

# **Energisparplan och hydraulikförbättring för muddringsverk**

Nicklas Peltola

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2015



## **EXAMENSARBETE**

Författare: Nicklas Peltola  
Utbildningsprogram och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Drift- och energiteknik  
Handledare: Mats Borg, Mathias Karlsson, Mats Söderblom

Titel: *Energisparplan och hydraulikförbättring för muddringsverk.*

---

Datum: 21.4.2015

Sidantal: 34

Bilagor: 4

---

### **Abstrakt**

Uppdragsgivaren för detta examensarbete är Wasa Dredging som är ett muddringsföretag från Vasa, företaget utför arbeten i hela norden och i baltiska länder.

Syftet med examensarbetet är att framställa en energisparplan och en hydraulikförbättring för muddringsverket. Hydraulikförbättringen kommer göras på en av muddringsverkens grävmaskiner. Energisparplanen är ett dokument som måste finnas på alla muddringsverk och fartyg, dokumentet krävs av finska myndigheterna. Till uppgiften hör också att utreda vilka möjligheter det finns att minska energiförbrukningen ombord på muddringsverket. Hydraulikförbättringen innebär att försöka nå en snabbare grävprocess, vilket leder till att projekten fortskrider fortare vilket i sin tur påverkar bränsleförbrukningen och utsläppen.

Resultaten av examensarbetet presenteras i form av en separat energisparplan, där det förklaras hur energiförbrukningen kan minskas. Hydraulikförbättringens resultat presenteras i form av vilka nya delar som planeras att monteras på grävmaskinen, och vad delarnas uppgift kommer vara.

---

Språk: svenska

Nyckelord: muddringsverk, energisparplan, hydraulik

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Nicklas Peltola

Degree Program: Mechanical and production engineering, Vaasa

Specialization: Operation and energy engineering

Supervisors: Mats Borg, Mathias Karlsson, Mats Söderblom

Title: *Energy saving plan and hydraulic system improvement for a backhoe dredger.*

---

Date: 21.4.2015

Number of pages: 34

Appendices: 4

---

## Abstract

This Bachelor's thesis was done on behalf of Wasa Dredging that is a dredging company from Vasa. They are operating mainly in Scandinavia and the Baltic region.

The main purpose of the thesis is to make an energy saving plan and a hydraulic system improvement. The hydraulic system improvement is going to be done on one of the company's dredger excavators. The energy saving plan is a document that is demanded by the Finnish government, it has to be onboard dredgers and vessels. The task is also to look into what could be done to reduce energy consumption onboard the dredger. The purpose of the hydraulic improvement is to try and achieve a faster digging time, which leads to the projects being done faster and a reduced fuel consumption and emissions.

The results are presented as a separate energy saving plan which explains what could be done to reduce the energy consumption. The hydraulic improvement is presented by telling what parts are going to be mounted on the excavator and what their purpose will be.

---

Language: swedish    Key words: backhoe dredger, energy saving plan, hydraulics

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Nicklas Peltola

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Ylläpito- ja energiatekniikka

Ohjaajat: Mats Borg, Mathias Karlsson, Mats Söderblom

Nimike: *Ruoppauslautan energiansäästösuunnitelma ja hydraulikkajärjestelmän parannus.*

---

Päivämäärä: 21.4.2015

Sivumäärä: 34

Liitteet: 4

---

## Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Wasa Dredging, vaasalainen ruoppaustöitä tekevä yritys, joka toimii Pohjoismaissa ja Baltiassa.

Opinnäytetyön tarkoitus on laatia ruoppauslautan energiansäästösuunnitelma sekä ruoppauslautan hydraulikan parantaminen. Tullaan parantamaan erään ruoppauslautan kaivinkoneen hydraulikkaa. Energiansäästösuunnitelma on dokumentti, jota Suomen viranomaiset vaativat jokaiselta ruoppauslautalta sekä alukselta. Työkuvaan kuuluu tutkia, miten energiankulutusta olisi mahdollista vähentää ruoppauslautalla. Hydraulikan parantamisen tavoitteena on nopeuttaa kaivausprosessia, minkä seurauksena projektit etenevät nopeammin ja polttoaineen kulutus sekä haitalliset päästöt vähenevät.

Opinnäytetyön lopputulos esitetään erillisenä energiansäästösuunnitelmana, jossa esitetään miten energiankulutusta voidaan vähentää. Hydraulikan parannus esitetään kertomalla minkälaisia osia kaivinkoneeseen asennetaan sekä niiden tehtävät.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: ruoppauslautta, energiansäästösuunnitelma, hydraulikka

---

## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Företagsbeskrivning.....	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Bakgrund.....	3
1.4 Avgränsningar.....	3
1.5 Disposition.....	3
2. Muddringsverket och teknisk information .....	5
2.1 Allmän information .....	5
2.2 Teknisk information .....	6
2.3 Generator och motor.....	7
2.4 Energiförbrukare ombord .....	8
2.5 Grävmaskinsmotorn .....	8
2.6 Problemet med hydraulsystemet.....	9
3. Teori .....	11
3.1 Myndigheternas krav för energisparplan.....	11
3.2 Hydraulik.....	11
3.2.1 Allmänt om hydraulik.....	11
3.2.2 Användningsområden.....	13
3.2.3 Jämförelse av effekt överföringssätten.....	13
3.3 Tryckackumulator.....	14
4. Metodik.....	16
4.1 Beskrivning av arbetsprocessen.....	16
4.2 Tillvägagångssätt .....	17
4.3 Lastcykel.....	18
5. Resultat .....	19
5.1 Lösning till hydrauliken.....	19
5.1.1 3/2 Ventil .....	21
5.1.2 Backventil.....	22
5.1.3 Tryckgivare.....	23
5.1.4 Proportionalstyrning .....	23
5.2 Energisparplanen .....	24
6. Avslutande diskussion .....	25
Källförteckning.....	26

## **Bilagor:**

Bilaga 1. Gamla hydraulschemat.....	28
Bilaga 2. Energisparplan.....	29
Bilaga 3. Huvudgeneratorns motorspecifikationer.....	33
Bilaga 4. Nya hydraulschemats del .....	34

## **Figurförteckning**

Figur 1. Wasa Dredgings logo /1/.....	2
Figur 2. Simulerad bild av BHD 12000 /3/ .....	5
Figur 3. Bild av Hector i byggnadsskedet vid varvet /3/ .....	6
Figur 4. Huvudgeneratorn och motorn ombord på Hector .....	7
Figur 5. Motorspecifikationer för Cummins motorn /5/.....	9
Figur 6. Grävmaskinens arbetande enheter /3/ .....	10
Figur 7. Pråm för att förflytta uppgrävt material /3/.....	18
Figur 8. Dubbelverkande bomcylinder /Bilaga 1/ .....	21
Figur 9. Normalt öppen 3/2 ventil .....	22
Figur 10. Olika typer av backventiler /11/.....	22

## **Tabellförteckning**

Tabell 1. Förbrukande enheter ombord på muddringsverket .....	8
Tabell 2. För- och nackdelar med hydraulik.....	12
Tabell 3. Tryck och temperatur områden för några exempel av användningsområden .....	13
Tabell 4. Effektöverföringssättens jämförelser .....	14

## **Förord**

Jag vill tacka Mathias Karlsson och Mats Söderblom från Wasa Dredging, som har varit mina handledare genom detta examensarbete. Karlsson är inköpsansvarig vid företaget medan Söderblom är arbetsledare för ett av muddringsverken. Karlsson var personen som gav mig möjligheten att utföra examensarbetet. Jag vill även tacka min handledare på Yrkeshögskolan Novia, Mats Borg, som stöttat mig genom hela examensarbetet.

*Nicklas Peltola*

*Vasa 2015*

## 1. Inledning

Detta examensarbete är gjort i samarbete med företaget Wasa Dredging från Vasa. Redan vid den första kontakten med företaget fick jag en positiv bild av Mathias Karlsson, som bemötte mig vänligt. Efter några telefonsamtal och träffar så bestämde vi för att påbörja detta examensarbete.

Jag hade ingen tidigare kunskap om muddring, genom detta examensarbete har jag lärt mig mycket inom branschen. Uppgiften var att framställa en energisparplan, för ett av muddringsvärken som företaget äger. Uppgiften innehöll även att tillsammans med Mats Söderblom från företaget och ytterligare en utomstående hydraulikexpert vid namn Rami Mäkipää, komma fram till en lösning som är möjlig att installera på grävmaskinen för att försnabba grävprocessen.

### 1.1 Företagsbeskrivning

Wasa Dredging grundades år 1985 av Kristian Backlund som är VD för företaget. Företaget är privatägt och självständigt. Wasa Dredging är delat i två enheter, en muddringsenhet och en enhet där företaget själv planerar och designar muddringsverken till eget bruk och försäljning. Företagets maskinpark är relativt ny och största delen av utrustningen har blivit tillverkad år 2010 eller senare. För tillfället har företaget ca 40 anställda. År 2013 hade företaget en omsättning på ungefär 23 miljoner euro.

Wasa Dredging är experter inom följande områden: hamnar, kanaler/farleder, utjämning av grus för undervattensfundament till konstruktioner och miljömuddring. Sprängning och borrhning under vatten är ett arbetsmoment som företaget satsar mycket på och har kunskap och erfarenhet inom. Resterna av muddringen samlas på en tömningspråm som sedan töms ute på öppet hav eller återanvänds på något annat ställe under vatten eller på marknivå. Företaget har 30 års erfarenhet inom branschen och de har mångsidig modern utrustning tillsammans med den senaste kunskapen inom området.

I föregående stycke nämns det att företaget är specialiserade inom miljömuddring. Det som menas med detta är att förorenad sjöbotten på ett tryggt sätt kan muddras upp utan att

sprida föroreningar vidare ut i vattendragen. Detta gör med hjälp av en vattentätskopa som är  $7.5 \text{ m}^3$ . /1/



*Figur 1. Wasa Dredgings logo. /1/*

## 1.2 Syfte

Huvudsyftet med examensarbetet är att förbättra muddringsverket med att utforma en energisparplan och en hydraulikförbättring för grävmaskin. Syftet är att undersöka olika möjligheter för att spara energi och för att nå en minskad energikonsumtion. Även att framställa en plan som är enligt myndigheternas krav och direktiv. Kraven och direktiven kommer från Trafi och Bureau Veritas.

Wasa Dredging saknar en sparplan för muddringsverket men de har redan en energisparplan för det nyaste muddringsverket. Undersökningen gjordes för att se ifall det finns någon lösning som är bättre än den nuvarande för energiförbrukningen.

Förbättringen av grävmaskinens hydraulik har varit aktuell redan en längre tid vid företaget. Företaget anser att grävmaskinen är för långsam då de gräver och vill nu få mer prestanda ur systemet. Tillsammans med en expert från företaget Averfin och med kunskapen som finns inom Wasa Dredging så skall det vara möjligt att med en del modifikationer få processen snabbare.

Min roll i hydraulikförbättringen var att dokumentera det som gjordes och planerades. Jag fick även vara delaktig i att komma med förslag till vad som kunde göras och vilka delar som skulle passa i systemet.

### 1.3 Bakgrund

I början av examensarbetet fanns en färdig energisparplan som stöd, som var gjord för ett fraktfartyg, av det åländska företaget Ecomar. Från energisparplanen kunde det lånas idéer för att se hur en eventuell energisparplan för Wasa Dredging kunde se ut. Myndigheten Trafi kräver att alla muddringsverk och fartyg skall ha en energisparplan ombord, vilket företaget inte ännu hade för alla muddringsverk. /2/

Hydraulikutredningen blev en del av uppgiften i ett senare skede av examensarbetets gång. På grund av att hydrauliken varit ett problem redan tidigare har det nu igen blivit aktuellt att utredas och förbättras, innan kommande arbetsäsong.

### 1.4 Avgränsningar

Examensarbetet har avgränsats till att endast göra en energisparplan för ett av muddringsverken. Företaget har flera muddringsverk och pråmar som även de behöver en energiutredning men de kommer att vara liknande som denna. Beslutet att endast göra en energisparplan gjordes tillsammans med Wasa Dredging.

Hydraulikförbättringen utreds nu för en grävmaskin och ifall en lönsam lösning uppnås, kommer den användas även på de övriga muddringsverken.

### 1.5 Disposition

I följande stycke redogörs i korthet innehållen i de olika kapitlen i examensarbetet.

- Kapitel 1 innehåller inledningen för examensarbetet där bakgrunden, syftet, avgränsningen och företagsbeskrivningen av Wasa Dredging framkommer.
- Kapitel 2 beskriver muddringsverkets uppbyggnad och dess energiförbrukare, hydraulikens problem förklaras.

- Kapitel 3 behandlar examensarbetets teori och förklaras genom allmän information om hydraulik, även myndigheternas krav för energisparplanen redogörs.
- Kapitel 4 behandlar metodiken som beskriver arbetsprocessen och tillvägagångssätten.
- Kapitel 5 behandlar resultaten för både energisparplanen och hydraulsystemets förbättring presenteras.
- Kapitel 6 innehåller avslutande diskussion.

## 2. Muddringsverket och teknisk information

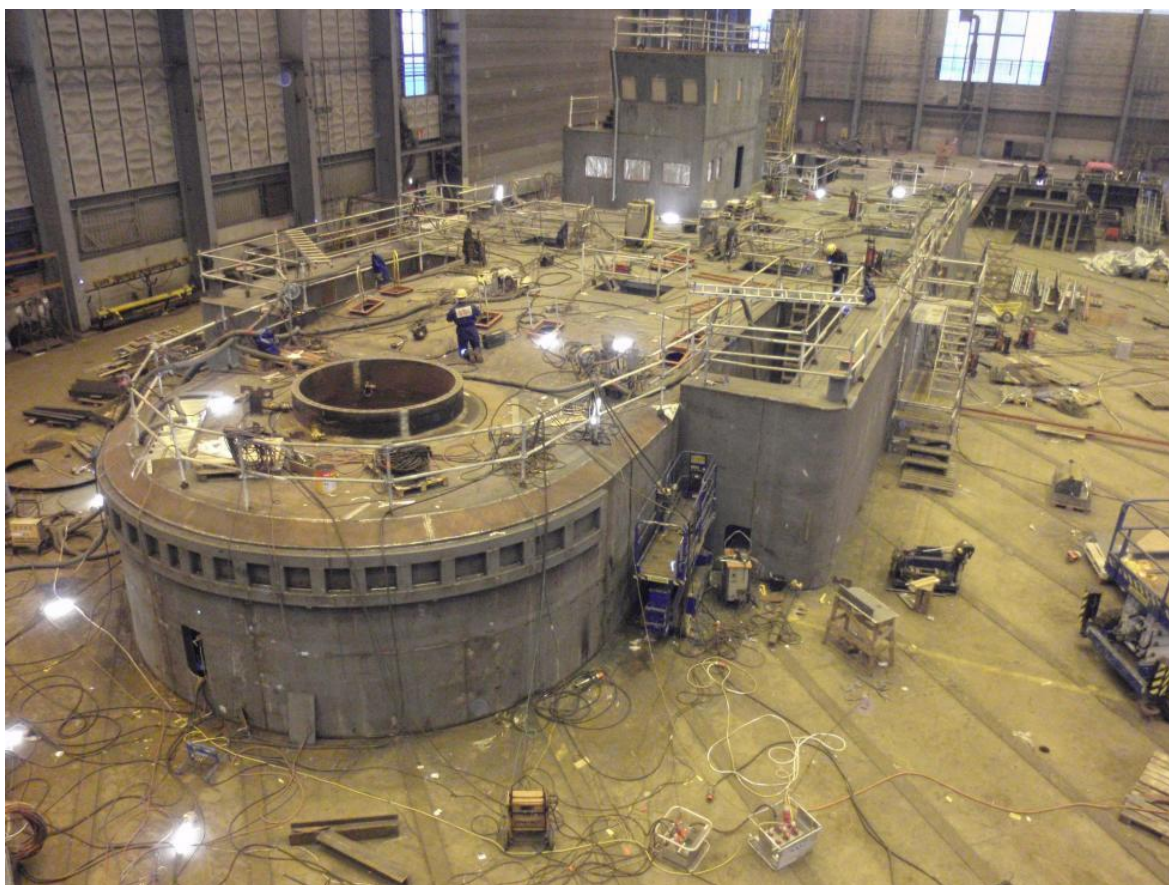
I detta kapitel beskrivs muddringsverket Hector som examensarbetet skrivits om. Allmän information om själva muddringsverket och även mer detaljerat med teknisk information om uppbyggnaden och förbrukande enheter ombord.

### 2.1 Allmän information

Det egentliga namnet för Hector är Wasa BHD 12000. Hectors byggnadsprocess tog tio månader att genomföra och blev klar år 2010. Hector har ingen egen propulsion, vilket betyder att den inte klassas som ett fartyg. Då Hector skall förflyttas används bogseringsbåtar som hjälpmedel. Korta förflyttningar kan dock utföras med hjälp av stödfoten som är i bakre delen av muddringsverket. Denna stödfot kan vinklas, förlängas och även förkortas vilket möjliggör kortare förflyttningar. Det finns flera olika alternativ av bommar och armar för att kunna kombinera ihop ett paket för olika grävdjup samt olika storlekar på skopor. Muddringsverk av denna typ som företaget tillverkar kostar ca 12,5 miljoner euro vid försäljning. /1/



Figur 2. Simulerad bild av BHD 12000. /3/



*Figur 3. Hector i byggnadsskedet vid varvet. /3/*

## 2.2 Teknisk information

Skrovet på muddringsverket är 41 m långt, 15 m brett och 3,7 m djupt. Ombord på muddringsverket finns tre stödben som kan sänkas ner till sjöbotten vilket gör att muddringsverket står stadigt på benen då grävning pågår. Stödbenens mått är 1,4 m x 1,4 m breda och 28 m – 34 m långa. På muddringsverket har placerats en Hitachi EX 2500-6 grävmaskin som är av 250 tons viktklass. För grävmaskinen finns det flera olika kombinationer av grävarmar och bommar. Företaget har två bommar varav den ena är 13,6 m lång medan den andra är 16 m. Dessa går att kombineras med tre olika armar som är 7 m, 9 m och 11 m långa. Då dessa kombineras ihop är det korta grävdjupet 16 m medan det djupaste går ner till 22 m. Det finns ytterligare valmöjligheter vad gäller grävsopor 14 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup>, 9 m<sup>3</sup> och 7,5 m<sup>3</sup>. Företagets största muddringsverk har en ännu större skopa som är hela 18 m<sup>3</sup> stor. På grund av att muddringsverket inte har någon egen propulsion så är den klassad av Bureau Veritas till “Unrestricted navigation”. /3/ /4/

## 2.3 Generator och motor

Ombord på Hector finns det två uppsättningar av motor-generator set. Reservgeneratoren som är 130 kVA används endast om huvudgeneratoren skulle sluta fungera. Reservgeneratoren används dagligen då oljan skall fyllas på i huvud motor-generator setet. Generator setet som är i dagligt bruk producerar 190 kVA på varvtalet 1500 r/min. Teknisk information av motorn som driver generatoren finns i bilaga 3.



*Figur 4. Huvudgeneratoren och motorn ombord på Hector.*

## 2.4 Energiförbrukare ombord

Muddringsverket används dygnet runt då ett projekt är på gång, vilket betyder att energiförbrukningen är konstant utan större förändringar.

Tabell 1. Förbrukande enheter ombord på muddringsverket.

Apparat	Mängd	Effekt
Lysrör	15 st	36 W/st
Större belysning	7 st	400 W/st
Värmebläst	4 st	6000 W/st
Värmebläst	1 st	8000 W
Värmebläst	1 st	3300 W
Värmebläst	1 st	1500 W
Kranpumpsmotor	1st	22000 W

Total förbrukning med dessa förbrukare = 62.14 kW

Utöver dessa förbrukare finns det också datorer och skärmar ombord som är påslagna hela tiden för övervakning av muddringen. Det finns också tvättmaskin, kylskåp, bastu och andra mindre förbrukare.

Huvudgeneratorsetet är även en del av nödhvuds-systemet. Generatoren kan driva en hydraulpump, om grävmaskinens motor skulle gå sönder. Om grävmaskinens motor skulle gå sönder måste grävmaskinsskopan och stödbenen kunna dras upp tillbaka. Detta för att kunna flytta på muddringsverket ifall den skulle vara mitt i en farled för att inte störa sjötrafiken.

## 2.5 Grävmaskinsmotorn

Grävmaskinen Hitachi EX2500-6 är monterad på muddringsverket och är en 250 tons grävmaskin. Grävmaskinen är utrustad med en Cummins QSK50 motor. Det är en 16 cylindrig diesel med två turbon och efterkylning. Motorn levererar en effekt på 869 kW/6379 Nm vid 1300 rpm. Motorns specifika bränsleförbrukning är 224,45 g/kWh. Detta betyder att under en timmes arbete förbrukar grävmaskinen  $0,22445 \text{ kg/kWh} \times 1 \text{ L}/0,835 \text{ kg} \times 1044 \text{ kW} = 280,629 \text{ L/h}$ . Bränsleförbrukningen är given av tillverkaren för effekten 1044 kW. Detta gör grävmaskinsmotorn till den största energiförbrukaren ombord på

muddringsverket. Det är därför viktigt att nå en lösning för att försnabba grävprocessen med hjälp av snabbare hydraulik.

På grund av att Wasa Dredging inte hade någon exakt information om bränsleförbrukningen för grävmaskinens motor, användes motortillverkarens information om bränsleförbrukningen. Bränsleförbrukningen som använts vid beräkningen av total förbrukningen är ifall motorn skulle användas på full last. I verkligheten körs inte motorn hela tiden med full effekt och därför är bränsleförbrukningen som beräknats högre än i verkligheten. /5/

### Motorspecifikationer:

	Rated Power		Maximum Power		Torque Peak	
Engine Speed	1,800 RPM				1,300 RPM	
Output Power	1,400 hp	1,044 kW			1,165 hp	868 kW
Torque	4,085 lb-ft	5,539 N-m			4,705 lb-ft	6,379 N-m
Friction Horsepower	221 hp	165 kW			122 hp	91 kW
Intake Manifold Pressure	53 in-Hg	178 kPa			42 in-Hg	141 kPa
Turbo Comp. Outlet Pressure	54 in-Hg	181 kPa			42 in-Hg	143 kPa
Turbo Comp. Outlet Temperature	325 deg F	163 deg C			287 deg F	142 deg C
Inlet Air Flow	3,645 ft <sup>3</sup> /min	1,720 L/s			2,379 ft <sup>3</sup> /min	1,123 L/s
Charge Air Flow	266 lb/min	120.7 kg/min	N/A lb/min	N/A kg/min	N/A lb/min	N/A kg/min
Exhaust Gas Flow	7,823 ft <sup>3</sup> /min	3,692 L/s			6,657 ft <sup>3</sup> /min	3,142 L/s
Exhaust Gas Temperature	738 deg F	392 deg C			103 deg F	39 deg C
Maximum Fuel Flow to Pump	1,329 lb/hr	603 kg/hr			1,183 lb/hr	537 kg/hr
Heat Rejection to Coolant	23,409 BTU/min	412 kW			23,706 BTU/min	417 kW
Aftercooler Coolant Heat Rejection	12,892 BTU/min	227 kW			7,095 BTU/min	125 kW
Heat Rejection to Fuel	522 BTU/min	9 kW			444 BTU/min	8 kW
Heat Rejection to Ambient	4,445 BTU/min	78 kW			3,932 BTU/min	69 kW
Heat Rejection to Exhaust	48,007 BTU/min	844 kW			46,910 BTU/min	825 kW

Figur 5. Motorspecifikationer för Cummins motorn. /5/

## 2.6 Problemet med hydraulsystemet

Problematiken med hydraulsystemet på grävmaskinen är att oljan från grävvarmscyklindern flödar rakt till tanken. Det är lång väg för oljan och inte effektivt, dessutom kräver denna dieselmotorkraft för att pumpa oljan, vilket leder till att alla arbetskedan i grävprocessen blir långsamma. I grävandets lyftskede är kraften bra och tillräcklig men genast då grävvarmscyklindern påverkas, avtar arbetsfarten då oljan tvingas att förflyttas både ur grävvarmscyklindern och bomcyklindern. Orsaken till att arbetsfarten blir långsammare är att

oljan måste pumpas från både grävarmscyllindern och bomcyllindern istället för endast ur ena av cyllindrarna.



*Figur 6. Grävmaskinens arbetande enheter. /3/*

Figur 6 visar en bild av muddringsverkets grävmaskin. Nummer ett på bilden visar grävarmscyllindern, nummer två visar bomcyllindern, nere vid nummer tre finns ventilerna för hydrauliken som inte är synliga på bilden och nummer fyra är grävskopans cyllinder.

Den uttänkta lösningen till problemet är att om oljan kunde omdirigeras så att istället för att köra oljan till tanken så skulle oljan förflyttas från kolvstångssidan till kolvsidan. Det skulle ge tilläggseffekt eftersom oljan hjälper till i arbetsskedet, vilket kräver en ombyggnad av nuvarande system och omprogrammering av programvaran för hydrauliken.

Om detta system fungerar på en grävarmscyllinder, är det tänkt att det läggs in ett likadant system på bomcyllindern. Då för att låta oljan pressas rakt ut i grävarmscyllindern från bomcyllindern, för att inte måsta köra ut cyllindern med hjälp av dieselkraft. Den ca 65 ton tunga grävarmskombinationen med skopan inräknat, skulle då dras neråt med hjälp av denna lösning.

## **3. Teori**

I teorikapitlet förklaras myndighetskrav för energisparplanen och hydraulikens grunder samt dess för- och nackdelar.

### **3.1 Myndigheternas krav för energisparplan**

En energisparplan bör göras enligt anvisningarna som utfärdas av myndigheten trafiksäkerhetsverket, Trafi. Det finns skilda bestämmelser för olika fartygstyper hurdana energisparplaner som krävs. För muddringsverk av denna typ som undersökts gäller bestämmelsen RESOLUTION MEPC.203(62). För denna undersökning har även använts en Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP).

Jag kontaktade Trafi i frågan om vad som krävs av en energisparplan för muddringsverket. Det finns inga bestämmelser på hur planen skall göras och vad som måste finnas med i energisparplanen. Personen på Trafi jag var i kontakt med, gav mig några exempel på vad som kunde finnas med och en energisparplan gjord för ett fartyg, för att kunna använda det som grund för examensarbetet. /6/

### **3.2 Hydraulik**

I följande stycke kommer hydraulikens grunder och principer utredas i korthet. Hydrauliken är en viktig kraftkälla som används vid muddringsverket för att utföra grävarbeten med en grävmaskin och för att köra upp och ner stödbenen.

#### **3.2.1 Allmänt om hydraulik**

Hydrauliska effektöverföringssystem överför mekaniskt producerad energi till hydraulisk energi. Mekaniska effekten överförs alltså till hydrauliskt tryck och volymflöde. Mekaniska energin produceras vanligtvis med el- eller förbränningsmotor. Arbetsstyckets förbrukare omvandlar sedan hydrauliska energin tillbaka till mekanisk energi.

Till hydrauliska systems fördelar hör flexibilitet och komponenternas goda effekt-vikt förhållande. Effekten transporteras via rör och dessa rör kan placeras på lämpliga ställen för att komma fram till förbrukande enheter. När komponenterna är effektiva men små till byggnaden, är det lätt att placera dem på lämpliga ställen.

Hydraulik används mer och mer inom industrin och i rörliga trafikens maskiner och apparater. På grund av att de hydrauliska komponenterna tillverkas i flera olika länder och fabriker, är gemensamma standarder viktiga. Komponenternas egenskaper och testmetoder är i huvudsak standardiserade. Dessa stadgade egenskaper är bland annat arbetstryck, kopplingsmått och komponenternas storlekar. I Europa sköts standarderna av CETOP (Comité des Transmission Oléohydrauliques et Pneumatiques), ISO (International Organization for Standardization) och DIN (Deutsches Institut für Normung). I Finland sköts standarderna av SFS (Finlands standardiseringsförbund) och är direkta eller aningen tillämpade översatta av tidigare nämnda standarder. /7/

Tabell 2. För- och nackdelar med hydraulik.

Fördelar	Nackdelar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Med hjälp av hydraulsystem kan stora krafter och moment uppnås.</li> <li>• Roterande och linjära rörelser kan lätt åstadkommas</li> <li>• Kraft, hastighet och moment justeringar är lätt</li> <li>• Går att överbelasta utan att skada systemet ända tills det stannar</li> <li>• Komponenterna är standardiserade</li> <li>• Kan styras elektroniskt</li> <li>• Bromsning kan göras hydrauliskt</li> <li>• Hydraulvätskan kyler och smörjer förbrukande enheten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alla hydraulsystem läcker åtminstone lite</li> <li>• Lång livslängd och säkerhet kräver ett rent system</li> <li>• Kraftförlusterna är stora på långa avstånd</li> <li>• Verkningsgraden är inte bra</li> <li>• Hydraulvätskorna är antändliga och inte miljövänliga</li> <li>• Komponenterna har noggranna tolerans krav</li> </ul>

### 3.2.2 Användningsområden

I industrin tillämpas hydrauliken i olika arbetsmaskiner, pressar, valsverktyg och pappersmaskiner. Inom rörliga trafiken används hydrauliken i bland annat jordbruksmaskiner, gruvmaskiner, tåg, flygplan, fartyg och bilar. Ett av användningsområdena är även nöjes- och underhållningsindustrin där hydrauliken tillämpas för teater och i nöjesparkers maskiner. Dessa användningsområden har egna krav och bestämmelser för kraftöverföringen och dess ställbarhet. Använda hydrauliksystemens storlek, tryck och flöden beror väldigt mycket på användningsområdet. Variationer finns även i material och hydraulvätskor beroende på var systemen används.

I tabell 3 finns olika användningsområden och för de områden typiska tryck och omgivningens temperaturer. /8/

Tabell 3. Tryck- och temperaturområden för några exempel av användningsområden.

Användnings område	Maximalt tryck, $p_{\max}$ (bar)	Temperatur område (°C)
<b>Teater</b>	160	+18 - +30
<b>Bearbetningsmaskiner</b>	200	+18 - +40
<b>Järn fabriker</b>	220	-40 - +60
<b>Bilar</b>	250	-40 - +60
<b>Kraftverk</b>	250	-10 - +60
<b>Jord- och skogsbruksmaskiner</b>	250	-40 - +50
<b>Flygplan</b>	280	-65 - +60
<b>Fartyg</b>	315	-60 - +60
<b>Valsverk</b>	315	+10 - +150
<b>Pressar</b>	630	+18 - +40
<b>Gruvindustrin</b>	1000	-40 - +60
<b>Simuleringsmaskiner</b>	1000	+18 - +150

/8/

### 3.2.3 Jämförelse av effekt överföringssätten

Hydrauliska effektöverföringssystemens egenskaper gör dem i flera tillämpningar konkurrenskraftiga jämfört med andra effektöverföringssystem. Det är enkelt att åstadkomma roterande och linjära rörelser med hydraulik. Rörelsehastigheter, krafter och moment är lätt och steglöst justerbara. Hydraulikenheternas kraft- och momentnivåer kan

fås väldigt höga redan med allmänt använda hydraultryck utan att behöva höja trycket till väldigt höga nivåer och utan speciella komponenter.

Med att höja trycket i systemen kan samma effekt nås med mindre komponenter, alltså komponenternas effekt-viktförhållande förbättras i samband med tryckökning. Tryckökning över normalt använda tryck leder dock till att vägg tjocklekar och komponenternas storlekar ökar, alltså har tryckökningen en gräns.

Exempel på några negativa sidor med hydrauliken, är att verkningsgraden inte är så bra och hydraulikvätskornas dåliga egenskaper. Hydraulvätskorna som används är beroende på temperatur och förorenande och en del är lättantändliga. För att systemen skall fungera pålitligt i alla användningsfaser bör vätskan vara ren och oförändrad. Även om effekten måste förflyttas på långa distanser så kan effektminskningarna vara markanta. I tabell 4 jämförs en del egenskaper mellan hydraulisk, mekanisk och elektrisk effektöverföring.

Tabell 4. Effektöverföringssättens jämförelser.

Effektöverföringssätt			
Verkningsområde	Hydraulisk	Mekanisk	Elektrisk
Effekt-viktförhållande	Bra	Bra	Dålig
Justerbar	Bra	Dålig	Bra
Verkningsgrad	Hyfsad	Bra	Hyfsad
Säkerhet	Alla överföringssätten är väldigt likartade		
Strukturens ombyggnads möjlighet	Bra	Dålig	Väldigt bra
Kostnader	Beror väldigt mycket på justeringsmöjligheterna		

/8/

### 3.3 Tryckackumulator

Tryckackumulatorer fungerar i hydraulsystem som förråd, där det lagras som tryck-energi som fås från pumpen för att senare användas. På grund av att hydraulikvätskan inte normalt komprimeras i vanligt bruk, är det omöjligt att i själva vätskan lagra stora mängder energi. Energin måste därför lagras i externa källor utanför vätskan.

Energien kan lagras på tre olika vis:

1. Med att lyfta en massa.
2. Med att belasta en fjäder.
3. Med att ändra på en gasvolym.

I dagens läge används endast tryckackumulatorer där gasens volym ändras. Alla ackumulatorers principer grundar sig på att överflödigt energi från pumpen tas tillvara för att senare kunna utnyttja energin.

Tryckackumulatorer är tryckbehållare och lyder därmed under tryckbehållarlagstiftningen. Deras uppbyggnad måste godkännas före ibruktagning. Försäljaren är vanligtvis ansvarig för behövda godkännanden. Före ibruktagning skall det granskas så att behållaren är godkänd. I lagen om tryckbärande anordningar 27.8.1999/869 står det skrivet att anordningarna skall granskas och godkännas före ibruktagningen./7/ /9/

Då bomcyllindern sänks ner, trycks det ut stora mängder energi via oljan som kunde tas tillvara med hjälp av tryckackumulatorer. Det är något som inte kommer att utredas närmare i detta skede, utan det kommer att ses över i ett senare skede. Det kunde vara ett bra ämne för ett kommande examensarbete, att granska vilka tryckackumulatorer som finns på marknaden som klarar av oljemängderna och hur de skulle placeras på muddringsverket och installeras i systemet.

## 4. Metodik

I följande kapitel beskrivs de två besöken till muddringsverket och examensarbetets tillvägagångssätt samt lastcykeln för grävning.

### 4.1 Beskrivning av arbetsprocessen

Under examensarbetets gång gjordes två besök till muddringsverket. I slutet av november 2014 besökte jag muddringsverket Hector för första gången, som för tillfället befann sig i Nystad, i södra Finland. Jag tillbringade en dag ombord på muddringsverket för att få en bild av vad muddring innebär. Tillsammans med arbetsledaren var vi uppe i övervakningsutrymmet. Arbetsledaren kommunicerade med grävmaskinsföraren och med en båt som var försedd med ett ekolodsbaserat verktyg. Verktöget fanns under båten för att kunna kartlägga sjöbotten för att grävmaskinsföraren skulle veta var det fortfarande krävdes grävning. Projektet i Nystad var stort och hade pågått länge, vid mitt besök till muddringsverket var projektet i slutskedet, det skulle vara färdigt i slutet av år 2014. Företagets alla tre muddringsverk var på plats, för att få projektet klart inom utsatt tid. Under besöket var det också meningen att med hjälp av en energilogger, mäta energiförbrukningen på generatoren ombord på muddringsverket. Mätinstrumentet var inhyrt från ett företag som aktivt håller på med energifrågor inom sjöfarten. Av okänd orsak hade energiloggern sparat endast värden på en av generatorns tre faser, vilket betyder att mätvärdena inte kunde användas på grund av att belastningarna på faserna kan vara väldigt olika. Det gick heller inte att multiplicera resultatet med tre för att få en helhetsförbrukning. Det var heller inte möjligt att utföra mätningen igen, för att muddringsverket hade förflyttats till Norge. Myndigheten Trafi kräver inga mätningar, därför valdes det att mätningarna inte skulle fortsättas.

Det andra besöket till muddringsverket var i början av mars 2015. Denna gång stod muddringsverket och väntade på att isarna skulle smälta i Nystad, så att de kunde bogsera muddringsverket till en annan ort för att fortsätta med ett påbörjat projekt. Syftet med besöket denna gång var att åka ner tillsammans med hydraulikexperten Rami Mäkipää från Averfin och Mats Söderblom (arbetsledare) för att inspektera och komma fram till en lösning på hur ventiler och nya delar skall placeras i det nuvarande systemet. Under besökets gång förklarade Mäkipää hur systemet skulle lösas och tillsammans planerades

vilka delar som skulle användas och hur de skulle placeras. Muddringsbranschen är något helt nytt för mig och kan inte jämföras med någon annan bransch jag bekantat mig med tidigare. Det var väldigt givande att besöka muddringsverket och gav mig en bättre inblick i hur jag skulle fortsätta med examensarbetet.

## 4.2 Tillvägagångssätt

När jag blivit tilldelad uppgiften började jag med att utreda kraven för en energisparplan i Finland. Efter kontakt med flera olika myndigheter, kunde jag börja avgränsa vad examensarbetet skulle innehålla. På grund av otydliga krav måste jag fundera vad som skulle vara relevant och vad som inte skulle inkluderas i arbete. I början av arbetets gång fick jag handledning av Mathias Karlsson, som är den person som tidigare gjort energisparplan för företagets nyaste muddringsverk.

Tillsammans med Karlsson hade vi kommit fram till en preliminär plan på hur arbetet skulle utformas. Karlsson gav mig kontaktuppgifter till olika personer jag kunde kontakta i frågor angående lagstiftning och krav på bestämmelser om energisparplanen. Jag fick kontaktuppgifter till Trafi, Ecomar och Bureau Veritas. Trafi är ansvarig för kontroller av energisparplaner och Bureau Veritas är en certifikatmyndighet vilka inte ställde några krav angående energisparplanen. Bureau Veritas enda krav var att energisparplanen måste godkännas av Trafi.

Det tog lång tid att få kontakt med rätt person som kunde redogöra om vilka krav som gäller för denna typ av energisparplan som krävs på ett muddringsverk. Jag kom i kontakt med en person som granskar tillstånd av denna typ vid myndigheten Trafi i Finland. Jag var i kontakt med granskaren för att få en tydlig bild av vad som krävs för dokumentation och om det krävs beräkningar eller dylikt. Jag fick dokumenten RESOLUTION MEPC.213(63) och Lloyd's Register (SEEMP) template – version 2.2 som bör följas när en energisparplan görs för ett muddringsverk. Med hjälp av ovanstående dokument och med Karlssons hjälp, kunde en energisparplan framställas.

Det hade tidigare varit aktuellt för företaget att göra en hydraulikutredning men ingen utredning hade dock blivit gjord. Det bestämdes därför i detta skede att det skulle inkluderas i examensarbetet. Min uppgift blev att dokumentera det som planerades och

skulle utföras. Företaget hade haft besök av Hitachis personal till företagets största muddringsverk. Syftet med besöket var att de skulle ge förslag till lösningar på hur grävmaskinen kunde optimeras. Hitachis personal meddelade att de skulle utreda problemet, trots detta fick företaget aldrig något konkret förslag på vad som kunde göras. På grund av detta kontaktades företaget Averfin från Björneborg, som har expertis inom service och underhåll på hydrauliska system.

### 4.3 Lastcykel

Med lastcykel menas då grävskopan har tömt skopans innehåll i pråmen som fraktar bort grävmaterial till att skopan åkt ner och kommer upp tillbaka. Med nuvarande inställningar och hydrauliksystem tar denna process 55–60 sekunder, på ett grävdjup på ca 14 meter från vattenytan plus fyra meter upp över pråmkanten. Med kommande systemförbättring strävar företaget till att reducera lastcykel tiden till 40–45 sekunder, vilket är direkt en reduktion i grävtid med 20–33 %. Denna reduktion leder till att pråmen kan fyllas snabbare och då kan motorn stängas av på grävmaskinen för att spara bränsle. Om arbetet kan minskas med ca 20 % av en timmes grävning, betyder det att bränsleförbrukningen kunde minskas från 280,6 L/h till 224,5 L/h, eventuellt kunde förbrukningen minskas ännu mer. Minskningen är 56,1 L/h vilket är en väldigt stor inbesparning på lång sikt. Om detta fungerar i praktiken så betyder det att alla tre muddringsverk årligen sparar stora mängder bränsle, vilket är en markant ekonomisk inbesparning och energiinbesparning för företaget.



Figur 7. Pråm för att förflytta uppgrävt material. /3/

## 5. Resultat

I följande kapitel presenteras de lösningar som tagits fram för hydraulsystemets förbättring och även energisparplanens utformning.

### 5.1 Lösning till hydrauliken

Resultatet för hydrauliken blev klar teoretiskt och delar beställdes, dock hade leverantören inga ventiler klara utan började tillverka dem då beställningen gjordes. Detta betyder praktiskt att inte systemet installerades under examensarbetets gång utan kommer göras genast då delarna blir färdiga från tillverkning. Teoretiskt är planeringen klar för installationen.

Lösningen till snabbare hydraulik görs enligt bilaga 4 som är ny del av hydraulschemat. I bilaga 4 finns det bilder av grävvarmscyldrarna, från dessa cylindrar har oljan tidigare pumpats ut från kolvtopps sidan rakt till tanken. Det nya systemet möjliggör att oljan kan flöda från kolvstångssidan till kolvsidan utan att oljan behöver cirkuleras via tanken. 3/2 ventilerna som finns i bilaga 4 är förstyrda med ett bestämt tryck och öppnar då trycket nås och låter oljan flöda från port C2 på ventilen till kolvsidan i cylindern.

Det som är nytt med denna hydrauliklösning är att det valdes 3/2 ventiler, backventiler, trycksensorer, och tryckutjämning för att lösa problemet. Ventilerna tillverkas av ett företag med namn Piippo Hydraulic. Dessa ventiler kommer vara proportionellt styrda. De nya delarna kommer att placeras in i det gamla systemet mellan grävvarmscyldrarna och deras 5/2 styrventiler. Detta kan ses i bilaga 1 mellan de gröna ventilerna nere på sidan och mellan det gula området där ventilerna är blåa inuti. Bilaga 4 är den nya delen av hydraulschemat. Bilaga 4 visar hur de nya ventilerna är planerade att installeras för att uppnå önskat resultat. Vid C2 bemärkningen som syns i bilaga 4 på 3/2 ventilerna är backventiler och hindrar oljan att flöda tillbaka den vägen. Tryckutjämningen som även finns i samma bilaga är planerad att installeras på grund av att rören som går ut till cylindrarna är separata. För att säkerställa att inga ojämna flöden eller haverier sker är tryckutjämningen planerad att installeras. Med hjälp av ett rör som kopplar ihop de ursprungliga rören från cylindern, kan trycket jämnas ut av sig själv ifall det skulle uppstå

ojämheter. Bilaga 4 är ritad av Rami Mäkipää. Jag har i efterhand översatt delarnas namn till svenska.

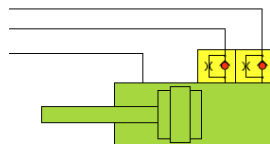
Det är meningen att montera trycksensorer som känner av då trycket ökar i systemet, då öppnas ventilerna som monteras. Ventilerna möjliggör att oljan kan omdirigeras runt till andra sidan av kolven i cylindern. Det är tänkt att ställa in trycksensorerna på ett sådant tryck så att ventilen inte påverkas om trycket ökar endast lite då grävmaskinsarmen körs långsamt. När snabbare arbeten krävs, känner sensorerna av att trycket ökar i systemet och öppnar då ventiler så att oljan kan flöda till valt ställe. Trycksensorerna känner också av då trycket närmar sig ca 200 bar, så skall ventilen stängas. Om ventilen skulle vara öppen efter 200 bar, skulle det råda lika tryck på både kolvstångssidan som på kolvsidan. Det skulle göra att mottrycket är så stort att cylindern nästan stannar. Totalt stopp skulle det ändå inte bli, på grund av att arean är mindre på kolvstångssidan, som trycket påverkar. Detta kan ses i figur 8.

Detta går även att visa med hjälp av formeln:

$$F = p * A$$

$F$  är kraft,  $p$  är tryck och  $A$  är arean. På grund av att arean är mindre där kolvtappen är, blir kraften även mindre och då är kolvsidan starkare.

I figur 8 ses en dubbelverkande cylinder som den betecknas i hydraulikscheman och kan hittas i bilaga 1. En dubbelverkande cylinder betyder att den kan utföra arbeten i båda riktningarna. Figur 8 visar att på kolvsidans utlopp finns det två strypventiler som bromsar utflödet av oljan och som långsammare ner rörelsens hastighet. En strypventil möjliggör fritt flöde i en riktning medan den mot andra riktningen stryper flödet för att åstadkomma en långsammare rörelse. Genom att avlägsna den ena strypventilen blir rörelsen snabbare, uppskattningsvis ca tre sekunder från ändläge till ändläge. Denna uppskattning gjordes av hydraulikexperten Mäkipää som har mycket erfarenhet inom ämnet. Rörelsen blir snabbare på grund av att oljan inte stryps av två ventiler utan av endast en och kan då flöda fritt där den andra ventilen tidigare varit. Ovanstående skall provas på muddringsverket för att se om det är möjligt att låta bara den ena strypventilen arbeta och om rörelsen fortfarande är kontrollerbar eller om rörelsen blir för snabb och oprecis. Försöket kommer utföras i ett senare skede.



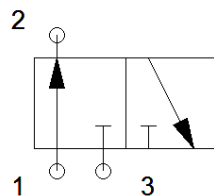
*Figur 8. Dubbelverkande bomcylinder. /Bilaga 1/*

I planeringsskedet togs eventuella problem och svårigheter i beaktande. Rören som kommer från grävvarmscyllinder är två tum tjocka medan ventilen som tillverkas har en och en halv tums in- och utgångar. Istället för att behöva dra om nya rör så finns det mellanstycken som ändrar dimensionen från två till en och en halv tum. Även vakuumbildning togs i hänsyn, det skall inte vara möjligt att bildas och därför har det problemet bortsett. Det nya systemet borde inte ha några nackdelar eller problem i detta skede. Efter monteringen i provkörningsskedet kommer en felsökning göras, för att se att allting fungerar som planerats och att inga problem uppstår.

Det nya systemet är mer effektivt än det gamla med tanke på både energikonsumtion och tidsanvändning. Gamla systemet fungerar utan större problem. Det nya systemet är endast en ombyggnad av nuvarande system och därmed kommer det troligen heller inte att uppstå några svårigheter. Genom att införskaffa delarna som krävs för att lösa problemet, kan inbesparningar göras och utgiften för delarna försummas.

### **5.1.1 3/2 Ventil**

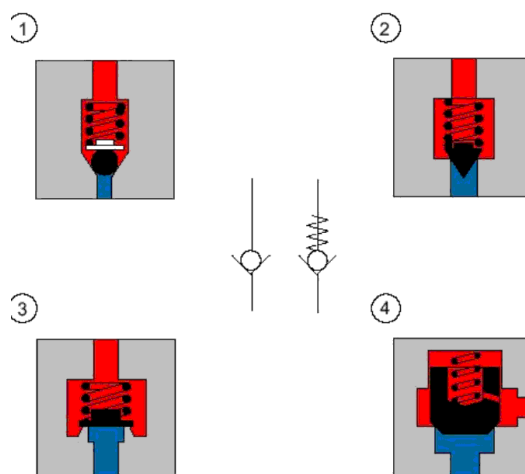
En 3/2 ventil har tre ingångar, ingående, utgående och utlopp. Dessa tre ingångar betecknas i figur 9 som ingående(1), utgående(2) och utlopp(3). Ventilen har två arbetslägen, en 3/2 ventil kan normalt både vara öppen och stängd. En normalt stängd 3/2 ventils inkommande vätska kan inte flöda till utgående port då styrelementet inte påverkas. Utgångsporten är istället kopplad till utloppet. Då styrelementet påverkas stängs utloppet och från ingåendeport öppnas en koppling till utgåendeport. En vanligt öppen 3/2 ventil har samma princip men portarna är kopplade tvärtom. /10/



Figur 9. Normalt öppen 3/2 ventil.

### 5.1.2 Backventil

Backventiler används i hydrauliksystem för att tillåta hydraulvätskans flöde i endast en riktning och därmed kunna begränsa motflöde. Om en förstyrd ventil används, är det möjligt att enligt önskan även tillåta ett flöde i båda riktningar. I figur 10 syns ventils stängningsdelar som kan vara en kula(1), kon(2), tallrik(3) eller patron(4) som med hjälp av en fjäder hålls tryckt mot sätesytan. Sätesytans uppbyggnad möjliggör att ventilen inte läcker och hålls tät mot motflöde, på grund av fjädern kan ventils placering väljas fritt. Ifall ventilen saknar en fjäder, skall den placeras lodrätt för att säkerställa att inget läckage uppstår i ventilen. /8/



Figur 10. Olika typer av backventiler. /11/

### 5.1.3 Tryckgivare

Tryck mäts i enheten pascal som är lika med newton/ kvadratmeter och är ett mått på kraft per area enhet. Vanligtvis mäts tryck i bar, 1 bar = 100 kPa. Atmosfärtrycket är bestämt till 1013 mbar. Tryck anges antingen som övertryck, undertryck på atmosfärtryck eller med relativt absolut vakuum.

De flesta elektroniska givare är uppbyggda av två delar, en del som mekanisk och den andra elektronisk. Den mekaniska delen av uppbyggnaden är oftast en kropp som fjädras då den påverkas av tryck. Den elektroniska delen omvandlar sedan fjädringen till ett tryck.

Tryckgivare kopplas vanligen med en gängad anslutning till det stället där trycket skall mätas eller med hjälp av en slang. Att använda tryckkopplingar är även möjligt. Tryckgivare kopplas sedan till en elektronisk omvandlare som omvandlar trycket till en ström signal vanligen på 4–20 mA eller en spänningssignal på 0–10 V. Denna strömsignal visas sedan som ett tryck. Det finns flera olika tryckgivare som har olika mätintervall på både över- och undertryck.

Till examensarbetet valdes en givare som har kapacitet att mäta 0–500 bar övertryck. Då grävandet påbörjas är trycket väldigt litet, cylindern skall först aktiveras efter ett visst tryck och sedan även stänga av vid tillräckligt högt tryck. Det är orsaken till val av givaren som kan mäta tryck med området 0–500 bar övertryck. I systemet råder som högsta tryck ca 330 bar. /12/

### 5.1.4 Proportionalstyrning

Med termen proportionalteknik menas hydraultekniska apparater och system, där det används proportionalventiler. Proportionalteknik betyder en kontinuerligt arbetande enhet där utgående signal är beroende av inkommande signalstorlek. Proportionalventilens styrning kan vara mekanisk, hydraulisk eller elektrisk. Vanligtvis är systemens styrning gjorda elektriskt.

I proportionalventilerna ändras den styrande elektroniska signalen till hydraulisk utgående signal. Kommandovärdet ändras till hydraulisk rörelse med en proportionalmagnet. Proportionalmagneter skiljer sig från vanliga kopplingsmagneter med att dess kraft är rätlinjig under hela användningsområdet. Proportionalmagneter finns både som kraftstyrda

och enhetskontrollerad. Magneten påverkas med en elektrisk förstärkare, vars styrvärde är mellan 0–10 V. /13/

## 5.2 Energisparplanen

Energisparplanen är presenterad i bilaga två. Energisparplanen gjordes på engelska för att följa angivna direktiv för dessa manualer (SEEMP).

Största energisparningen på muddringsverket är om hydrauliken kunde förbättras enligt det som behandlats i examensarbetet. Med inbesparningen i bränsle på 56,1 L/h skulle det under ett dygn resultera i 1347,0 L. Med dagens dieselpris skulle det uppskattningsvis bli en besparing på  $1,35 \text{ €/L} \cdot 1347,0 \text{ L} = 1818,5 \text{ €}$  under ett dygn. När muddringsverket planerades hade energiaspekter tagits i beaktande. Konstanta förbättringar görs för att få muddringsverket så energisnålt som möjligt. I energisparplanen har olika moment tagits i beaktande, så som normal användning då arbete pågår men även bogsering har tagits i beaktande. Slutdelen i energisparplanen behandlar hydraulikförbättringen i korthet. /14/

## 6. Avslutande diskussion

Jag kände mig väldigt välkommen till Wasa Dredging då jag blev tilldelad uppgiften för att skapa en energisparplan, som den ursprungliga planen var. Under arbetets gång ändrades dock uppgiften efter diskussion om att den ursprungliga planen inte skulle blivit tillräckligt omfattande för ett examensarbete. Under arbetets gång byttes även handledaren, från företagets sida.

I början av examensarbetet gick det väldigt långsamt fram. På grund av handledarens byte stod jag ensam ett tag och kände att det var svårt att fortsätta med examensarbetet. När jag träffade den nya handledaren och diskuterade problemet och hur examensarbetet skulle fortskrida, fick jag handledning och arbetet fortskred bra vidare.

Om jag skulle börja om med examensarbetet skulle jag se till att ha klara direktiv genast från början om vilka uppgifterna är. Examensarbetet påbörjades i oktober 2014 men egentligen började arbetet fortskrida först vid årsskiftet. Då uppstod många funderingar kring vad arbetet skulle innefatta samt vad företaget egentligen ville. Jag fick egentligen fria händer och ingen konkret handledning förrän i slutfasen av arbetet.

Energisparplanen blev en mindre del av examensarbetet då även hydraulikdelen kom med. Hydraulikproblemlösningen har varit väldigt intressant att vara delaktig i. Jag har lärt mig mycket nytt angående muddringsbranschen och om grävmaskiner. Arbetet har varit väldigt givande och roligt att göra åt Wasa Dredging. Jag kommer vara delaktig i hydraulikförbättringen ända tills den är utförd och prövad för att se de konkreta resultaten.

## Källförteckning

1. Information om företaget Wasa Dredging. [Online]  
<http://www.wasadredging.fi/sivut/wasa-dredging/about-us.php> [hämtat:24.11.2014].
2. ECOMAR, 2011, Energy saving survey M/S Generic
3. Wasa Dredgings maskiner. [Online]  
<http://www.wasadredging.fi/sivut/wasa-dredging-equipment/dredgers.php>  
[hämtat:29.11.2014]
4. Information om grävmaskinen. [Online]  
<http://www.hitachi-c-m.com/asia/products/excavator/large/ex2500-6/> [hämtat:20.02.2015].
5. Information om Cummins motorn. [Online]  
<http://cumminsengines.com/mining> [hämtat:25.02.2015].
6. Riktlinjer för att framställa en energisparplan. [Online]  
[http://www.imo.org/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/MEPC%20-%20Marine%20Environment%20Protection/213\(63\).pdf](http://www.imo.org/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/MEPC%20-%20Marine%20Environment%20Protection/213(63).pdf) [hämtat:20.10.2014].
7. Keinänen, T. & Kärkkäinen, P., 2005. *Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka*, WSOY, s. 170–171.
8. Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M., 2008. *Hydrauliteknikka*, WSOY, s. 3–4
9. Lagstiftning om tryckackumulatorer. [Online]  
<http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990869#L2> [hämtat:10.03.2015].
10. Hulkkonen, V., 2008, *Pneumatiikka*. [Online]  
<http://files.kotisivukone.com/fluidfinland.kotisivukone.com/FluidKlinikat/16.pneumatiikka-venttiilit.pdf> [hämtat:18.03.2015].
11. Olika typer av backventiler [Online]  
<https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/8.+Venttiilit> [hämtat: 16.03.2015]

12. Thomas, B., 2008. *Modern reglerteknik*. (4. Uppl.) Liber, s. 416–419

13. Keinänen, T. & Kärkkäinen, P., 2005. *Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka*, WSOY, s. 286

14. Dieselprisuppföljning. [Online]

[https://www.dieselnet.com/standards/eu/fuel\\_reference.php](https://www.dieselnet.com/standards/eu/fuel_reference.php) [hämtat: 16.03.2015].



## Bilaga 2. Energisparplan



### SEEMP-MANUAL BACKHOE DREDGER "HECTOR"

#### INDEX

- INTRODUCTION
- 1. GENERAL INFORMATION
- 2. PURPOSE OF SURVEY
- 3. OPERATION
- 4. ENERGY SAVING POTENTIAL

#### INTRODUCTION

The purpose of this SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) is to verify what can be done to decrease the energy consumption on the dredger. By improving routines and equipment usage we will be able to lower the consumption of non-renewable energy sources.

The purpose with this plan is to follow given guidelines and continuously develop our routines.

SEEMP is required by the regulations 22 of Annex VI of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating there to (MARPOL 73/38).

#### 1. GENERAL INFORMATION

Type:	Backhoe Dredger
Name:	"HECTOR"
Port of registry:	Finland, Vaasa
Call sign:	OJ882
Year keel laid:	2010
Classification:	Bureau Veritas 1+ Hull, Dredger, Unrestricted navigation, No propulsion
Hull (Length, Width, Depth):	41,0m x 15,0m x 3,7m
Gross tonnage:	507
Propulsion:	None
Main engine power:	1 044 kW /1400 hp (Excavator)
Generator power:	130 kVA and 190 kVA
Speed:	None

Owner: Wasa Dredging Oy  
 Raastuvankatu 21b, 65100 Vaasa, Finland  
 Phone +358-6-3444111  
 Fax +358-6-3444110  
 email: [kristian.backlund@wasadredging.fi](mailto:kristian.backlund@wasadredging.fi)

SEEMP:

Version -  
 Date of development 06.03.2015  
 Developed by Nicklas Peltola/ Wasa Dredging

## 2. PURPOSE OF SURVEY

The plan is designed to guide personnel regarding in how to save energy which is directly connected to fuel consumption. The plan will be utilized in conjunction with the corporate plan to safely operate the dredger. In emergency situations it is the master's first tasks to see that all people onboard are safe.

## 3. OPERATION

### 3.1 NORMAL OPERATION/ DREDGING

Already in the planning stage of Hector the energy saving aspect was taken into consideration. The complete hydraulic system on board is designed so that the main engine on the excavator supplies oil to the equipment that is operated with hydraulic oil during dredging. By using this solution it is possible to reduce the number of engines that is running during dredging.

The largest energy consumer on board the dredger is the main engine on the excavator. The excavator operators are shutting down the engine when no dredging is going on.

The master on board is in charge of all the maintenance on board and is to ensure that all the maintenance is done according to the supplier's instructions. When all the service are done regularly, it keeps the equipment in very good condition. When all the equipment is in good condition it can be operated with the best performance and energy is saved by not having any losses in poor equipment.

One of the generators is feeding electricity to the electrical motors on the deck crane. This generator is only running when the crane is in use, otherwise it is turned off. The other

generator is supplying electricity to the rest of the electrical consumers on board. Both generators are optimized to the energy consumption. The generators are dimensioned to be able to operate a separate hydraulic pump if the main engine breaks down. If the engine breaks down and the excavator arm is down and the supporting legs are down, the hydraulic pump is a part of the emergency system that is to get them up.

The generators are air cooled, and in the cold periods the warm air is directed into the hull instead of letting it straight out. This prevents the deck from freezing and no heat fans have to be used for this purpose.

On board unnecessary lights are switched off when not needed. Electrical heaters are used in areas when necessary during cold periods, in order to keep the temperature above zero. The generator room is located under the area where the control room and also the kitchen can be found, which allows waste heat coming from the engine room to keep upstairs warm by heating the walls and ceiling.

The masters are continuously keeping record of the fuel consumption. Based on the records it is possible to see if there are variations in the fuel consumption. If there are rapid changes in the fuel consumption, it is possible to investigate why and then come up with a solution. In cooperation with the engine supplier, the main engine is monitored to give the most efficient performance.

### 3.2 TOWING

The bottom of the dredger is painted with anti-fouling paint in order to keep the bottom as clean as possible during towing. Interval of renewal of the paint is planned to be the same as the 5 year bottom inspection.

One part of the preparations before towing the dredger from one site to another is to optimize the trim, in order to get the dredger to go as smoothly as possible in the sea. The amount of ballast water is as little as possible. All the engines are shut down during towing and batteries are supplying electricity for the navigation lights.

### 4. ENERGY SAVING

Development of the use of "waste" energy is continuously going on within the company, not only for Hector but also the other company dredgers. Most of the energy needed on board is consumed through the hydraulic system and that's where the biggest savings can be made. The company has been developing a solution to reuse the oil from the working

cylinder, so the outgoing oil will be rerouted back to the other side of the piston to get “free” oil energy by not having to pump it there with diesel power. This is now being tested on the dredger and if it is a success it will be applied to the other dredgers also, which will lower fuel consumption.

### **Bilaga 3. Huvudgeneratorns motorspecifikationer**

Termodynamisk cykel: Diesel 4 takt

Överladdning: Turboöverladdning med efterkylning

Cylinder uppsättning: 6 cylindrar i rad

Cylinderdiameter x Slaglängd (mm): 104 X 132

Total Volym (l): 6.7

Ventiler per cylinder (n°): 2

Insprutningssystem: Mekanisk

Kylarvätska: (vatten - paraflu 50 %)

Rotationsriktning (sett tittande på svänghjulet): Motsols

Oljespecifikation: ACEA E3-E5

Oljeförbrukning: <0.1 % av bränsle förbrukningen

Bränsle specifikation: EN 590

Olja och oljefilter underhålls intervall för byte (timmar): 600

Specifik bränsle förbrukning vid: 1500 och 1800 r/min

- Stand-By l/h (g/kWh) - -

- 100 % last l/h (g/kWh) 36 (212.7), 40.1 (217.5)

- 80 % last l/h (g/kWh) 29 (213.8), 32.5 (220.4)

- 50 % last l/h (g/kWh) 18 (215), 20.7 (224.7)

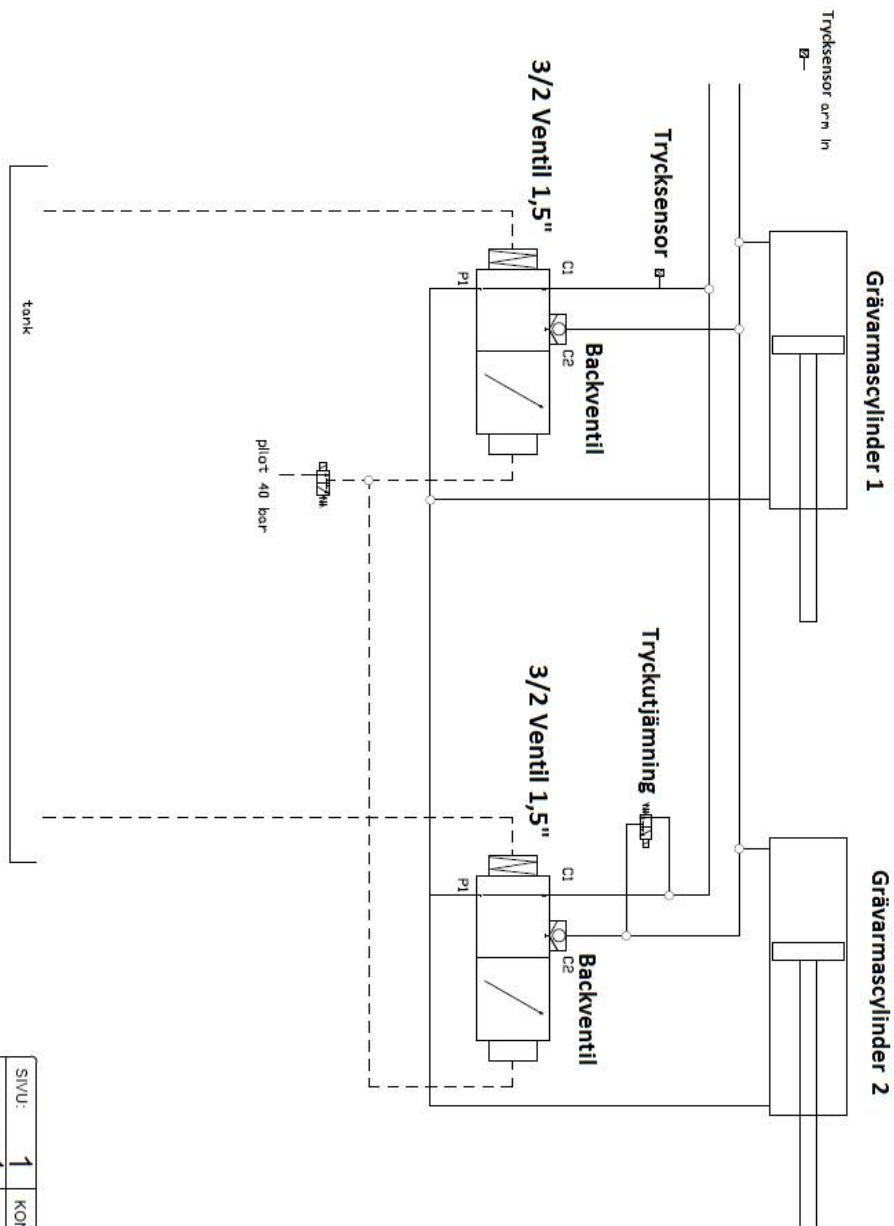
Kylvätskekapacitet: motor + kylare (l) ~ 25.5

Kylvätskekapacitet: motor (l) ~ 10.5

Smörjolja totalsystem kapacitet, inkluderande rör, filter etc. (l) ~ 17.2

Elsystem (isolated return) 12

## Bilaga 4. Nya hydraulikskemats del



SIVU:	<b>1</b>	KONE:	Hector	MALLI:	SPEED VALVE
SIVUT YHT:	<b>1</b>	KAAVA:	16.3.2015	PIIRTAJA:	Rami Mäkipää
Averfin Oy			AF Parts		