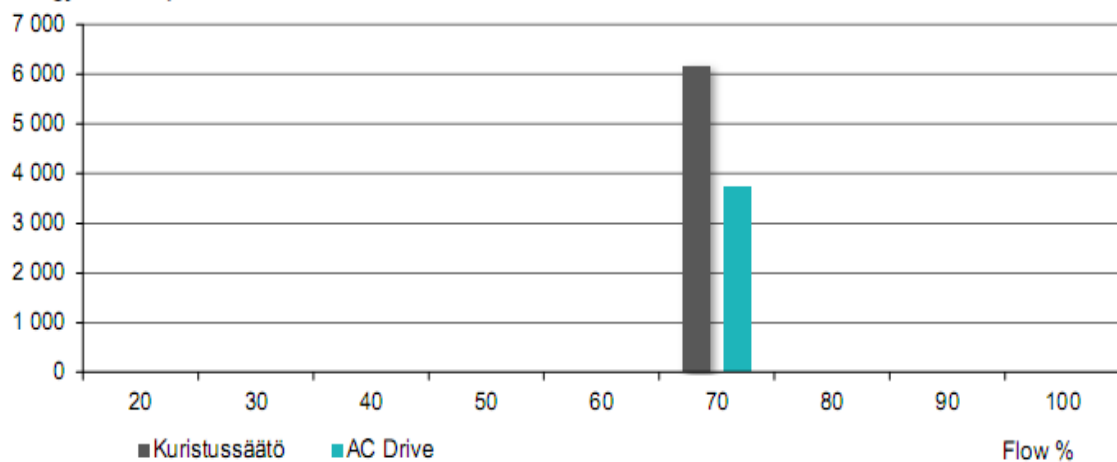
Investoinnin tiedot

Valuutta	<input type="text" value="€"/>
Energian hinta	<input type="text" value="0,1"/> €/kWh
Investointikustannus	<input type="text" value="7000"/> €
Korkokanta	<input type="text" value="4"/> %
CO2 päästö	<input type="text" value="0,5"/> kg/kWh

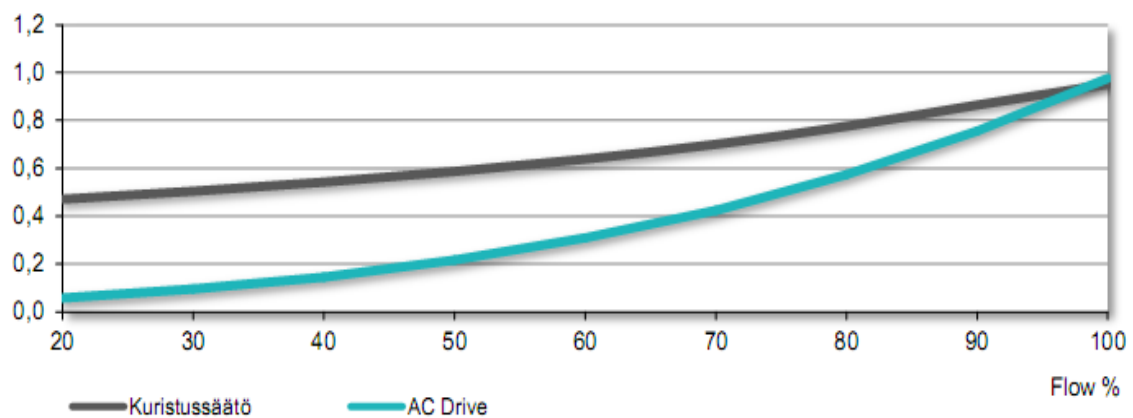
Energiansäästö

Vuotuinen energiansäästö	2	MWh
Energiankulutus		
nyky menetelmällä	6	MWh
parannetulla menetelmällä	4	MWh
Säästö prosentteina	39,4	%

Energy consumption kWh



Power consumption kW



Investoinnin tiedot

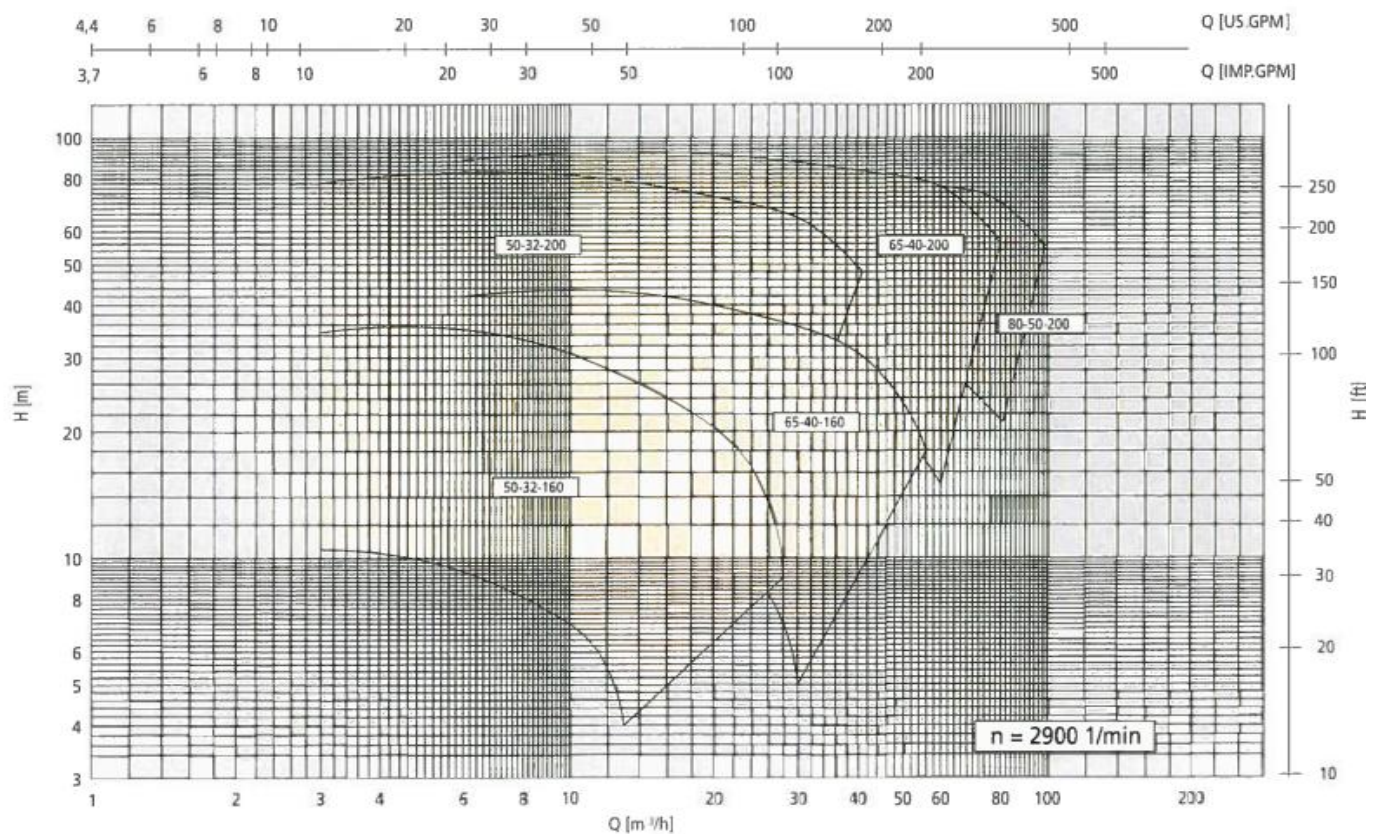
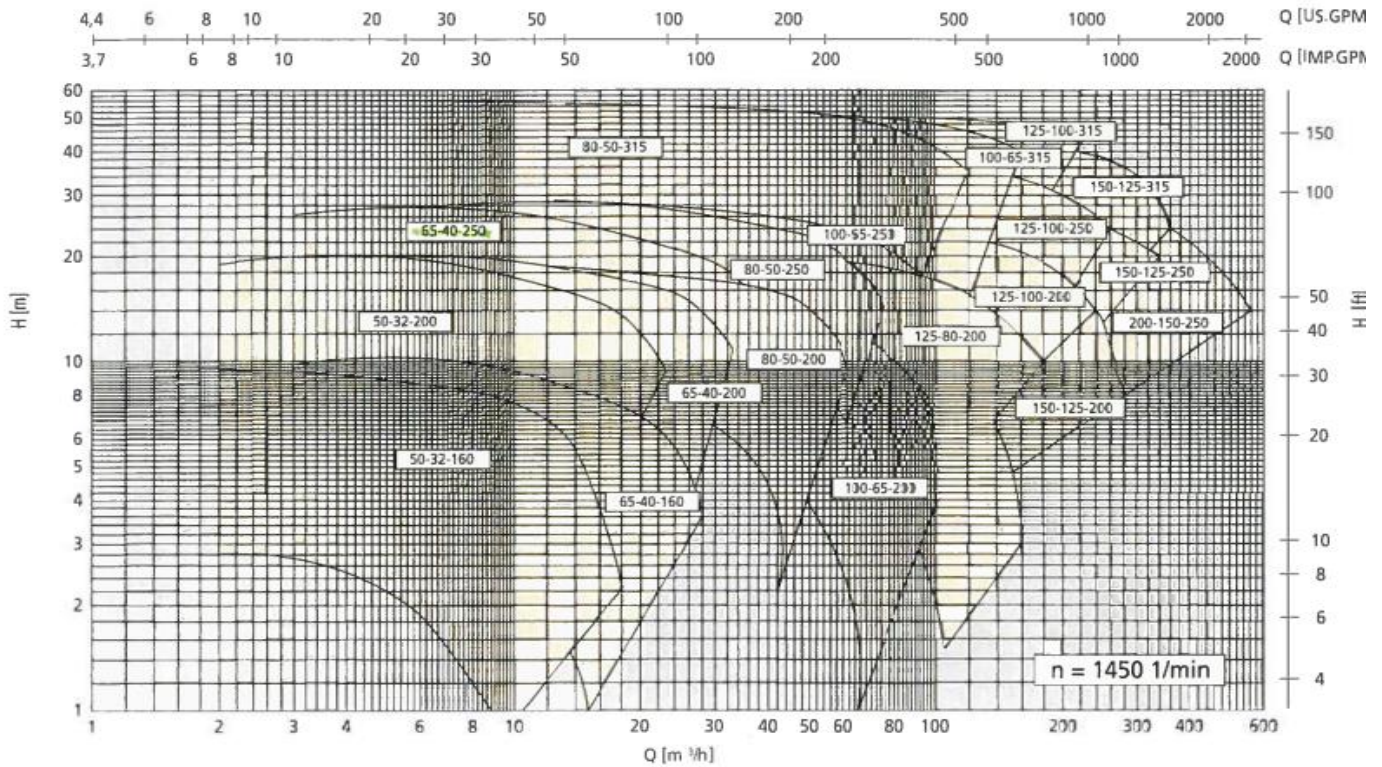
Vuosittainen säästö	242	€
Takaisinmaksuaika	29,0	vuotta
CO2 alenema	1	t/vuosi

G1204/A



MUNSCH
Plastic Pumps for Aggressive Media

▲ Performance range charts



G 1208/A

AHLSTAR^{UP} A22-32 (50-32-250)

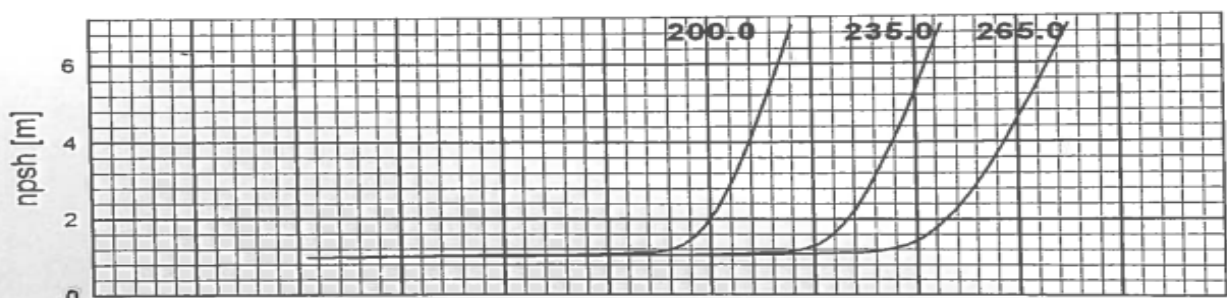
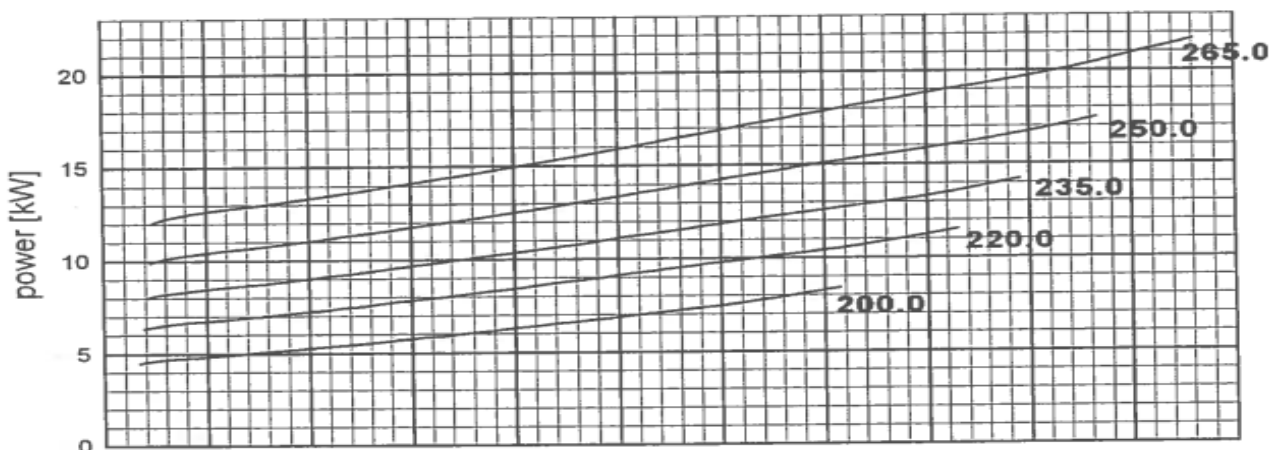
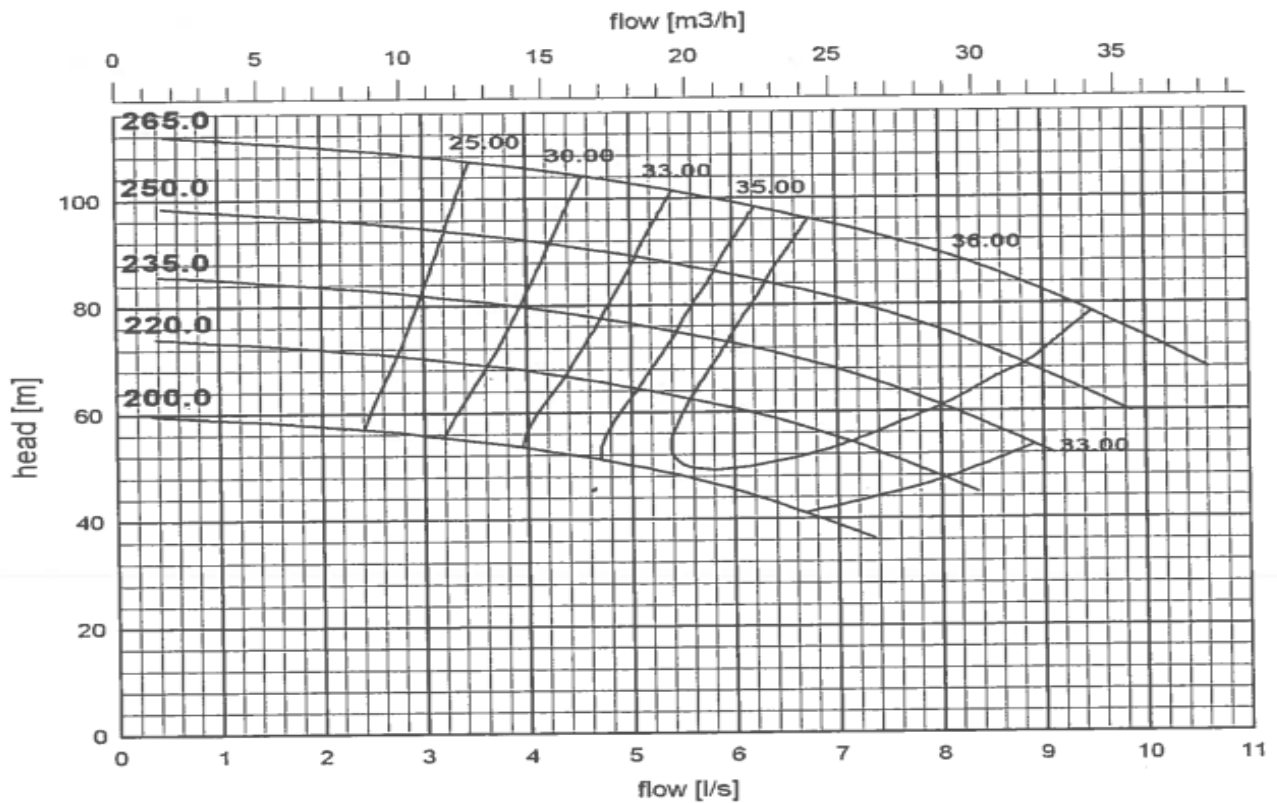
Characteristic Curve K50598

COPYRIGHT © SULZER PUMPS FINLAND OY

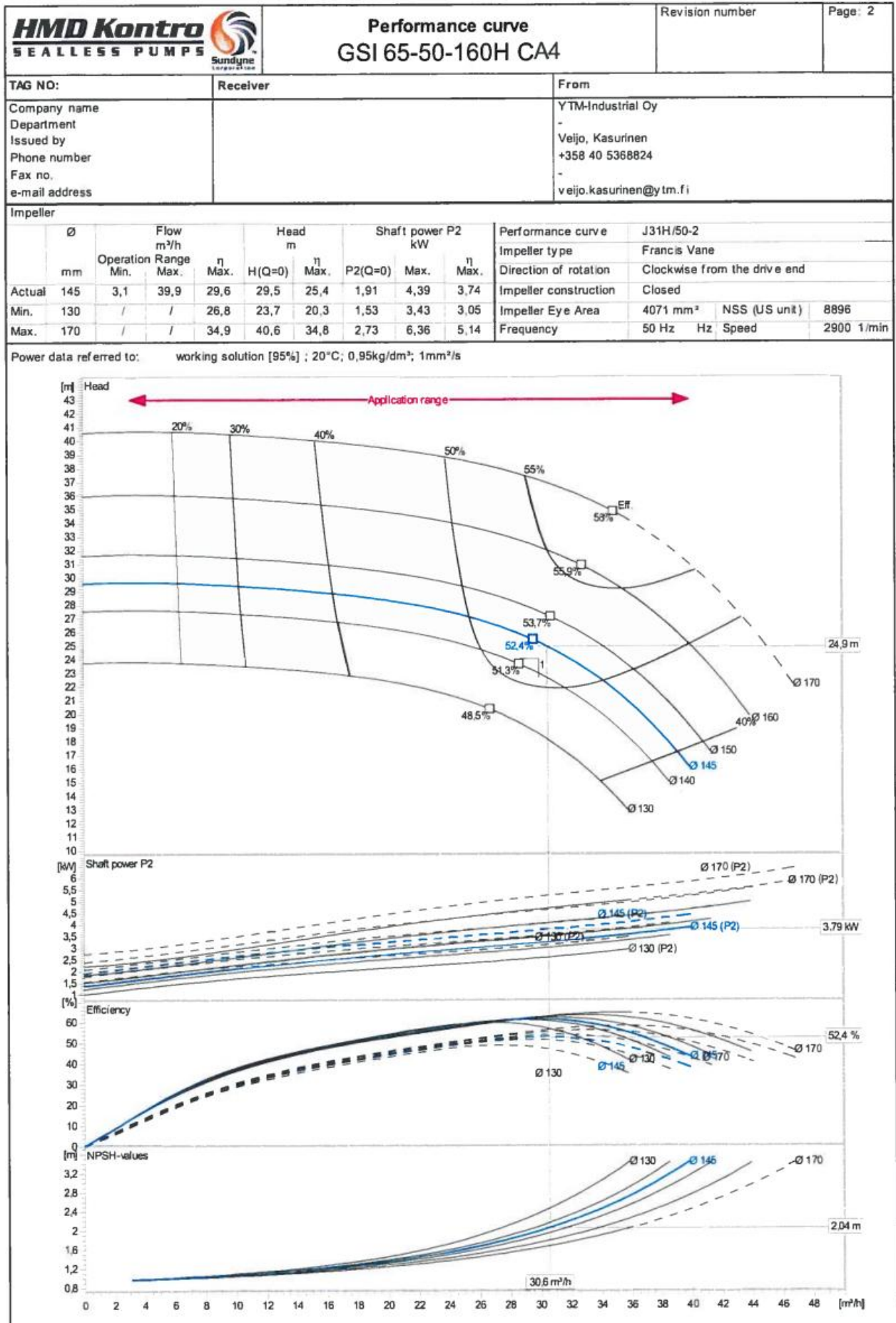
Version 13

Impeller type: Open1 / 917382 B20 Z5

Pump rotational speed: 2940 rpm



6707





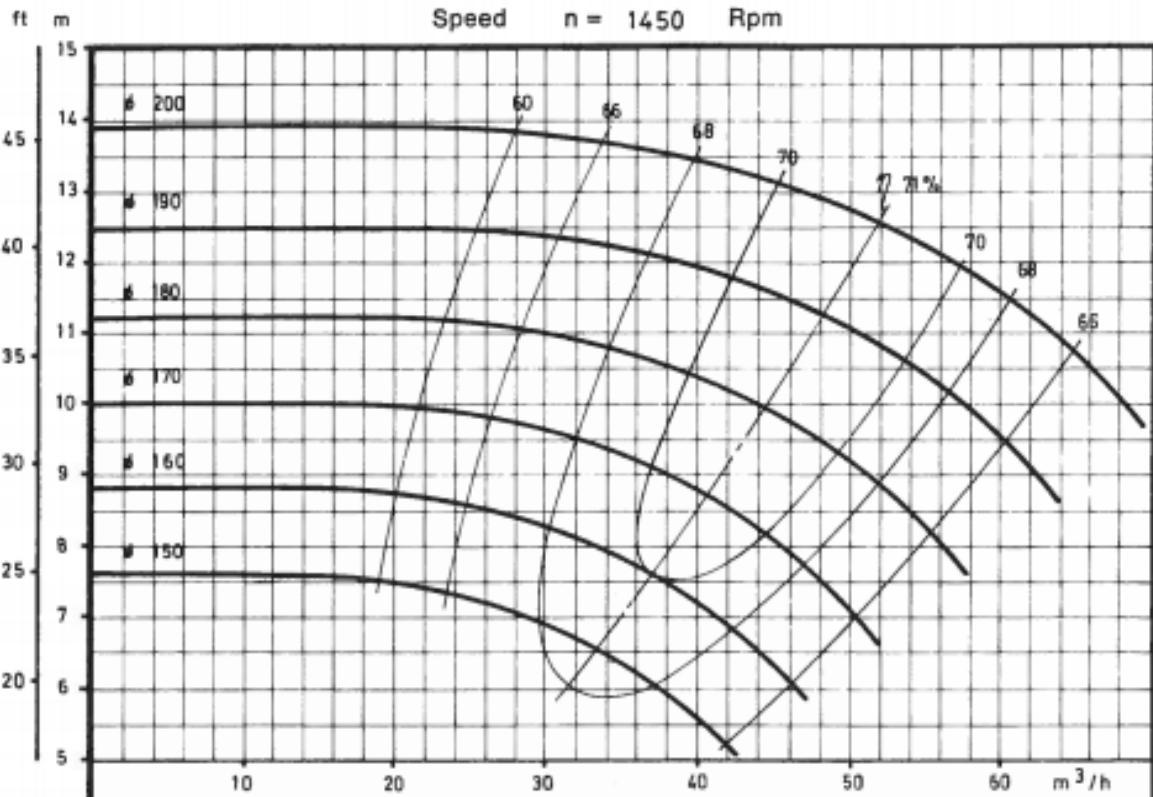
Chemie-Normpumpen / Standard chemical pumps

6704

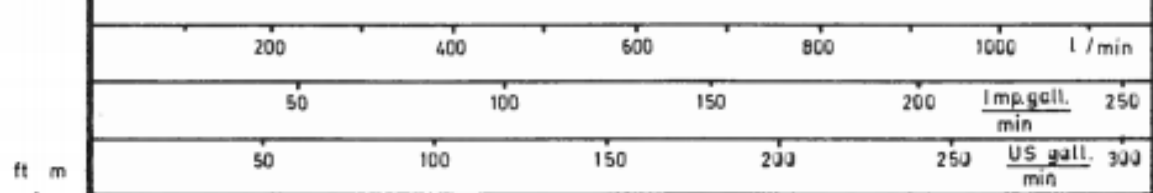
Type NC, NM 65/200

Drehzahl $n = 1450 \text{ min}^{-1}$

Speed $n = 1450 \text{ Rpm}$

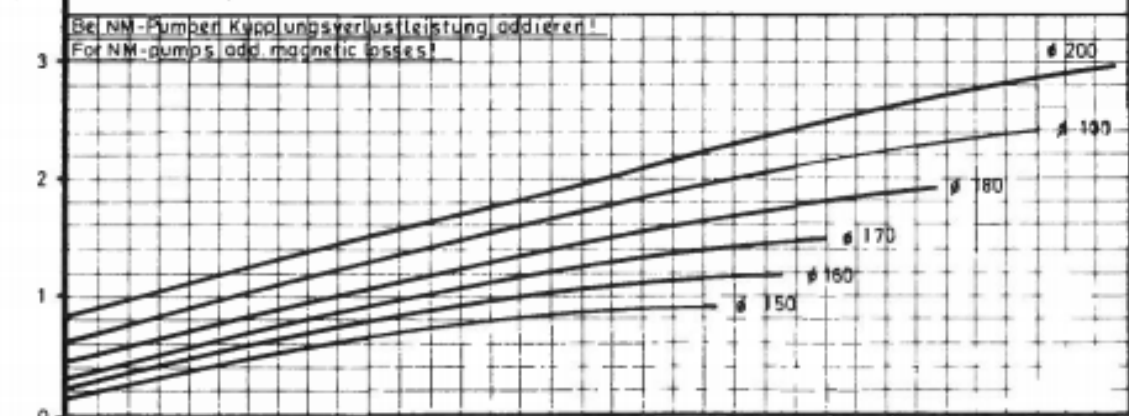


Gesamtförderhöhe H [FS]
Differential head H [LCI]



NPSH-erforderlich [m]
NPSH - required [ft]

Laufz. Nr.: 12.94 / 12.95 Austrittsbr.: 15 mm
Impeller draw.No.: Vane width:



Leistungsbedarf P [kW]
Absorbed power rated P [kW]

Bei NM-Pumpen Kippungsverlustleistung addieren!
For NM-pumps add magnetic losses!

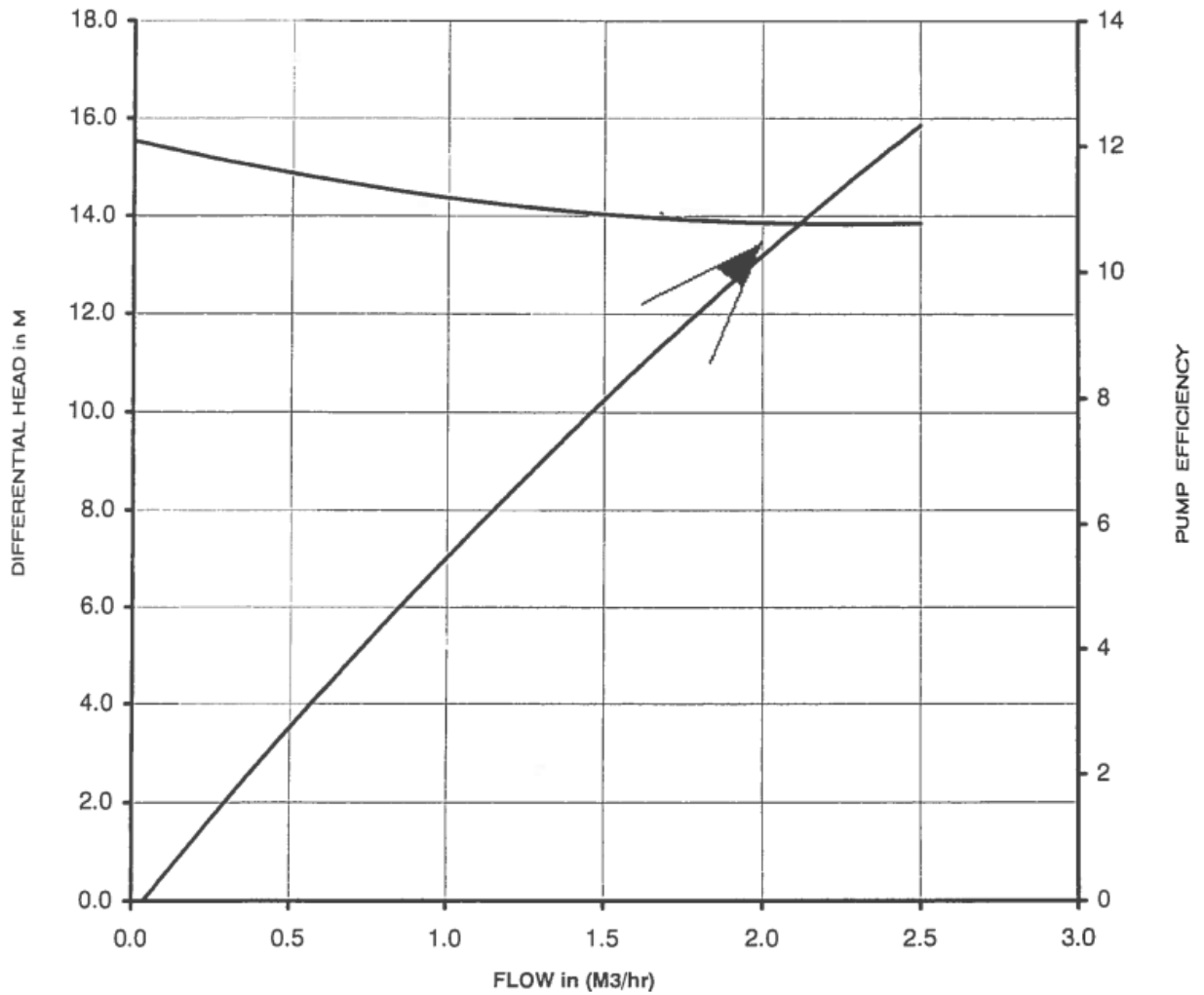
spez. Gewicht $1 \text{ t}/\text{m}^3$; kinem. Zähigkeit $\gamma \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ Stand Issue 02 84
spec. Gravity 1 Viscosity $\gamma \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$

G709

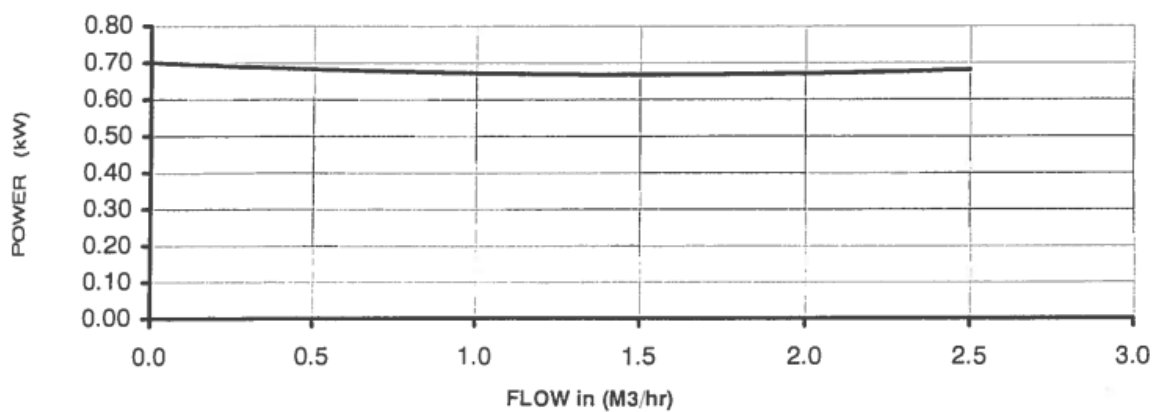
Pump Model: GTA 1x1x5 CA-1
Speed: 2900 RPM
Impeller Dia: 109 mm
Orifice Plate: mm

HMD Serial No: 826106
Item No: 61-403

HQ PERFORMANCE CURVE CORRECTED FOR SITE CONDITIONS



POWER CURVE CORRECTED FOR SITE CONDITIONS



G709

HMD SEAL/LESS PUMP H/Q/P SG CORR PERFORMANCE TEST SHEET								
HMD SEAL/LESS PUMPS LTD. HAMPDEN PARK INDUSTRIAL ESTATE EASTBOURNE, EAST SUSSEX BN22 9AN ENGLAND				TELEPHONE : (01323) 452000 FAX : (01323) 503369 EMAIL : pumps@hmdpumps.com				
CLIENT:	International Paint Ltd			ORDER N° :	CP 2906118			
HMD JOB N°:	826106			PUMP SPEED:	2900 RPM			
PUMP MODEL:	GTA 1x1x5 CA-1			IMPELLER DIA:	109 mm			
ORIFICE PLATE:	mm			ITEM NUMBER:	61-403 /G 709			
BALANCE KEYS:				BALANCE HOLES:				
DUTY REQUIREMENTS:-				LIQUID DETAILS:-				
DUTY FLOW:	2.00 M3/hr			LIQUID PUMPED:	Solvents			
DUTY HEAD:	13.50 M			SG:	0.900			
HYD TEST PRESSURE:	29.3 Bar			TEMPERATURE:	25 °C			
JACKET TEST PRESS:	Bar			VISCOSITY:	0.80 cPs			
NPSHA:	M							
MOTOR DETAILS:-				SERIAL N°:				
MANUFACTURER:				RATED PWR:	1.10 kW			
SUPPLIED BY:	HMD			FRAME SIZE:	80L			
RATED SPEED:	2900 RPM			QUOTED ABS PWR:	0.58 kW			
SUPPLY:	415/3/50							
PERFORMANCE TESTED TO : ISO 2548 Class C								
PUMP PERFORMANCE ON SITE SG (Solvents) - NOT VISC CORRECTED								
READING	1	2	3	4	5	6	7	8
FLOW in (M3/hr)	0.00	0.66	1.32	2.00	2.50			
DIFFERENTIAL HEAD in M	15.60	14.55	14.20	13.95	13.80			
POWER (kW)	0.69	0.70	0.70	0.59	0.72			
PUMP EFFICIENCY	0.00	3.37	6.53	11.47	11.74			
PUMP PERFORMANCE ON SITE SG AND VISCOSITY (Solvents)								
READING	1	2	3	4	5	6	7	8
FLOW in (M3/hr)	0.00	0.66	1.32	2.00	2.50			
DIFFERENTIAL HEAD in M	15.60	14.55	14.20	13.95	13.80			
POWER (kW)	0.69	0.70	0.70	0.59	0.72			
PUMP EFFICIENCY	0.00	3.37	6.53	11.47	11.74			