

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för Maskinteknik

ENERGIEFFEKTIVERING AV SKOLFARTYGET M/S MICHAEL SARS

Oscar Ekebon, Andreas Lindholm



12:2017

Datum för godkännande: 17.05.2017
Handledare: Kenneth Andersson

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Maskinteknik
Författare:	Oscar Ekebom, Andreas Lindholm
Arbetets namn:	Energieffektivisering av skolfartyget M/S Michael Sars
Handledare:	Kenneth Andersson
Uppdragsgivare:	Christoffer Qvarnström

Abstrakt

Syftet med detta examensarbete är att undersöka och utvärdera hur värmeförbrukningen ombord på skolfartyget M/S Michael Sars kan effektiviseras. Vi genomförde detta på tre olika sätt. Det första var att undersöka hur en isolering av maskinrummet och dess trapphus kan sänka uppvärmningsbehovet. Vi beräknade värmegenomgången genom skrovet samt hur mycket isoleringsmaterial som behövs. Det andra alternativet för energieffektivisering är att undersöka hur ett eventuellt byte av fartygets oljeeldade panna skulle löna sig. För närvarande är pannan ombord gammal och har en låg verkningsgrad. Det tredje alternativet vi har undersökt är möjligheten och lönsamheten att ansluta fartyget till stadens fjärrvärmenät. Utöver dessa tre alternativ beaktas också värmeåtervinning från motorns kylvattensystem.

Nyckelord (sökord)

Värmeisolering, Fjärrvärme, Energieffektivisering, Oljepanna, Skolfartyg

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
12:2017	1458-1531	Svenska	50 sidor

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
16.05.2017	12.05.2017	17.05.2017

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Study program:	Mechanical Engineering
Author:	Oscar Ekebom, Andreas Lindholm
Title:	Optimising of Energy Efficiency onboard M/S Michael Sars
Academic Supervisor:	Kenneth Andersson
Technical Supervisor:	Christoffer Qvarnström

Abstract
<p>The purpose of this degree thesis is to investigate and evaluate how the energy consumption that goes to heating onboard the training ship M/S Michael Sars could be optimized. We have covered three different solutions that could lower the energy consumption. First we calculated how an insulation of the engine room and the staircases the going down to the engine room would affect the energy consumption. The plan with that is to calculate the heat transfer that goes through the hull and the total area of insulation material that is required. The second method is to calculate how a new oil fired boiler could lower the energy consumption. The boiler on the ship today is old and has a low thermal efficiency. The third option we have explored is the possibility and profitability of providing the ship heating system with district heat from the local energy company.</p>

Keywords
Heat insulation, District heating, Energy optimizing, Oil-fired boiler, Trainingship

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
12:2017	1458-1531	Swedish	50 pages

Handed in:	Date of presentation:	Approved on:
16.05.2017	12.05.2017	17.05.2017

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Motiv för ämnesvalet	6
1.3 Syftet med arbetet	6
1.4 Avgränsningar.....	7
1.5 Frågor och problemställningar	7
1.6 Material och metoder	7
1.6.1 Mätutrustning.....	7
1.7 Definitioner och förkortningar.....	8
2. FARTYGET.....	9
3. ISOLERING AV MASKINRUM OCH TRAPPHUS.....	12
3.1 Inledning	12
3.2 Ritningar	13
3.3 Teori.....	15
3.3.1 Värmegenomgångskoefficienter	17
3.3.2 Materials värmeledningsförmåga.....	17
3.4 Beräkningar.....	18
3.4.1 Mätning av sjövattenlinje.....	19
3.4.2 Temperaturmätningar.....	19
3.4.3 Beräkning på värmeflödet utan isolering.....	20
3.4.4 Beräkning på värmeflödet med isolering.....	21
3.5 Resultat	22
3.5.1 Oljeförbrukning med nuvarande panna (67 % verkningsgrad).....	22
3.5.2 Oljeförbrukning med ny panna (89,3 % verkningsgrad)	23

3.6 Offert.....	23
4. FJÄRRVÄRMEANSLUTNING	24
4.1 Fjärrvärmeidén.....	24
4.2 Mätningar.....	25
4.3 Energibehov ombord.....	25
4.3.1 Energibehov på M/S Michael Sars	25
4.3.2 Värmeväxlare på kaj	26
4.3.3 Huvudmotorns förvärmning.....	26
4.4 Offertförfrågan	27
4.4.1 Fjärrvärmeoffert.....	27
4.4.2 VVS-Arbeten samt värmecentral alternativ ett.....	28
4.4.3 VVS-Arbeten samt värmecentral alternativ två.....	29
4.5 Problematiken kring fjärrvärme	30
4.5.1 Temperaturfall från fjärrvärmecentral till fartyg	33
4.6 Teori och beräkningar	35
5. BYTE AV OLJEPANNA	36
5.1 Pannan.....	36
5.2 Mätningar.....	37
5.3 Teori.....	38
5.4 Pannoffert.....	39
5.5 Mätvärden och beräkningar	40
5.6 Värmeåtervinning med HT-vatten	41
5.7 Bunkerpriser.....	42
6. SAMMANFATTNING AV ALTERNATIVEN	43
6.1 Isolering	43
6.2 Fjärrvärme.....	44
6.3 Pannan.....	44

7. SLUTSATS.....	47
KÄLLFÖRTECKNING.....	49
BILAGOR.....	51

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Detta slutarbete är uppdelat i tre delar, som alla berör energieffektivisering på något sätt. Då vi pratade med uppdragsgivaren om vår fjärrvärmeanslutningsidé hade han också ett arbete som han ville ha gjort, vilket var att isolera fartygets trapphus. Vi antog det eftersom idén var intressant. Jobbet i fråga var att räkna på inbesparingar i bränslekostnader till hetvattenpannan om man isolerar trapphusen till maskinrummet. För detta måste också en installationsoffert fås fram. Under arbetets gång tillkom ett eventuellt byte av fartygets oljeeldade panna.

1.2 Motiv för ämnesvalet

Det här temat valde vi redan tidigt i våra studier då vi läste en artikel om Stena Line och deras fartyg, Stena Danica. På Stena Danica har man installerat fjärrvärmeuppvärmning på nätterna eftersom fartyget står stilla då. Detta gav oss idén. Om de kan göra det på Stena Danica så kan vi också räkna på det och möjligen få ett genomförbart arbete på skolfartyget M/S Michael Sars.

Efter hand som vi jobbade med detta och vi fick flera idéer. Vi tar upp gamla slutarbetens resultat och räknar på inbesparingar av att isolera maskinrum och maskinrummets trapphus. Därtill räknar på inbesparingarna med att byta ut pannan. Tanken är att jämföra vilket som blir mera lönsamt, pannbyte eller fjärrvärmeanslutning.

1.3 Syftet med arbetet

Syftet med detta slutarbete är att få billigare drift av skolfartyget när det står vid kaj. Eftersom skolfartyget har relativt få drifttimmar per år är det viktigt att även optimera kostnaderna vid kaj, vilket inte vanligtvis läggs så mycket energi på eftersom fartyg är designade att köras med. Dessutom vill vi stödja Ålands miljöarbete. Åland framstår som miljövänligt så om detta genomförs kan man göra lite mera reklam om Finlands finaste skolfartyg.

1.4 Avgränsningar

Vi har valt att begränsa oss till maskinrummet och maskinrumstrapphusen med tanke på isolerandet, eftersom det annars skulle bli allt för mycket att optimera/beakta. Man skulle även ha kunnat ta med däck verkstaden och förrådet på däck två. Fartygets botten beaktas inte eftersom det är svårtillgängligt och det går inte att isolera.

1.5 Frågor och problemställningar

Innan vi kunde börja jobba med energieffektiveringen måste en del frågor och problem diskuteras och beaktas för att undvika att onödig eller felaktig inriktning i arbetet väljs. I samråd med vår handledare funderade vi bland annat över följande saker:

- Vilka värden behövs för att göra beräkningar?
- Vilken mätutrustning behövs? Var kan vi få tag på mätutrustning? Inköp av mätutrustning?
- När kan vi göra mätningar ombord? Behöver vi vara med på sjöresa?
- Behöver vi göra några studiebesök?

1.6 Material och metoder

Vi gjorde detta på flera olika sätt. Vi har ett gammalt slutarbete av Erik Andersson som han skrev år 2009 om Värmeåtervinning ombord på skolfartyget Michael Sars 27/2009. Därtill utförde vi egna mätningar ombord och beräknade teoretiskt och kontrollräknade tidigare tagen information. Vi hade diskussioner med äldre och erfarna maskiningenjörer i branschen angående isolerandet och praktiska delar såsom byte av pannan. Utöver det hade vi löpande diskussioner med Ecomar och Mariehamns Energi.

1.6.1 Mätutrustning

Vid mätningar på fartyget behövde vi använda en del mätutrustning. Nedan listat ses vilken mätutrustning vi använt oss av vid besök på fartyget:

- Testo 115i tång temperaturmätare
- Fluke infraröd temperaturmätare
- Fluxus F/G601 flödesmätare (se fig.1)



Figur 1. Flödesmätare

1.7 Definitioner och förkortningar

- GA-ritning: Sammanställningsritning (General Arrangement, på engelska)
- Bilge: Bilgegrop, hittas i botten av fartyget. Uppsamling för spill.
- IR-termometer: Infraröd termometer
- HT: Högtemperaturvatten
- kW: Kilowatt
- kWh: Kilowattimme
- MW: Megawatt
- MWh: Megawattimme
- Evaporator: Färskvattengenerator
- Bunker: Fartygets bränsle

2. FARTYGET

Michael Sars är byggd i Norge, Bergen år 1979 av Mjellem och Carlsen. Från början var fartyget ett forskningsfartyg i norska havsforskningsinstitutet. Landskapsregeringen köpte fartyget år 2005 och satte det i drift som skolfartyg för sjöfartsstuderande på Åland. (Ålands landskapsregering, 2017)

- Total längd 47,5 meter
- Längd i vattenlinjen 43 meter
- Bredd 10,3 meter
- Djupgående 4,6 meter
- GT 690 ton
- NT 207 ton
- DW 315 ton
- Klass Det Norske Veritas +1A1
- Max antal personer 35
- Räckvidd 7800 nautisk mil
- Bränsleförbrukning 60 l/h vid 8 knops fart, inkl. generator, 100 l/h vid 10 knop
- Lastkapacitet 220 ton
- Huvudmotor Bergen LDMCB-9 1100 kW
- Generator 1 Volvo TMD 120AK 158 kVA
- Generator 2 John Deere WDJ 120 kVA

Nedan visas bilder på hur fartyget ser ut och hur utrymmena inne i fartyget ser ut där den tänkta isoleringen skall komma samt vart vi gjort mätningar som behövs för beräkningar. I figur 2 ses skolfartyget från utsidan. I figur 3 ses skortensschaktarna akterifrån. Det är dessa som skall isoleras. Det är även här ingången till däck 3 är, se figur 4 och 5.



Figur 2. Skolfartyget M/S Michel Sars



Figur 3. Skorstenschakten



Figur 4. Däck 3 Babordssida



Figur 5. Däck 3 Styrbordssida

3. ISOLERING AV MASKINRUM OCH TRAPPHUS

3.1 Inledning

I den inledande delen av vårt energieffektiviseringsprojekt undersökte vi hur isolering av fartygets skorstensschakt kommer påverka energiförbrukningen som går till uppvärmning ombord. Vi beräknade utifrån fartygsritningar den totala arean vägg som skall isoleras och hur mycket energi det går till spillo före respektive efter isoleringen.

Enligt våra tidigare erfarenheter och studier på högskolan är isolering den bästa ekonomiska investeringen för energieffektivisering man kan göra, eftersom inköspriset är lågt och inget underhåll krävs.

I dagsläget är det ingen isolering alls i trapphusen, vilket ger en väldigt lätt övergång för värmen att tas sig ut genom fartygsskrovet. Isolerar man 100 mm, vilket var uppdragsgivarens önskemål, kommer det att göra märkbar skillnad på uppvärmningsbehovet.

För att kunna göra beräkningar på värmeflödet ut genom fartyget så måste en medeltemperatur på utomhusluften fås fram. Vi har gjort en mätning under en 4 månaders tid, vilket skall representera vinterförhållandena väl.

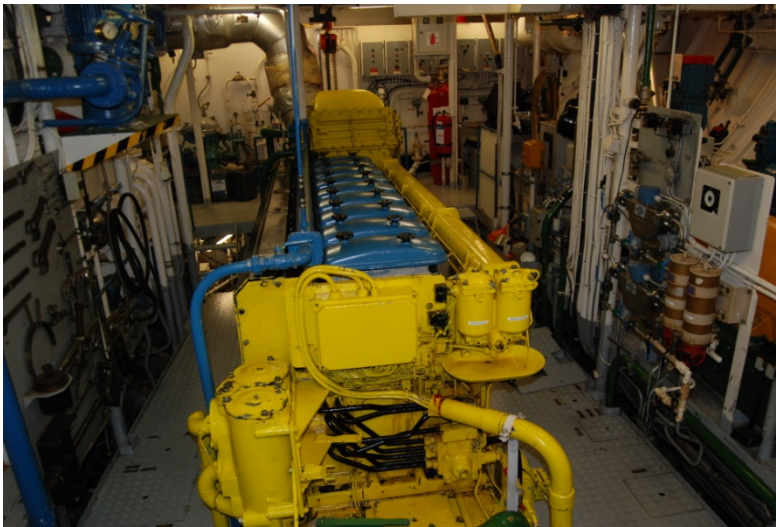
Själva praktiska arbetet med isoleringen kommer vi inte beakta utan överlåter det till entreprenören vi beställt offert ifrån. De har tidigare isolerat ombord på fartyget när det nya kontrollrummet byggdes, så de är väl bekanta med uppgiften och installationssättet. I maskinrummet kommer vi teoretiskt i beräkningarna att gå ner till durkplåten med isoleringen. Längre ner än det är ingen ide att isolera för i bilgen kan det finnas läckolja, vatten med mera som isoleringen inte tål.

Isoleringen måste vara obrännbar, men isoleringen behöver inte vara godkänd som brandisolering eftersom den inte berör någon brandzon. På isoleringen skall också en glasfiberduk sättas så att inte olja, vatten och annan smuts kan dränka isoleringen.

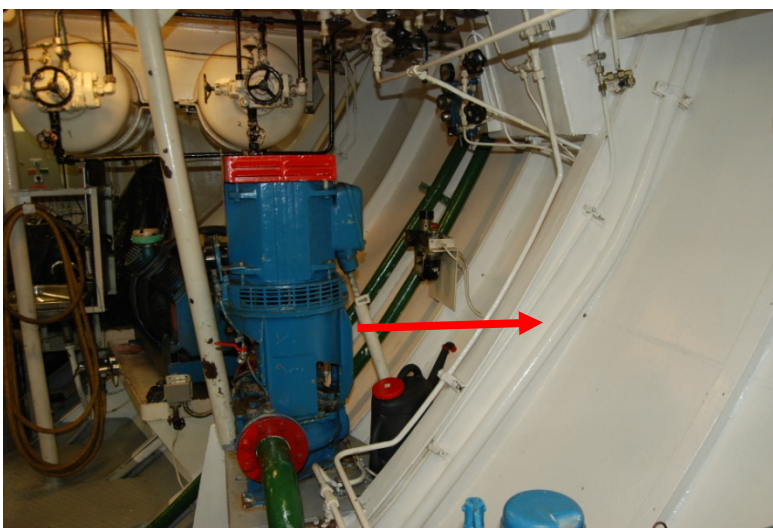
3.2 Ritningar

För att kunna göra beräkningar på hur mycket yta av väggarna i maskinrum och trapphusen som är oisolerade behövdes mått på alla väggar tas fram. I figur 6 och 7 visas maskinrummet och babords skrov som är likadant utformat som styrbordssidan. Röda pilen visar var den planerade isoleringen kommer mot skrovet.

Först gjordes ett besök på fartyget och väggarna mättes med vanligt måttband, men vi fann det mera noggrant att mäta väggarna utifrån ritningar som redan finns uppgjorda på fartyget. Att studera ritningen ger också en bättre helhetsöverblick av fartyget.

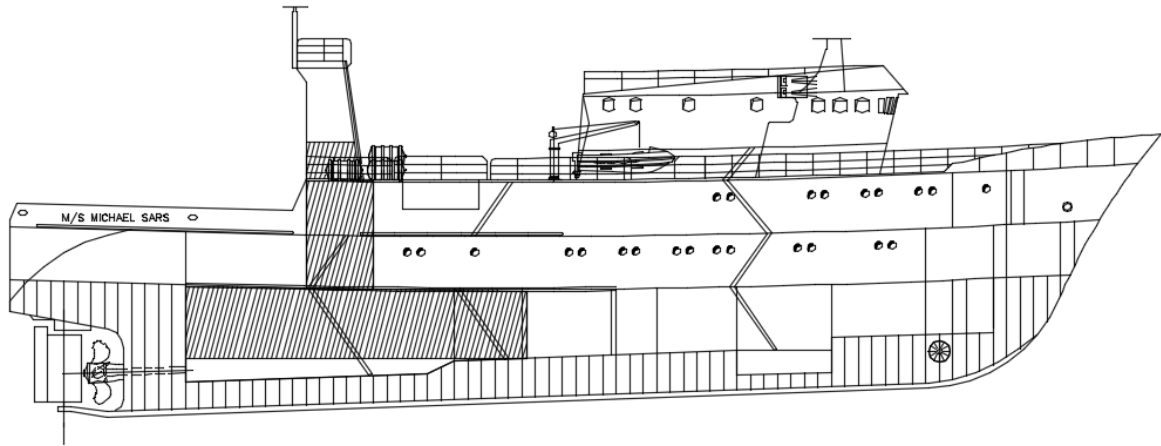


Figur 6. Maskinrummet



Figur 7. Babords skrov

Fartygets GA-ritning som vi fick från Joel Karlsson (teknisk inspektör på landskapsregeringen) och är nyligen uppdaterad pga. ombyggnation av bl.a. maskinrum och kommandobrygga och ger bra överblick på fartyget och var det för närvarande är oisolerat (se fig.8).



Figur 8. Planerad yta som skall isoleras (Kulves, 2016)

Mellan däck 3 och skorstenen beslöts det i samråd med uppdragsgivaren att installera en isolerad lucka (se fig.9) istället för att isolera hela vägen upp. Genom att göra så sparas det en hel del isoleringsmaterial, beräknat blev det en inbesparing på 66m².



Figur 9. Planerad lucka mellan däck 3 och skortensschaktet, markerat i rött

För att få reda på måtten i verkligheten jämfört med måtten på ritningen mättes skalan på ritningen och sedan översattes en meter på ritningen till måttenhet i Auto Cad. På det viset skapades en korrektionsfaktor som användes när samtliga mått togs fram från ritningen. I ritningen framgår det inte var vattenlinjen ligger emot maskinrumsväggen, så en mätning var nödvändig att manuellt göra från fartygskajen. Följande mått uppmättes (Tabell 1):

Tabell 1. Uppmätt oisolerad yta

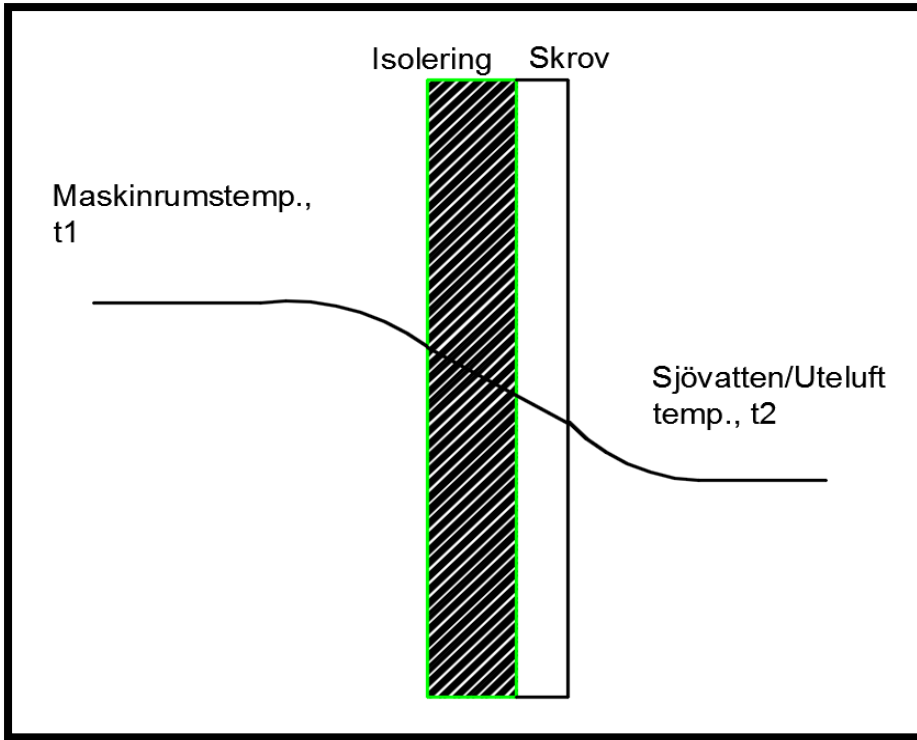
Däck	Oisolerad yta [m ²]
1 Maskinrum, vatten utsida	35
1 Maskinrum, luft utsida	46,6
2 Trapphus	11,82
3 Ingång trapphus + lucka i tak	46,6

3.3 Teori

Om det finns en temperaturskillnad mellan två kroppar, kommer det ske en överföring från den varmare kroppen mot den kalla. Värmeöverföring kan i allmänhet ske på tre olika sätt: ledning, konvektion och strålning. (Alvarez, 1990)

I praktiken kommer värmeöverföring ske på fler än ett sätt åt gången, men vi kommer begränsa oss till att räkna på värmeöverföring via konvektion och ledning, eftersom vid den största ytan vi kommer isolera sker värmeöverföringen på dessa sätt. Strålning uppstår då det är en stor temperaturskillnad, ex. då fartygets motor används strålar den värme mot omgivningen. Eftersom temperaturskillnaden är liten där vi beräknar så försummas värmeöverföringen via strålning.

Värmetransport via ledning kommer ske från stålskrovet ut till uteluften, (se fig. 10). Nere vid skrovet kommer värmetransporten ske genom konvektion för att transportereringen sker från stålplåten till sjövattnet. Formler presenterade hur vi räknat värme genomgången från maskinrum till sjövattnet och uteluften. (Fagergren, 2012)



Figur 10. Värmeledning genom två skikt

Formel 3.1: Värmegenomgångskoefficienten K:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}$$

Formel 3.2: Värmegenomgång vid luft och vatten:

$$P = K * A * (t_1 - t_2)$$

Formel 3.3: Värmegenomgång vid flera skikt:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right)$$

Förklaringar till innehållet i formlerna 3.1, 3.2, 3.3:

- $P = \text{Värmeeffekt, } W$
- $\lambda = \text{Värmeledningsförmåga, } \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
- $\delta = \text{Materialtjocklek, } m$
- $A = \text{Area, } m^2$
- $t_1 = \text{Inomhustemperatur, } ^\circ C$
- $t_2 = \text{Utomhustemperatur, vattentemperatur, } ^\circ C$
- $\alpha_1 = \text{Värmegenomgångskoefficient för luft, } \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
- $\alpha_2 = \text{Värmegenomgångskoefficient för sjövattnen, } \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

3.3.1 Värmegenomgångskoefficienter

Värmegenomgångskoefficienterna för fri strömning som behövs för beräkningarna härleds från relativt komplicerade formler. Därför använder vi de värden vi tidigare räknat med i tekniska kurser på högskolan. Enligt överlärare Göran Henriksson kan värmegenomgångskoefficienten för luft och sjövattnen uppskattas till nedanstående värden. (Henriksson, 2017):

- Värmegenomgångskoefficient för luft (inom- och utomhusluft) = $10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
- Värmegenomgångskoefficient för sjövattnen = $250 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Då flera olika material används adderas deras värmeledningsförmåga samt deras respektive tjocklekar.

3.3.2 Materials värmeledningsförmåga

Materials värmeledningsförmåga (värmekonduktivitet) beskriver olika materials förmåga att leda värme. Värdet på värmeledningsförmågan beskriver hur bra eller dåligt materialet leder värme. Materialet leder bättre värme ju högre värdet är. Värmeledningsförmågan är i enheten Watt/m^{°C}. (The Engineering Toolbox, 2017)

Vid isoleringsarbeten vill man ha en så låg värmeledningsförmåga som möjligt, så att inte värmets leds ut genom materialet som isoleras. För beräkningarna ombord behövs värmeledningsförmågan för fartygets stålskrov samt den planerade isoleringen. Stål leder olika mycket värme beroende på dess kolhalt. I våra beräkningar räknar vi med en kolhalt på 0,15 %, vilket är det typiska kolhalten som används i fartygsplåt. När kolhalten är fastställd kan dess värmeledningsförmåga avläsas från materialtabell. (Fagergren, 2012)

Värmeledningsförmågan på den planerade isoleringen fås från offerten som Ecomar framställt för vårt projekt. Nedan ses listat de material som används i beräkningarna och deras värmeledningsförmågor:

- Stål med en kolhalt på 0,15 %: $59 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
- Isoleringmaterial med glasfiberyta: $0,045 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

3.4 Beräkningar

När mätningarna utförts på fartyget och de värden som behövs till formlerna nämnda i ovanstående kapitel insamlats var det dags att beräkna värmeflödet genom skrovet. Beräkningarna görs för varje däck var för sig och sedan summeras de till det totala värmeflödet ut från fartyget.

Beräkningarna utförs för nuvarande situation ombord utan isolering för att sedan kunna jämföras med skillnaden i värmeflöde genom skrovet med isolering. Genom att göra så kan en skillnad i uppvärmningspris jämföras med respektive utan isolering.

För att kunna beräkna värmeflöde som går ut genom de planerade ytorna från uppvärmningen måste mätningar göras på temperaturer (Tabell 2.) Temperaturen på utsidan varierar givetvis med årstiden så en medeltemperatur per kalendermånad tas fram för beräkningarna.

Mätperioden var 4 månader lång, vilket väl beskriver vintertemperaturen på Åland där fartyget står. Beräkningarna är gjorda efter den 4 månader långa mätperioden. För att kontrollera pålitligheten i mätningarna jämfördes resultaten med medeltemperaturen för Mariehamn under år 2016, som Meteorologiska Institutet har tagit fram, se bilaga 3.

För att få en så lokal avläsning som möjligt på utomhustemperatur och oljeförbrukning gavs en temperatur-/oljaförbrukningslogg åt tekniska chefen på fartyget. Utifrån den listan kunde ett medelvärde beräknas fram på utetemperaturen.

3.4.1 Mätning av sjövattnelinje

På däck 1 (maskinrummet) gjordes en mätning var vattenlinjen är mot skrovet. Detta gjordes eftersom värmegenomgången är olika för luft och vatten, vilket har beskrivits under kapitlet teori.

Mätningen utfördes från kajen (se fig.11) med måttband. Höjden på en kylvattengenomföring mättes i förhållande till vattenytan. Därefter kunde samma kylvattengenomföring sökas upp inne i maskinrummet och därefter mäter man ner längs med skrovet den längd som man fått vid föregående mätning.



Figur 11. Mätning av sjövattnelinje

3.4.2 Temperaturmätningar

Temperaturen inne i fartyget mättes med en IR-termometer. För att få en jämn och pålitlig temperaturmätning mättes det på 3 punkter och 1,5m ovanför durken på varje däck. Därefter beräknades ett medelvärde fram på innetemperaturen. I tabell 3 finns beräknade medelvärden för temperatur på utsidan och insidan av fartyget.

Tabell 2. Uppmätta medeltemperaturer

Däck	Temperatur insidan	Temperatur utsidan
	[°C]	[°C]
1 Maskinrum, sjövatten utsidan	15,7	3
1 Maskinrum, luft utsidan	16,9	0,76
2 Trapphus	16,4	0,76
3 Ingång trapphus + lucka i tak	12,8	0,76

3.4.3 Beräkning på värmeflödet utan isolering

Från kapitel teori används formel 3.2 vid beräkning av värmeflödet (energiförbrukning) utan isolering. Även värmegenomgångskoefficienten (k-värdet) beräknades för väggen utan isolering. Den beräknas med formel 3.1.

K-värdet varierar beroende på om det är luft eller sjövatten på utsidan, så två olika värden behövs tas fram i detta fall. Följande K-värden räknades fram:

- Däck 1, maskinrum, mot vatten på utsidan: $9,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- De övriga däckerna som har utomhusluft på utsidan: $5 \text{ W/m}^2\text{K}$

På däck 1, maskinrum beräknades det totala värmeflödet utan isolering med formel 3.2.

Värmeflödet mot vattensidan:

$$P_{maskin,vatten} = 6,6 \text{ kW}$$

Värmeflöde mot utomhusluft:

$$P_{maskin,luft} = 2,2 \text{ kW}$$

Det totala värmeflödet ut från däck 1 oisolerat summeras till $8,8 \text{ kW}$

På däck 2 och 3 räknas värmeflödet med formel 3.2 och ett K-värde för luft på utsidan.

Däck 2:

$$P_{däck\ 2} = 0,92kW$$

Däck 3 (inklusive lucka):

$$P_{däck\ 3} = 2,8kW$$

Den totala energiförbrukningen per dygn under vår mätperiod beräknas med följande formel:

$$P_{dygn,tot} = (P_{maskin,vatten} + P_{maskin,luft} + P_{däck\ 2} + P_{däck\ 3}) * 24h$$

Totala energiförbrukningen utan isolering beräknades till 300,5 kWh per dygn.

3.4.4 Beräkning på värmeflödet med isolering

Värmeflödet med den planerade isoleringen beräknas med samma formler och metod som för den utan isolering i kapitlet ovanför, förutom att ett nytt K-värde måste beräknas. Det beräknas utifrån värmeledningsförmågan på isoleringsmaterialet som ecomar specificerade i sin offert (se kapitel 3.6).

Följande K-värden räknades fram med formel 3.1:

- Däck 1, maskinrum, mot vatten på utsidan: 0,43W/m²K
- De övriga däckerna som har utomhusluft på utsidan: 0,41W/m²K

Värmeflödet med isolering beräknas med formel 3.2

Däck 1, maskinrum totala värmeflöde med isolering:

Värmeflödet mot vattensidan:

$$P_{maskin,vatten} = 0,3kW$$

Värmeflöde mot utomhusluft:

$$P_{maskin,luft} = 0,2kW$$

Det totala värmeflödet ut från däck 1 med planerad isolering adderas till 0,5kW

Däck 2:

$$P_{däck\ 2} = 0,08kW$$

Däck 3 (inklusive lucka):

$$P_{däck\ 3} = 0,41 \frac{W}{m^2K} * 46,6m^2 * (12,8 - 0,76)^\circ C = 0,23kW$$

Den totala energiförbrukningen per dygn under vår mätperiod beräknas med följande formel:

$$P_{dygn,tot} = (P_{maskin,vatten} + P_{maskin,luft} + P_{däck\ 2} + P_{däck\ 3}) * 24h$$

Totala energiförbrukningen utan isolering beräknades till 19,5 kWh per dygn. Detta är endast på vårt planerade område, det vill säga maskinrummets skrov och trapphusen. Värmefflöde genom botten räknar vi inte med.

3.5 Resultat

Under detta kapitel kommer vi att redogöra hur lönsamt och hur lång återbetalningstid det skulle bli på en eventuell isoleringsinvestering. Lönsamheten kommer beräknas både med nuvarande oljepanna med verkningsgrad på 67 % samt för en eventuell ny oljepanna som har en betydligt bättre verkningsgrad på 89,3 %.

Värt att notera är att vi gjort mätningar på utomhustemperaturen under ca 4 månaders tid (vintern), vilket gör att endast lönsamheten under dessa månader kan beräknas. Värmefflödet ut genom stålskrovet med och utan isolering varierar beroende på utomhustemperaturen. (Alvarez, 1990)

3.5.1 Oljeförbrukning med nuvarande panna (67 % verkningsgrad)

För att beräkna oljeförbrukningen behövs det tas fram hur många kWh en liter olja innehåller som används till uppvärmning ombord. Det görs med formel 4.1, se fjärrvärmekapitlet på sida 35. Energiinnehållet beräknades till 9,91 kWh per liter olja. Nu kan oljeförbrukningen, för värmefflödet som går genom ytorna i maskinrum och båda trapphusen beräknas. Det görs enligt nedanstående formel 3.4.

Formel 3.4 Från kWh/ dygn till liter/dygn inklusive pannverkningsgrad

$$Oljeförbrukning\ per\ dygn = \left(\frac{P_{dygn}}{H_i} \right) * 100 - \eta_{panna} + \left(\frac{P_{dygn}}{H_i} \right)$$

Förklaring till formlerna:

- P_{dygn} = effektförbrukningen per dygn
- H_i = energiinnehåll per liter olja
- η_{panna} = oljepannans verkningsgrad

Oljeförbrukningen beräknades till 40,32 liter/dygn utan isolering och till 2,62 liter/dygn med isolering installerad. Redan här kan man lätt konstatera att en isolering på 100 mm kommer att löna sig bra. Med en medeltemperatur på 0,76°C som vi hade under vår mätperiod kommer bränsleförbrukningen minska med 37,7 liter dygn. Med senaste priset på oljan som tagits ombord blir det 17,34 €/dygn.

3.5.2 Oljeförbrukning med ny panna (89,3 % verkningsgrad)

Här används samma tillvägagångssätt som i beräkningarna för gamla pannan. Genom att använda formel 3.4 beräknades följande oljeförbrukningar fram:

- Utan isolering, ny panna: 33,56 liter/dygn
- Med isolering, ny panna: 2,18 liter/dygn

Genom att byta panna till en med fås bränsleförbrukningen ytterligare ner. Byts pannan och en isolering utförs kommer bränsleförbrukningen för uppvärmning kunna minskas med 38,55 liter/dygn jämfört läget för nuvarande ombord. Med dagens oljepris blir det en inbesparing på 18,12 €/dygn.

3.6 Offert

En offert på isoleringen skickades till Ecomar efter att den totala mängden isoleringsmaterial som behövs anskaffas beräknats. Totala mängden isoleringsmaterial som måste köpas blev beräknat till 238 m². Det är aningen högre än uppmätta oisolerade kvadratmeter, på grund av en faktor på 1,7 gånger mera isoleringsmaterial behövs för att det går åt extra vid förstävningar i plåtar och spanter i fartyget. (Fabritius, 2017)

Offerten på isoleringen från Ecomar som vi fick per mail innehöll enligt nedan:

- Pris per kvadratmeter (inkl. installation): 69,7 €
- Värmekonduktivitet vid 50°C: 0,045 W/mK

Den totala kostnaden för isoleringsprojektet vi har beskrivit under detta kapitel skulle bli 16 590 €

4. FJÄRRVÄRMEANSLUTNING

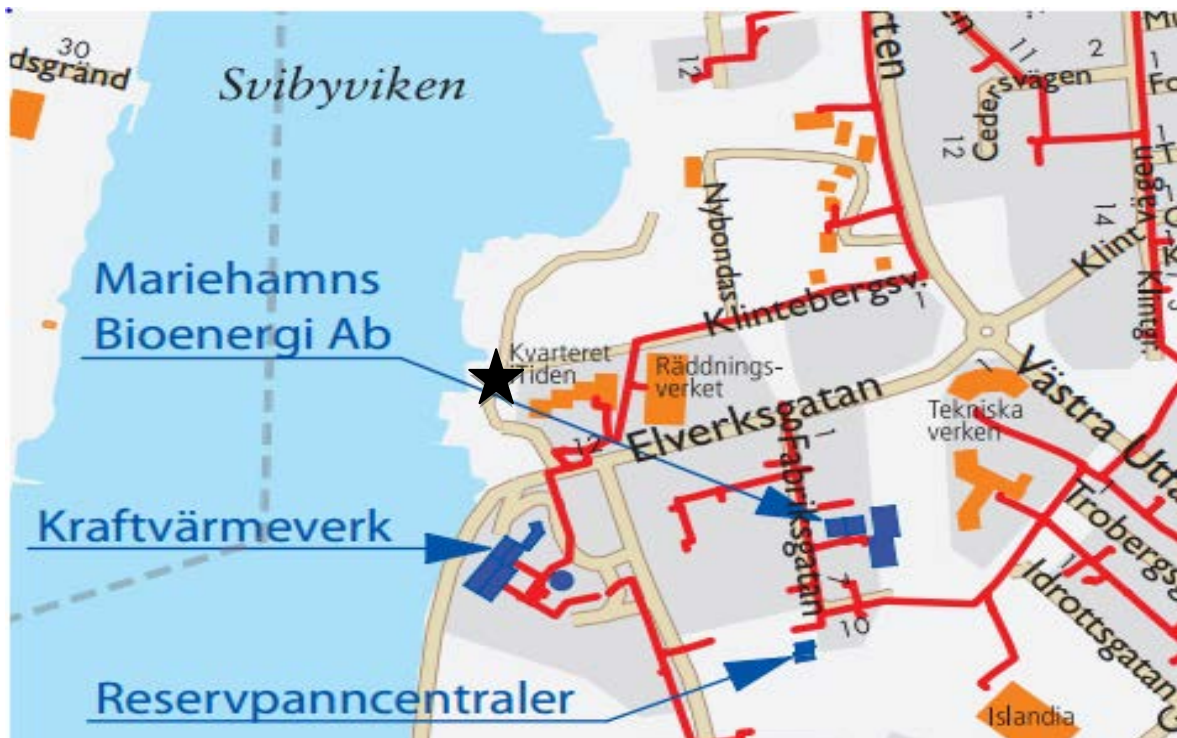
4.1 Fjärrvärmeidén

Fjärrvärmeidén kom från början från Stena Lines fartyg M/S Stena Danica där det installerades fjärrvärmeuppvärmning för några år sedan. Då skolfartyget endast har ca 850 drifttimmar (2015) per år så är det motiverat att värma med fjärrvärme. För år 2017 är det förutspått att det kommer att bli lite mera gångtid på maskinerna och mindre tid vid kaj. Fjärrvärme bör vara billigare än olja och det är miljövänligare samt har en bättre verkningsgrad på pannorna iland. (Qvarnström, 2017)

Om en fjärrvärmeanslutning skulle bli aktuell skulle man kunna ha en fjärrvärmecentral på kajen. I denna central skulle man ha fjärrvärmeverkets värmeväxlare. Detta eftersom man inte vill ha ombord fjärrvärmevattnet. Det skulle inte vara så bra om ett läckage uppstod och fjärrvärmenätet skulle tömmas ner i fartyget eller i sjön. Därför skulle fartygets pannvatten köras iland och värmas där, sedan retur in igen som värmer upp pannan.

I folkmun sägs fjärrvärmepriset styras efter oljepriset. Detta är inte riktigt korrekt eftersom ca 85% av fjärrvärmeproduktionen utgörs av biobränslen. De kvarblivande 15% som produceras med olja styrs av oljepriset men detta är en väldigt liten del i totalen. Det priset är också ett visst pris som hålls då oljan blev inköpt. Alltså justeras fjärrvärmepriset enbart vid inköp av ny bunkerolja. (Fredriksson, 2017)

I nuläget finns det ingen fjärrvärmeledning i närheten av skolfartygets kajplats, se figur 12. Detta betyder att det kommer att bli en lång rördragning av fjärrvärmeledningarna ner till kajen. Dock kommer detta inte att vara ett problem för kunden eftersom rördragningen kommer att höra till anslutningsavgiften i offerten. I bilden (fig.12) nedan föreställer de röda strecken fjärrvärme som finns i dagsläget. Skolfartygets kajplats är nordväst om i Tidenhuset, se utprickad stjärna.



Figur 12. Fjärrvärmekarta (Mariehamns Energi, 2017)

4.2 Mätningar

Då följande mätningar gjordes hade vi en utomhustemperatur på 0°C och en havsvattentemperatur på 3°C. Dessa mätningar gjordes för att få en klarhet på returtemperaturerna till fjärrvärmeverket. Varför returtemperaturerna är viktiga tas upp i kapitel 4.5. Då detta mättes upp på fartyget mätte vi en retur på 20°C, med ett flöde på 0,3 m³/h från överbyggnaden. Vi prövade på att justera upp temperaturen i överbyggnaden någon grad så att man kunde simulera ett kallare utomhusväder. Då erhöles ett vattenflöde till överbyggnaden på 2,9 m³/h och med en returtemperatur på 62°C.

4.3 Energibehov ombord

4.3.1 Energibehov på M/S Michael Sars

I samråd med maskinchefen och med hjälp av beräkningar kunde man komma fram till att pannan förbrukar ungefär 35 – 40m³olja per år. Detta med den beräknade verkningsgraden på pannan som är 67 %, se pannberäkningarna, kapitel 5. I samråd med Mariehamns Energi kom vi fram till att energibehovet kan beräknas uppgå till ca 268 MWh, med en effekt på 100 kW. (Fredriksson, 2017)

4.3.2 Värmeväxlare på kaj

För att kunna överföra värmen från fjärrvärmenätet behövs en värmeväxlare som växlar fjärrvärmevattnets värme till fartygets pannvatten. Den bör vara på 100 kW enligt beräkningarna. (Fredriksson, 2017)

4.3.3 Huvudmotorns förvärmning

För att förvärma huvudmotorn har man en värmeväxlare, se figur 13. Man har en liten pump som pumpar runt HT-vatten och man värmer det vattnet i en värmeväxlare. Man värmer vattnet med pannvatten. Pannvattnet har en temperatur på 75-90°C. Vid mätningstillfället hade pannvattnet en inloppstemperatur till HT-värmaren på 90°C och returtemperatur på 84°C. HT-vattnets inloppstemperatur till värmeväxlaren var 73°C och returen till motorn var 81°C. Enligt uppdragsgivaren kan man ha en så låg förvärmningstemperatur som 55-60°C.



Figur 13. HT-förvärmnings värmeväxlare

Huvudmotorns förvärmning har även till uppgift att värma upp maskinrummet samt trapphusen. Då fungerar motorn som en vanlig husradiator, det vill säga den avger värme till omgivningen. Om man isolerar de planerade ytorna kommer denna uppvärmningseffekt från motorn att bli bättre. Användning av portabla el-värmare kommer att kunna minskas eller förvinna helt. Kan vara bra att ha som säkerhet såklart, om pannan får någon driftsstörning eller liknande.

4.4 Offertförfrågan

För att kunna göra beräkningar på kostnader måste det finnas offerter att tillgå. Vi har frågat offerter både av Mariehamns Energi och av ett företag som heter Ecomar.

4.4.1 Fjärrvärmeoffert

Då de grundläggande effektbehoven var räknade och vi hade varit i kontakt med Mariehamns Energi beställdes en offert till Michael Sars. Från den offerten fick vi följande erbjudande:

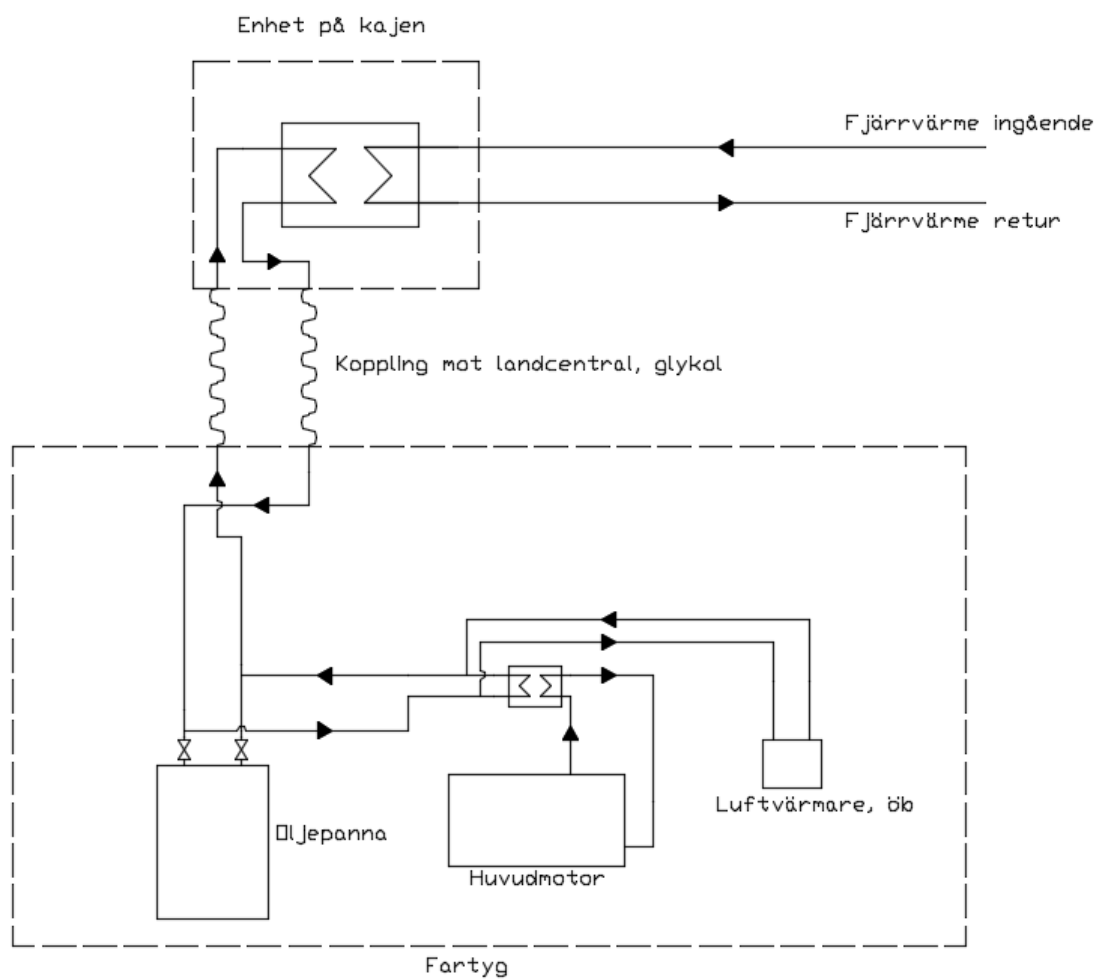
- *Årligt energibehov: 268 MWh*
- *Rörlig energikostnad: $76,2 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$*
- *Årlig rörlig energikostnad: $20\,422 \frac{\text{€}}{\text{år}}$*
- *Årlig grundavgift: $1117 \frac{\text{€}}{\text{år}}$*
- *Anslutningsavgift: 10 967 €*

I offerten täcks kostnader för anslutning till en fjärrvärmecentral på kajen samt rördragning till kajen. Resten av VVS-arbeten kommer kunden att stå för själv. Enligt offerten skall också en fjärrvärmecentral och tekniska lösningar ske i samråd med Mariehamns Energi, se bilaga 1. (Fredriksson, 2017)

4.4.2 VVS-Arbeten samt värmecentral alternativ ett

Efter att vi fått offerten från Mariehamns Energi, efterfrågades två offerter av Ecomar på centralen, samma central men olika inkopplingsätt. Två olika alternativ på kopplingssystem har tagits fram för fjärrvärmecentralen och VVS-arbeten ombord.

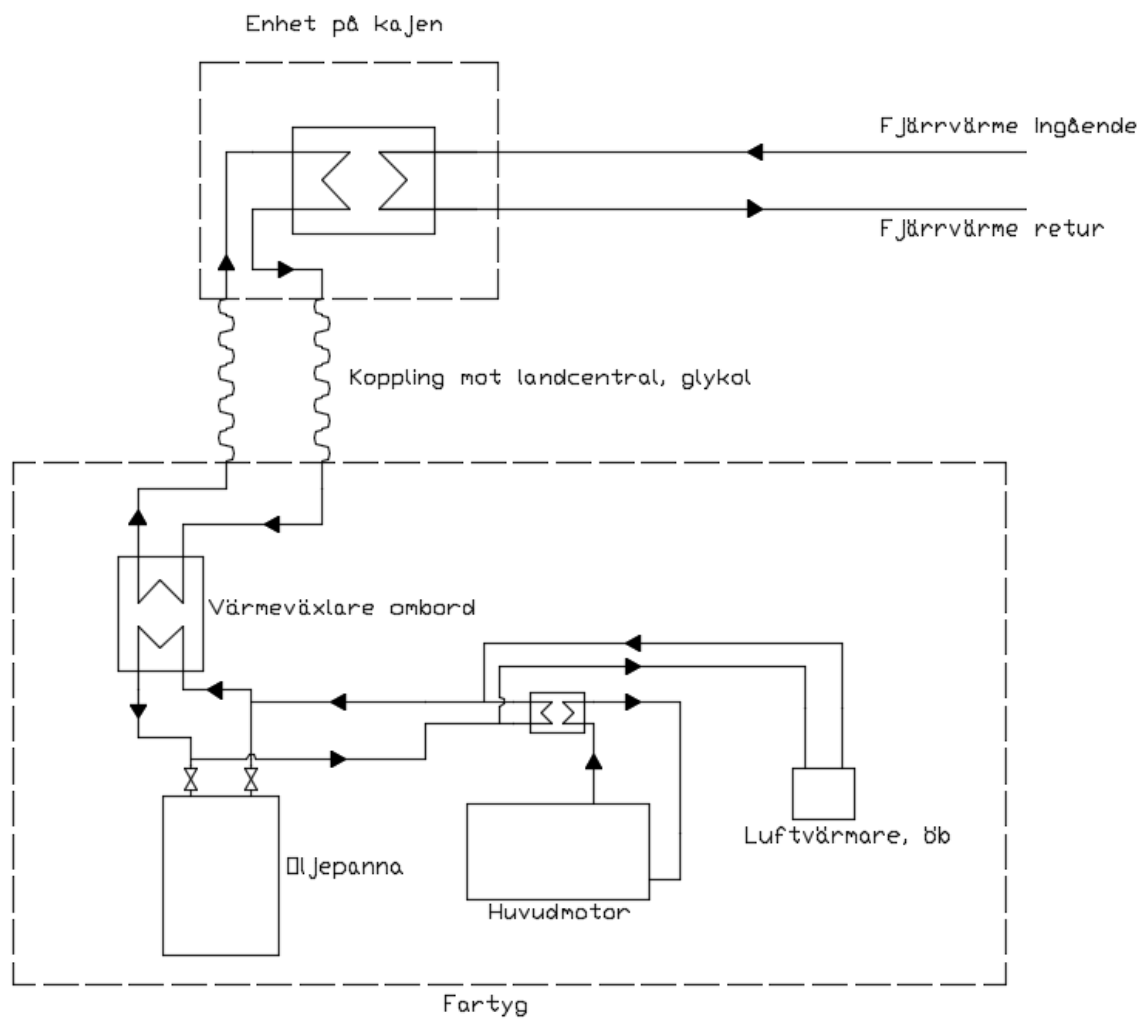
Det första är ett billigare alternativ men såklart mindre säkert vid en eventuell olycka. Det är att man skulle direkt koppla pannan ihop med fjärrvärmecentralen och värma pannvattnet med fjärrvärmens direkt. Problematiken tas upp under kapitel 4.5. Detta system skulle kosta ca 45 000 € att installera, se figur 14. (Fabritius, 2017)



Figur 14. Fjärrvärmealternativ ett

4.4.3 VVS-Arbeten samt värmecentral alternativ två

Det säkrare alternativet av system innebär att man installerar en extra värmeväxlare i fartyget som har ett litet system med glykolinblandning, på grund av frys risken. Detta ger förstås sina nackdelar som också tas upp i problematiken. Vi får flera temperaturfall och det ger i sin tur en stor förlust och dessutom problem vid huvudmotorns förvärmning. Dessutom kostar detta system mera än alternativ 1, 50 000 € för centralen, VVS-jobbet och den extra värmeväxlaren på fartyget, se figur 15. (Fabritius, 2017)



Figur 15. Fjärrvärmealternativ två

4.5 Problematiken kring fjärrvärme

Med en eventuell fjärrvärme anslutning finns det vissa problem. En sak som är att tänka på är att Mariehamns Energi kör ut 75°C varmt vatten under största delen av året. Först då utetemperaturen sjunker under 2°C ökar de temperaturen linjärt till 105°C på utgående varmvattnet, se bilaga 3.

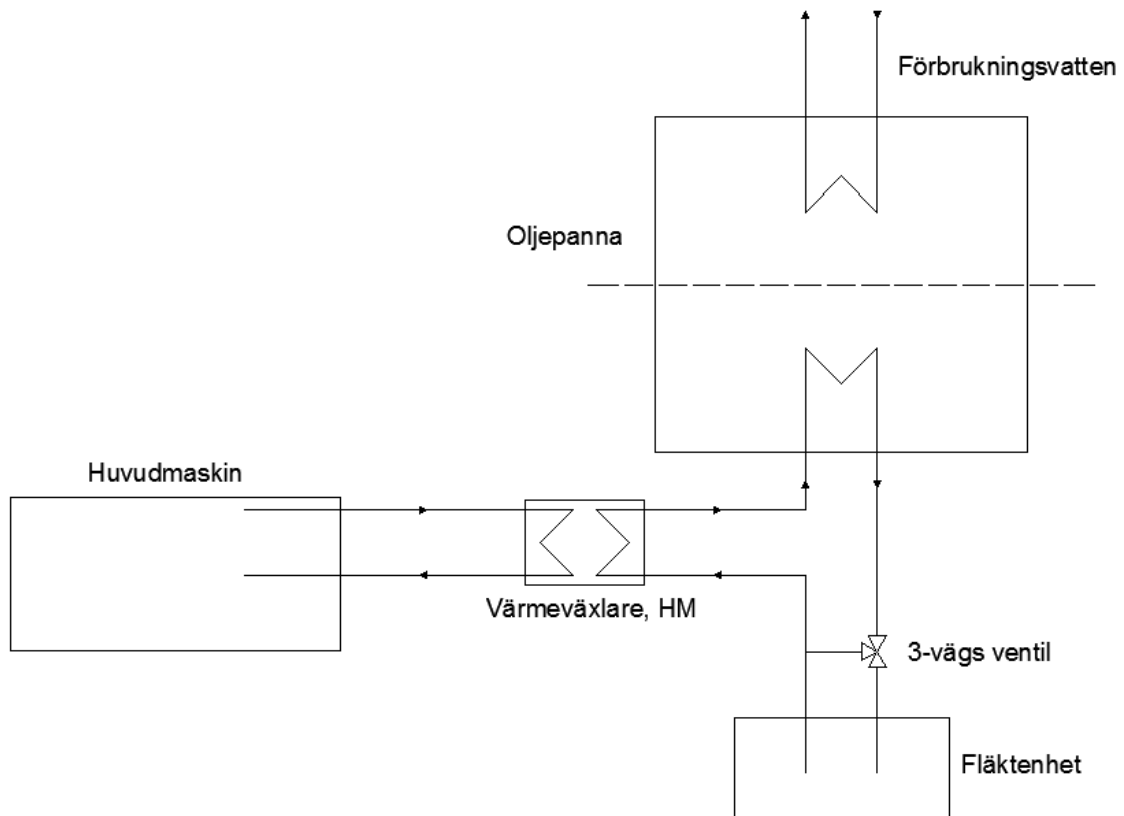
Fjärrvärmevattnet är ca 74°C vid fjärrvärmecentralen ute på kajen, innan det växlas med fartygets pannvatten. Då värmväxling sker, kommer glykolvattenblandningen att få en temperatur ca 5°C lägre än det inkommande vattnet från fjärrvärmeverket. Det ger i sin tur problem med värmning av överbyggnaden. Om vi växlar ner det ännu en gång kommer vi att få ytterligare ca 5°C sänkning till huvudmaskinens och överbyggnadens uppvärmning. Detta ger i sin tur endast 65°C jämfört med dagens 75-90°C. (Fredriksson, 2017) (Fabritius, 2017)

En till aspekt som måste tas i beaktande om en fjärrvärmeanslutning skulle göras är att returen på fjärrvärmevattnet måste ha en ordentlig sänkning av temperaturen för att det skall fungera ordentligt. Detta kan vara ett problem, speciellt sommartid då det inte behövs någon eller mycket lite värme för överbyggnaden. Inkommande vatten från fjärrvärmenätet är från 75°C och uppåt beroende på utomhustemperaturen. Den måste kylas ner till ungefär 50°C för att det skall fungera. (Fredriksson, 2017)

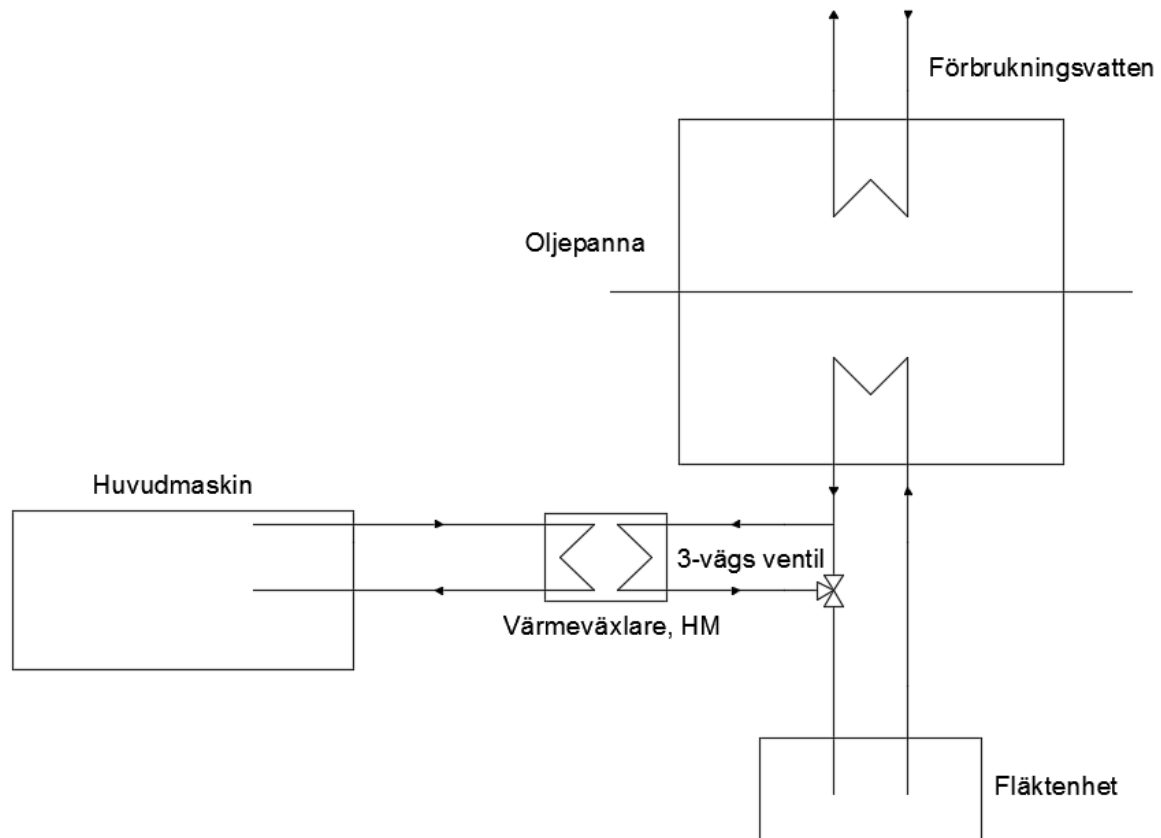
Returtemperaturen bör vara låg eftersom fjärrvärmeverket kan få problem vid höga returtemperaturer. Om returtemperaturen på fjärrvärmevattnet är högt kommer det bidra till större pumpförluster och större förluster på rörledningarna. Dessutom finns visioner på att bygga in rökgasvärmeåtervinning i fjärrvärmeverken. Då är det speciellt viktigt att man har en låg returtemperatur så att man kan ta så mycket tillvara som möjligt i rökgaserna. (Fredriksson, 2017)

Dock kvarstår problematiken på sommaren, våren och hösten då det inte finns behov, eller endast ett litet behov, av värmning av överbyggnaden. För att få en ordentlig sänkning av temperaturen på fjärrvärmevattnet kan man också minska på flödet för värmningen av huvudmaskineriet.

En lösning på problemet skulle kunna vara följande: Om man skulle göra så att man kopplar om uppvärmningssystemet för motorn och överbyggnaden, skulle man få en bättre temperatursänkning på pannvattnet. Man skulle kunna koppla om, så att pannvattenreturen från överbyggnaden skulle gå direkt till motorns värmning, se figur 16.



Figur 16. Exempel 1 på koppling med ett större temperaturfall



Figur 17. Exempel 2 på koppling med ett större temperaturfall

Om man gör en beräkning med mätvärdena ovan och tänker sig att man skulle göra som förslaget ovan. Leds pannvatten returen från HT värmeväxlaren direkt till värmningen av överbyggnaden, också kallad luftvärmväxlare. Då skulle man, enligt beräkning 4.2, 4.3 samt 4.4, få en temperatursänkning från 81°C till 72°C . Vilket inte riktigt räcker till men är såklart en förbättring. Tänker man sig att man gör samma sak med ett vatten som har från början en lägre temperatur så får vi följande. Om vi exempelvis har 70°C retur från HT värmeväxlaren, skulle en returtemperatur till pannan från luftvärmväxlaren bli ca 58°C , se figur 17.

4.5.1 Temperaturfall från fjärrvärmecentral till fartyg

I nuläget har huvudmotorn en temperatur på 55-60°C vid stillastående. Man värmer motorn med ett pannvatten som är 75-90°C. Om man värmer med fjärrvärme kommer man inte att uppnå samma temperaturer på förvärmningen och luftvärmningen till överbyggnaden. Speciellt om vi har 65-70°C pannvatten, detta eftersom fjärrvärmeverket kör ut endast 75°C varmt vatten på sommarhalvåret, beroende på utomhustemperatur.

Om man räknar med att vi har en 6 meter lång flexibel slang från fjärrvärmecentralen till fartyget så kommer det endast att vara ca 160 Watts minskning på effekten och temperaturen skulle inte minska vid 2°C. Om man jämför med extremfallet -20°C så blir detta lite högre, också på grund av högre framledningstemperatur, 105°C jämfört med 75°C i första fallet. Det kommer att bli en lite större effektförlust, ca 250 Watt totalt och endast en ca 0,1°C temperatursänkning. (Paroc, 2017)

Vi kommer inte endast att ha förluster på framledningen, utan det blir även förluster på returen. Dessa är dock inte lika stora. Vid 2°C utomhustemperatur och 50°C fjärrvärmereturtemperatur blir det 100 Watt förlust. Vid -20°C utomhustemperatur blir det en förlust på ca 150 Watt, vilket ger totalt en effektförlust på 0,4 kW.

Vid en eventuell inkoppling av fjärrvärme måste fartygets pannsystem ses över och ändras på något sätt. Det ena är såklart enklare än det andra, därmed förstås billigare att bygga. Se de båda ritningarna i figur 14 och 15.

Det som är uteslutet redan i detta skede är att fjärrvärmen, som vatten, inte kommer att tas ombord på fartyget, eftersom om det skulle bli läckage så skulle man tömma ut fjärrvärmevatten i sjön. Alternativet till det är då att man tänkt ha en fjärrvärmecentral på kajen, där man skulle växla vattnet. Om det skulle gå håll på flexslangarna/kopplingen mellan fartyget och kajen skulle man inte tömma hela pannvattensystemet. Om detta skulle hända, så kan man fortfarande värma fartyget med fartygets egen panna.

Det billigare men också mera riskabla alternativet är att man skulle dra iland pannvattnet och växla det direkt. Men då finns det risk vid ett eventuellt läckage att hela pannvattensystemet töms på vatten. Då skulle man ha ytterligare en cirkulationspump för att cirkulera vattnet till

kajen och tillbaka. Då behövs ingen extra värmväxlare ombord. Pannan värms av fjärrvärmvattnet och blir då som en värmväxlare. Då kan man justera ner starttemperaturen på pannan till ca 65-70°C.

Det andra alternativet som ses i figur 15, är ett dyrare men säkrare alternativ. Man skulle ha en extra värmväxlare med ett litet system. Man skulle växla vattnet vid kajen och växla det på nytt inne i fartyget. Det har sin fördel i det att man har ett mycket mindre system och därmed en mycket mindre miljörisk vid läckage jämfört med alternativ ett, där man skulle tömma hela pannsystemet vid läckage. Problematiken med detta alternativ blir att man får dubbla värmväxlingar och dubbla temperatursänkningar, vilket kommer i slutänden kommer att resultera i problem vid värmning av överbyggnaden.

Motorns uppvärmning genomförs med en avstängningsventil, som gör att förvärmningstemperaturen blir ca 65°C. Om man känner på motorn, känner man stor temperaturvariation mellan in- och utlopp. Detta vid 0 °C utomhus men blir troligtvis bättre om maskinrummet isoleras. På så vis kan man sänka förvärmningsvattnets temperatur i någon grad.

För att kunna avgöra om det lönar sig överhuvudtaget att installera en fjärrvärmecentral så måste det finnas en inbesparing i det, i alla fall med tanke på all problematik kring det och injusteringar som alltid måste göras vid till och frånkoppling av fjärrvärm.

4.6 Teori och beräkningar

För att kunna räkna, har följande formler använts.

Formel 4.1, formel för jämförelse beräkning, kWh/liter olja:

$$\frac{kWh}{l} = \frac{H_i * \delta}{3600s} = 9,91 \frac{kWh}{l}$$

Formel 4.2, formel för beräkning av energi i vatten:

$$Q = \dot{m} * \Delta T * C_{PVatten}$$

Formel 4.3, formel för beräkning av temperatursänkning på returvattnet från HT värmning:

$$T = \frac{Q}{C_{PVatten} * \dot{m}}$$

Formel 4.4, formel för beräkning av energiinnehåll:

$$Q = Q_1 - Q_2$$

- $H_i =$ Bränslets energiinnehåll
- $\delta =$ Bränslets densitet, $\frac{kg}{l}$
- $Q =$ Energi, kJ
- $Q_1 =$ Pannvatten ut ur HT värmväxlaren
- $Q_2 =$ Pannvatten ut ur luftvärmväxlaren
- $\dot{m} =$ Massflöde vatten, kg/s
- $T =$ Temperatur, K
- $C_{PVatten} =$ Värmekapacitiviteten hos vatten, $\frac{kJ}{kg * K}$

5. BYTE AV OLJEPANNA

5.1 Pannan

Pannan som är på Michael Sars för tillfället är en gammal panna som är från 1979, enligt märkplåten på pannan. Pannbyte har varit på tapeten tidigare och vi valde att ta med detta här för att få fram lönsamheten i det. Pannans effekt i sig är på 151 kW och brännarens effekt är justerbar mellan 42-120 kW. Brännaren kan förbruka 3,5 kg till 10 kg brännolja per timme. Dessa värden har avlästs från märkplåtar på panna och brännare.

Vi undersökte om det skulle löna sig att byta pannan på skolfartyget. Om man har en lite mindre panna så kommer man att få mera drifttimmar på pannan och detta ger en bättre verkningsgrad. Just nu går brännaren ca 35 minuter på en timme vid 0°C utomhustemperatur. Se beräkning 4.1 under rubriken 4.6 på föregående sida.

Vi frågade offert på hur mycket det skulle kosta att byta bort gamla pannan och installera en ny, det vill säga inklusive arbete, ny panna och bortförsl av den gamla. Av begäran från uppdragsgivaren frågade vi offert på en lite mindre panna än den som är där nu, se figur 18.



Figur 18. Fartygets oljepanna

5.2 Mätningar

För att kunna beräkna pannans verkningsgrad har vi gjort olika mätningar på fartyget: Flödesmätning på inkommande och utgående vattentemperaturer samt hur mycket bränsle som har förbrukats under just den tiden. På så sätt så får man fram förlusten i pannan, som strålning från pannan och värme som går ut med avgaserna.

Vi gjorde våra mätningar ombord på fartyget med hjälp av olika temperaturmätare samt flödesmätare som vi lånade från skolans maskinlaboratorium. Dessa mätinstrument är noggranna och pålitliga. Då vi gjorde våra mätningar var det 0°C utomhustemperatur samt 3°C havsvattentemperatur. När mätningarna gjordes försummas tappvarmvattnet eftersom ingen för tillfället tappade något varmt vatten.

Då vi mätte fick vi följande värden (Tabell 3):

Tabell 3. Mätvärden

Mätpunkt	Temperatur	Flöden
Ut från pannan	90°C	2,1 m ³ /h
In till pannan	76°C	2,1 m ³ /h
Pannvatten in till värmväxlaren	90°C	1,8 m ³ /h
Pannvatten ut ur värmväxlaren	84 °C	1,8 m ³ /h
HT vatten från värmväxlaren	81°C	-
HT vatten till värmväxlaren	73°C	-
Pannvatten till överbyggnaden	90°C	0,3 m ³ /h
Pannvatten från överbyggnaden	20°C	0,3 m ³ /h

5.3 Teori

Vid beräkning av pannverkningsgraden gjorde vi en momentan mätning. Då vi gjorde mätningarna var utomhustemperaturen på 0°C samt havsvattentemperaturen 3°C. Utgående vattentemperaturen samt ingående vattentemperaturen avlästes. (Fagergren, 2012)

Formel 5.1, formel för verklig bränsleförbrukning per timme:

$$\dot{B} = \frac{\dot{B}_{panna}}{t} * t_{brinntid}$$

Formel 5.2, formel för tillförd energi med bränslet:

$$Q_{tillfört} = \dot{m}_{bränsle} * H_i$$

Formel 5.3, formel för uttagen energi ur vattnet:

$$Q_{uttaget} = \dot{m}_{vatten} * C_{vatten} * (T_2 - T_1)$$

Formel 5.4, formel för pannverkningsgrad:

$$\eta_{panna} = \frac{Q_{uttaget}}{Q_{tillfört}}$$

Beteckningar:

- \dot{B} : Bränsleflöde, $\frac{l}{h}$
- \dot{B}_{panna} : Bränsleflöde för pannan, $\frac{l}{h}$
- t : Tid, i minuter
- $t_{brinntid}$: Brinntid, i minuter
- $Q_{tillfört}$: Tillförd energimängd, kW
- $Q_{uttaget}$: Uttagen energimängd, kW
- $\dot{m}_{bränsle}$: Bränsle massflöde, $\frac{kg}{h}$
- \dot{m}_{vatten} : Vatten massflöde, $\frac{kg}{h}$
- H_i : Bränslets energiinnehåll
- C_{vatten} : Vattnets specifika värmekapacitet, $\frac{kJ}{kg K}$
- t_1 : Retur vattnets temperatur
- t_2 : Utgående vattnets temperatur

5.4 Pannoffert

Pannoffert begärdes från Ecomar. Offerten skulle innehålla ny panna, bortförel av den gamla pannan samt installation och rördragning till den nya pannan. Vi fick ett pris på 50 000 € för att detta skulle bli gjort. Då har pannan följande specifikationer:

- Effekt: 100 kW
- Bränsleförbrukning: $12 \frac{l}{h}$
- Luftförbrukning: $180 \frac{m^3}{h}$
- Avgasflöde: $250 \frac{m^3}{h}$
- Varmvattenflöde: $4,5 \frac{m^3}{h}$, med $20 \text{ }^\circ\text{C } \Delta T$
- Förbruksvatten flöde: $40 \frac{l}{m}$, $65 \text{ }^\circ\text{C}$
- Elvärme motstånd: $4 * 10kW$

Verkningsgraden är beräknad från de övriga värden som angivits i specifikationerna. Till det har använts samma bränslevärden som för gamla pannans beräkningar.

5.5 Mätvärden och beräkningar

För att få fram den verkliga bränsleförbrukningen per timme används formel 5.1. Detta gjordes för vi vet att då brännaren gick så var förbrukningen 11,6 liter per timme. Då vi vet att brännarens verkliga gångtid per timme är 36 minuter. Då fick vi ut att den egentliga förbrukningen blir 7 liter per timme, vid 0 °C.

Härifrån kan vi gå vidare till det att räkna ut hur mycket energi vi har tillfört från bränslet, vilket beräknas med formel 5.2 och vi kom fram till 50,9 kW. Motsvarande gjordes för vattnet, för att beräkna hur mycket av energin vi får ut ur pannan som vi sätter in. Då använde vi formel 5.3 och kom fram till att vi får ut 34,1 kW. Nu då vi har dessa båda går det väldigt lätt att räkna ut pannverkningsgraden med formel 4.4 vilket gav ett resultat av 67 %. Detta är realistiskt.

Vi har även jämfört med Erik Anderssons slutarbete om “Värmeåtervinning ombord på skolfartyget Michael Sars”, där de hade resonerat med handledare och uppskattat pannans verkningsgrad till ~70%. (Andersson, 2009)

För att kostnadsmässigt kunna jämföra fjärrvärmepriset med uppvärmning av olja som alternativ metod, både med en eventuellt ny panna och med den gamla, har vi använt oss av den senaste räkningen från bunkern som togs till Michael Sars den 5.1.2017.

I räkningen för bunkern framgår det att bunkern kostar exklusive moms 0,45552 €/liter olja. I tabell 6 har en sammanställning gjorts över kostnaderna så man kan jämföra. Priserna är uträknade enligt 40 m³ oljeförbrukning/ år för nuvarande system. (Qvarnström, 2017)

För en årsförbrukning kan man konstatera följande:

Tabell 4. Årsförbrukningar oisolerat

Typ av värmning	Årliga mängder	Kostnad, årlig
Fjärrvärme	268 MWh	21 539€
Gamla pannan, 67%	40 m ³ olja	18 200€
Ny panna, 89,3%	30 m ³ olja	13 665€

5.6 Värmeåtervinning med HT-vatten

Som Erik Andersson har kommit fram till i sitt slutarbete 2009, finns det pengar att spara även här. Med dåvarande bunkerpriser skulle man ha sparat ca 2300 €, vilket motsvarar 4,7 m³ brännolja. Om man räknar om det till dagens bunkerpris som vi använt oss av skulle det motsvara ca 2150 €. Enligt Anderssons beräkningar skulle återbetalningstiden då ha varit ungefär två år. (Andersson, 2009)

Detta skulle vara väldigt lätt att genomföra, eftersom det finns färdigt dragna rör till den gamla evaporatorn som redan är borttagen, se figur 19. Evaporatorns gamla stativ står kvar som man kan sätta värmeväxlaranläggningen på. Detta utrymme är just nu också helt oanvänt. Det skulle endast krävas lite rördragning för HT-vatten, värmeväxlare och rördragning för pannreturen via denna värmeväxlare. HT-vattenrören ses uppe i vänstra hörnet i figur 19.

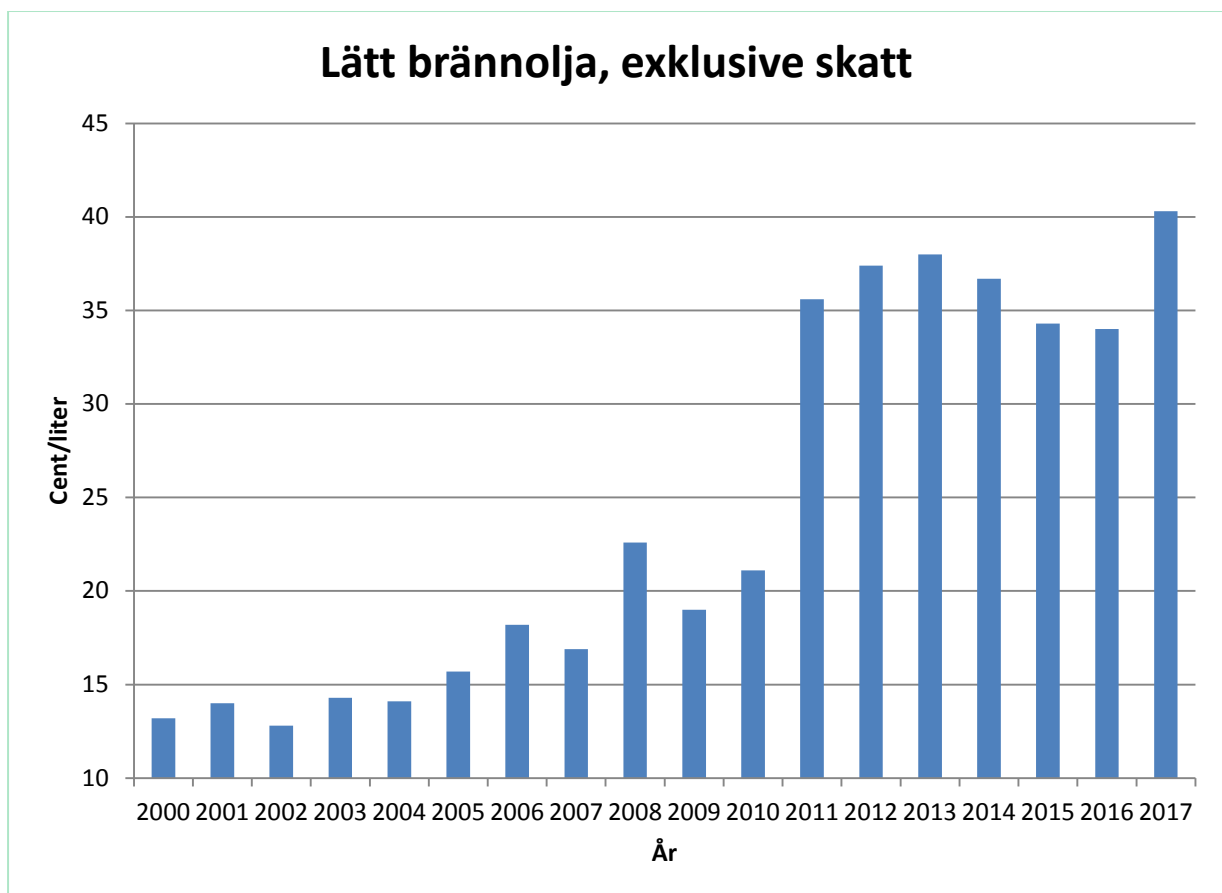


Figur 19. Evaporatorns gamla stativ och HT-vattenrör

5.7 Bunkerpriser

Priset på lätt brännolja är för tillfället högt. Enligt diagrammet i figur 20 visas oljeprisets förändring över de senaste 17 åren. Man kan anta att oljepriset kommer att stiga ännu mer. Eftersom fjärrvärmepriset inte berörs så mycket av oljepriset så skulle detta förespråka fjärrvärmen. Fast fjärrvärmealternativet i dagens läge är den dyraste investeringen och dyr i drift. Den kan dock vara mest lönsam om exempelvis 10 år.

(Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2016)



Figur 20. Oljeprisets förändring (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2016)

6. SAMMANFATTNING AV ALTERNATIVEN

6.1 Isolering

Genom att isolera maskinrummet och båda trapphusen kan vi konstatera att bränsleförbrukningen som går åt till uppvärmning av dessa utrymmen vintertid kan minskas med 37,7 liter/dygn med nuvarande panna och med 38,55 liter/dygn om en ny panna installeras som vi gjort offert på. Det är stora mängder energi som går till spillo till omgivningen.

En återbetalningstid på isoleringen är svår att noggrant ta fram eftersom hela årets temperatur både inne och utanför fartyget måste mätas, även temperatur på omkringliggande sjövattnen. Räknar man med dagens oljepris (lätt brännolja) så blir inbesparingen 17,34 €/dygn eller med en ny panna 17,73 €/dygn. Årligen sett skulle det bli en inbesparing på 2080 €. En överslagsberäkning gjordes genom att använda medeltemperaturen för Mariehamn år 2016. Skillnaderna på inbesparingen per år beroende på vilken panna som kommer att användas är liten.

Investeringskostnaden för isoleringen är 16 590 € inklusive installation. Det skulle ge en återbetalningstid på 7,9 år med gamla pannan och 7,7 år med en ny panna. I verkligheten skulle denna återbetalningstid bli mindre för att vi bara beräknat värmefflöde för en period på 4 månader. I nedanstående tabell 5 kan en sammanfattning för isoleringsberäkningarna ses.

Tabell 5. Isoleringsberäkningar

	Oisolerat	Isolerat
Värmefflöde, däck 1 [kW]	8,8	0,5
Värmefflöde, däck 2 [kW]	0,92	0,08
Värmefflöde, däck 3 [kW]	2,8	0,23
Dygnsförbrukning [kWh]	300,5	19,5
Oljeförbrukning/dygn [l]	40,32	2,62
Besparing/dygn, vid 0,76°C [€]	17,34	17,73
Återbetalningstid [år]	7,9	7,7

6.2 Fjärrvärme

En eventuell fjärrvärmeanslutning ser inte så lovande ut. Fjärrvärmeinstallation skulle bli så pass mycket dyrare och omständligare i driften. En fjärrvärmeanslutning är inget vi rekommenderar. Med tanke på att oljeuppvärmning blir billigare att köra med nuvarande panna, eftersom "inköpskostnaden" för den är 0 € jämfört med fjärrvärme inköpet som är 67 000 €. Man kan också se det ur en miljömässig synvinkel men siffrorna pratar för sig, se figur 21 och 22.

Om man installerar fjärrvärmeanslutning har man fortfarande en gammal och möjligtvis osäkrare panna på fartyget då det är i drift ute på sjön. Detta problem skulle elimineras med ett inköp av ny panna. En fjärrvärme-central och inkoppling till fartyget skulle kosta mellan 51 000-56 000 € beroende på vilket av alternativen man väljer. Dessutom tillkommer 10 967 € för fjärrvärmeanslutningen, se bilaga 1.

6.3 Pannan

Om man fortsätter att köra med den gamla pannan kommer det att vara en årsförbrukning på ca 40 m³ olja, vilket kostar 18 200 €. Om man skulle installera en ny panna enligt offerterna som skulle kosta 50 000 € i installationskostnader och ha en verkningsgrad på 89,3% skulle samma mängd uppvärmning kosta 13 665 €. Det blir då en inbesparing av 4535 € per år och ger en återbetalningstid på 11 år, se tabell 6 och 7.

Tabell 6. Årsförbrukningar oisolerat

Typ av värmning	Mängder	Kostnad, årlig
Fjärrvärme	268 MWh	21 036€
Gamla pannan, 67%	40 m ³ olja	18 200€
Ny panna, 89,3%	30 m ³ olja	13 665€

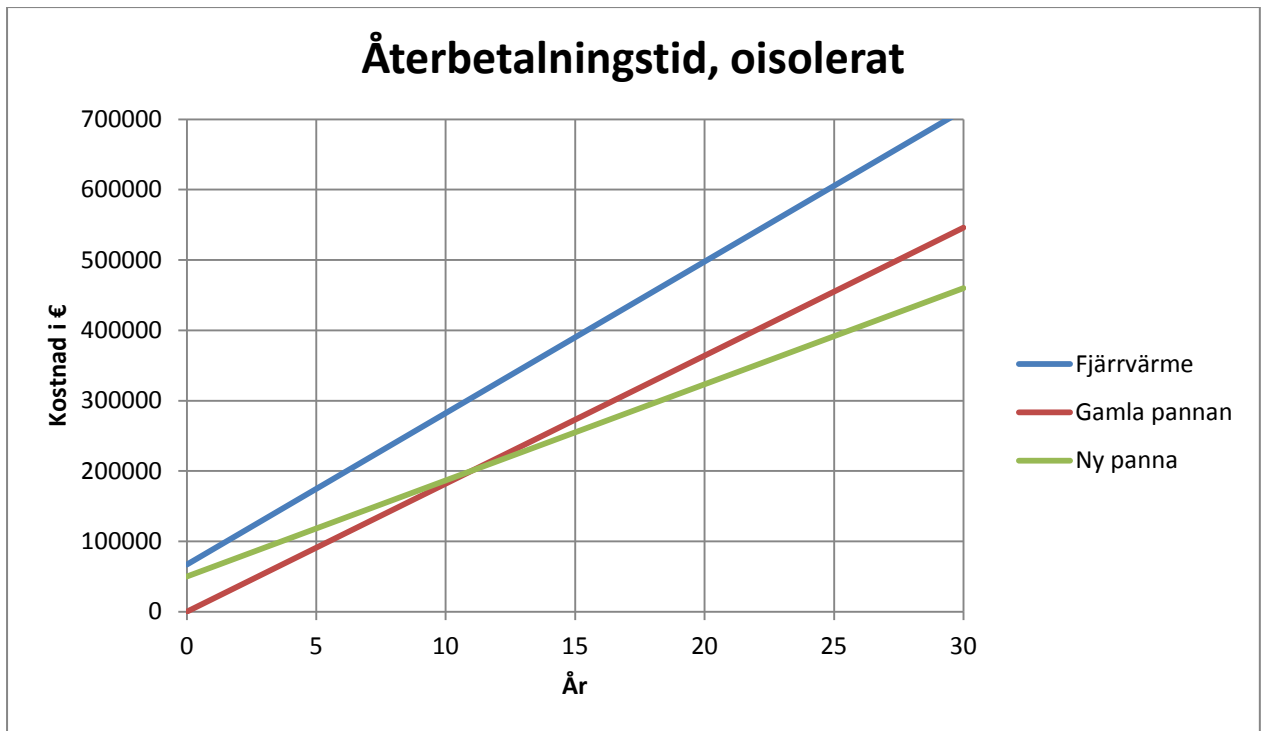
Tabell 7. Årsförbrukningar isolerat

Typ av värmning	Mängder	Kostnad, årlig
Fjärrvärme	149 MWh	11 970€
Gamla pannan, 67%	26,5 m ³ olja	12 000€
Ny panna, 89,3%	21,5 m ³ olja	9800€

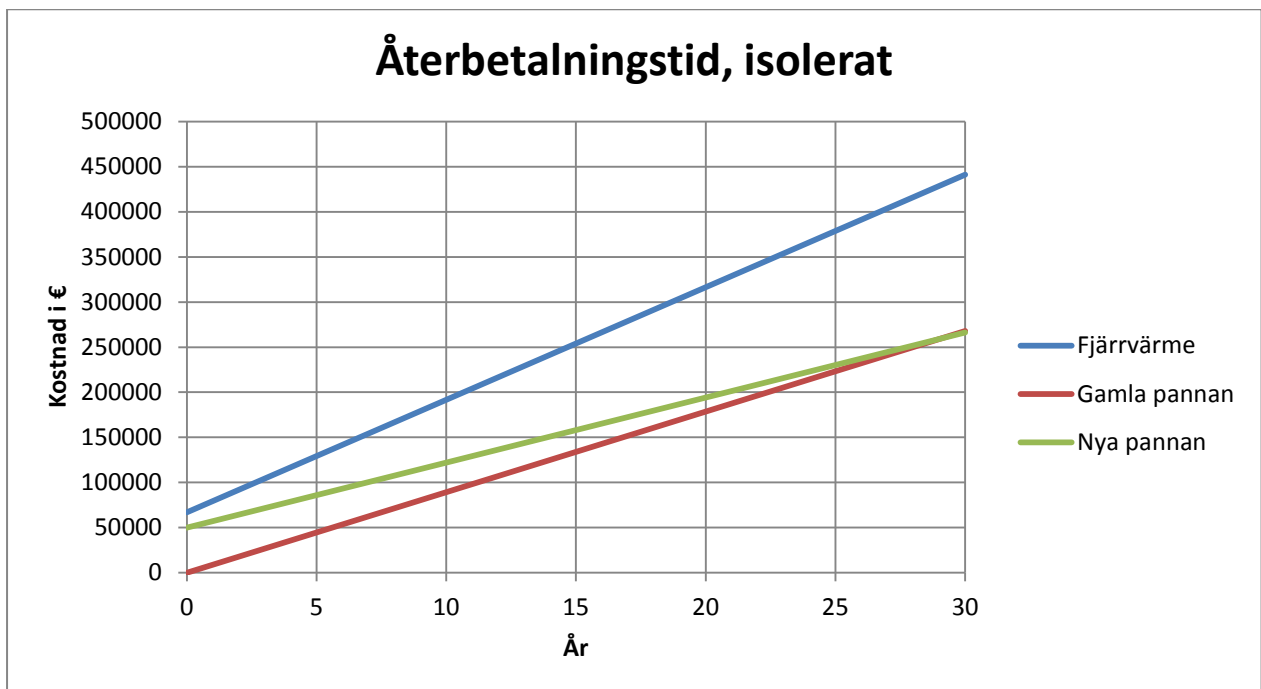
Enligt våra beräkningar kan man ganska lätt konstatera att en ny oljeeldad panna skulle vara den bästa kompromissen både för bunkerförbrukningens skull och miljömässigt.

Återbetalningstiden på pannan är ganska lång men tillräckligt kort för en investering enligt vår bedömning. Nedan ses också diagram (fig.21) på återbetalningstid i 5-årsperioder.

Återbetalningstiden för en ny panna blir alltför lång om man isolerar de planerade utrymmena. Återbetalningstiden skulle bli 30 år istället för de 11 år oisolerat. Ju mera olja man måste elda desto snabbare blir den nya pannan billigare, se figur 22.



Figur 21. Återbetalningstid oisolerats



Figur 22. Återbetalningstid med isolering

7. SLUTSATS

Isolering av de utrymmen vi har beaktat skulle definitivt löna sig. Fast vi endast räknat på en 4-månadersperiod är återbetalningstiden kort. Även behovet av att använda sig av portabla elvärmare vid kalla vinterdagar då fartyget står vid kaj skulle kunna minska. Att använda sig av en lucka vid taket på däck 3 skulle minska mängden isoleringsmaterial som behöver köpas in. En rekommendation är att installera en branddetektor i skortensytrummet eftersom detta utrymme nu blir helt isolerat från fartygets övriga utrymmen och en eventuell brand kan vara svår att uppmärksamma i tid.

Då vi tittar tillbaka på vad vi har gått igenom gällande pannan och fjärrvärmeanslutningen så är det absolut bästa alternativet miljömässigt kontra kostnadseffektivt att införskaffa en ny oljeeldad panna som har en bättre verkningsgrad än den gamla. Här kommer ju också en "tillförlitlighets-faktor" in i spelet, eftersom nuvarande panna är på sin ålders höst.

Om man av någon anledning inte vill isolera och bestämmer sig för att endast köpa ny panna så skulle den betala in sig på 11 år, vilket i vårt tycke är en acceptabel tid.

Att göra det i samband med isoleringen av maskinrummet och däck 2 samt 3 skulle efter 7 år tillsammans ge en inbesparing på 6615 € per år. Isoleringen skulle betalt tillbaka sig efter 8 år, oavsett ny eller gammal panna. Efter de 8 åren skulle isoleringen spara in ca 6615 € per år i bunkerförbrukning. Med mera användningsområde och säkrare drift. Dessutom är den nya pannan billigare i drift än den gamla pannan och även jämfört med fjärrvärme.

En fjärrvärmeanslutning skulle bli mellan ca 62 000 – 67 000 € i inköpskostnader, beroende på installationstyp. Detta är också dyrare än en nyinstallerad panna som skulle kosta 50 000 €. En fjärrvärmeanslutning inklusive fjärrvärmecentral jämfört med en ny panna är så pass mycket dyrare i drift att en ny panna är ett bättre alternativ. Utöver det sparar man mycket möda och besvär vid ankomst och avgång med en ny panna istället för en fjärrvärmeanslutning.

Dessutom har den nya pannan flera användningsområden, säkrare och billigare drift än fjärrvärme. En till aspekt är att fartyget trafikerar ca 850 timmar per år vilket förutspås öka för 2017. Då kan heller inte fjärrvärmen användas, men det kan en nyinstallerad panna göra.

Oavsett vilket så ses ett isoleringsprojekt som den bästa investeringen, därefter följt av en ny panna och HT-vatten återvinning på pannans returvatten.

KÄLLFÖRTECKNING

Alvarez, H. (1990). *Energiteknik*. Lund: Studentlitteratur.

Andersson, E. (2009). *Värmeåtervinning på skolfartyget M/S Michael Sars*. Mariehamn: Högskolan på Åland.

Fabritius, N. (den 27 mars 2017). Energieffektivisering av M/S Michael Sars. (O. Ekeboom, & A. Lindholm, Intervjuare)

Fagergren, S. (2012). *Teknisk formelsamling*. Kalmar Maritime Academy.

Fredriksson, T. (januari 2017). Fjärrvärme till M/S Michael Sars. (O. Ekeboom, & A. Lindholm, Intervjuare)

Henriksson, G. (januari 2017). Värmegenomgångskoefficient för sjövattnen. (O. Ekeboom, & A. Lindholm, Intervjuare)

Kulves, M. (december 2016). GA-ritning. Mariehamn, Åland.

Mariehamns Energi. (2017). *Fjärrvärme*. Hämtat från Mariehamns Energi: <http://www.energi.ax/fjarrvarme> mars 2017

Meteorologiska institutet. (den 2 maj 2017). *Graddagar*. Hämtat från Meteorologiska institutet: sv.ilmatieteenlaitos.fi/graddagar den 4 maj 2017

Paroc. (2017). *Paroc calculus*. Hämtat från Paroc: http://calculus.paroc.com/paroc-calculus/index_se.html den 23 april 2017

Qvarnström, C. (2017). Frågor angående vårt projekt. (O. Ekeboom, & A. Lindholm, Intervjuare)

The Engineering Toolbox. (2017). *Thermal conductivity of common materials and gases*. Hämtat från The Engineering Toolbox: http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html den 30 mars 2017

Ålands landskapsregering. (2017). *Specifikationer*. Hämtat från M/S Michael Sars: <https://www.michaelsars.ax/> mars 2017

Ölly- ja biopolttoaineala ry. (2016). *I Hinnat ja verot*. Hämtat från Ölly ja biopolttoaineala: www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-öllytuotteiden-kuluttajahintaseuranta den 8 maj 2017

BILAGOR

1. Fjärrvärme offert
2. Fjärrvärme framledningstemperatur, beroende på utomhustemperatur
3. Medeltemperaturer i Mariehamn år 2010-2017
4. Bränsle produktblad



Mariehamn 2017-02-08

**Förfrågan fjärrvärmeanslutning
Skolfartyget M/S Michael Sars**

Hej

Vi tackar för Er intresseförfrågan angående fjärrvärmeanslutning av MS Michael Sars. Nedan följer en kostnadskalkyl baserad på en årlig oljeförbrukning på ca 40 m³ och ett maximalt effektbehov av 50 KW. Beräkningen utgår från gällande fjärrvärmesatser år 2017.

Exempel årskostnad fjärrvärme

Med en årsförbrukning på 40 m³ eldningsolja och en verkningsgrad på 67 % kan det årliga energibehovet beräknas uppgå till ca 268 MWh.
Rörlig energikostnad 268 MWh à 76,2 €/MWh 20 422 €/år
Årlig grundavgift: 614 €/år
Total årskostnad inkl. moms 21 036 €/år

Anslutningsavgift

Vid inkoppling till fjärrvärmenätet erläggs en anslutningsavgift. I avgiften ingår ledningsdragnin fram till fjärrvärmecentral placerad på kaj (?). Fjärrvärmecentralen samt erforderliga vvs-arbeten ombesörjs och bekostas av kunden. Utformningen av fjärrvärmecentralen samt övriga tekniska lösningar skall ske i samråd med Mariehamns Energi Ab.

Anslutningsavgiften för en abonnerad effekt på 50 KW uppgår till: 5 483 €

Miljö

Mariehamns Energi Ab erbjuder ett miljövänligt uppvärmningsalternativ till konkurrenskraftigt pris. Vi har i dag drygt 900 leveranspunkter i Mariehamn med omnejd och växer kontinuerligt. Värmeproduktionen sker till ca 85 % med hyggesrester från det Åländska skogsbruket. För att ytterligare minska oljeberoendet planeras utökad produktionskapacitet med lokala biobränslen.

Intresseanmälan

Fjärrvärme är bekvämt, kostnadseffektivt och miljövänligt! Vi hoppas ni skall finna det intressant med en prisvärd uppvärmning baserad på lokalt producerade biobränslen.

Om ni har frågor eller funderingar, tveka då inte att ta kontakt med oss på telefon eller via e-post.

För ytterligare information om Mariehamns Energi Ab se även www.energi.ax

Med vänlig hälsning
MARIEHAMNS ENERGI AB


Torsten Fredriksson
Fjärrvärmechef
Tel. 539 357
E-post: torsten@energi.ax

MARIEHAMNS
energi

Mariehamns Energi Ab
PB 15
Neptunigatan 2
AX-22101 MARIEHAMN

Telefon (018) 5390
Int. +358(0)18 5390
Telefax (018) 539 300
Int. +358(0)18 539 300

e-mail: info@energi.ax
www.energi.ax

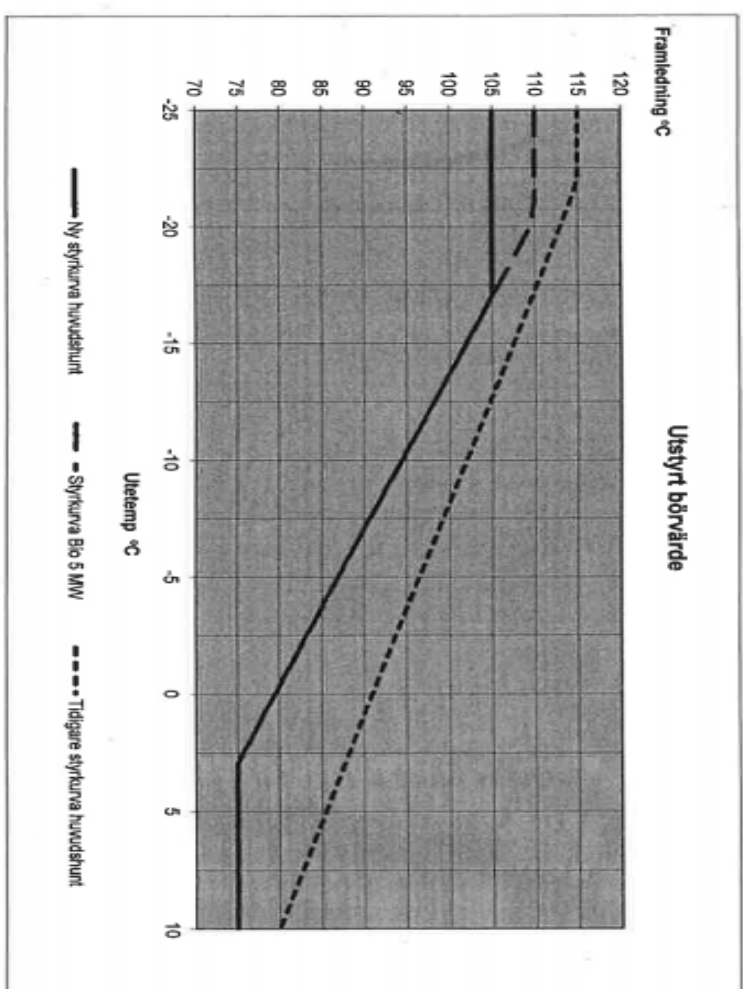
FO-nummer
0145039-6
Hemort
Mariehamn

Parameterinställningar

Max temp (k5)	105
Min temp (T)	75
Brytpunkt utetemp (k3)	3
Kurvårling (k4)	1,50
Avvikelse tempgivare blanksvart	0
Temperaturkompensering blanksvart (k0)	0,90
Vindgivare (w) m/s	0
Temperaturkompensering vind (k1)	15
Temperaturkompensering vind (k2)	60

Simulering enskilt värde

Uletempgivare blank (tb)	0,0
Uletempgivare svart (ts)	0,0
Vindgivare (w) m/s	0
Korrigerad uletemp (i) blanksvart	0,0
Korrigerad uletemp vind (w)	0,0
Beräknat börvärde	79,5
Utstyrt börvärde	79,5



Kurva Bio 5 MW

Linjärsäringspunkter	
insignal	utsignal
-25,0	110,0
-20,0	110,0
-10,0	95,0
0,0	80,0
3,0	75,0
10,0	75,0

Medeltemperaturer i Mariehamn.												
	Januari	Februari	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	September	Oktober	November	December
2017	-0,6	-0,6	1,7									
2016	-4,4	0,2	1,5	4,3	10,7	14,3	17,4	15,7	13	6,5	1,7	1,9
2015	1,3	1,6	2,4	5,4	8,6	12,8	15,8	16,5	13,3	6,3	5,4	3,7
2014	-2,5	1,5	2,6	4,5	8,8	12,3	19,3	17,3	12,2	8,5	5	0,9
2013	-4	-1,4	-4,8	2,6	11,5	14,8	15,7	16,2	12,2	7,4	4,7	3,1
2012	-1,9	-4,1	2,1	3,3	8,7	11,8	16,4	15,6	11,8	6,1	4	-3,7
2011	-2,4	-7,8	-0,7	4,8	8,9	15,2	18,6	16,4	13	7,9	5,5	2,8
2010	-6,7	-6,8	-2,1	2,8	9,3	12,8	19,5	16,7	11,3	5,8	-0,6	-6,6

Bilaga 4



Päivitetty: 1.1.2012 1 (2)

TUOTETIEDOTE POLTTOÖLJY -5/-15 Lämmitys- ja moottorikäyttöön LYHENNE: St1 Opti kesä	PRODUKTDATA BRÄNNOLJA -5/-15 För uppvärmings – och diesel motorbruk FÖRKORTNING: St1 Opti sommar	PRODUCT DATA SHEET DIESEL FOR NON-ROAD USE -5/-15 For heating – and diesel engine use ABBREVIATION: St1 Opti summer
---	---	---

	Yksikkö Enhet Unit	Laaturaja Kvalitetskrav Specification		Tyypillinen arvo Typvärde Typical analysis	Määrittäminen Testmetod ¹⁾ Test method ¹⁾
		min.	max.		
Rikki Svavelhalt Sulphur content	mg/kg		10	5	EN ISO 20846 D 3120
Tislaus, Destillation, Distillation Haittunut, Förångat, Recovered 180 °C:ssa, vid 180 °C, at 180 °C	til.-% vol.-% % w/v		10	1	EN ISO 3405
250 °C:ssa, vid 250 °C, at 250 °C	til.-% vol.-% % w/v		65	28	
350 °C:ssa, vid 350 °C, at 350 °C	til.-% vol.-% % w/v	85		97	
95 % piste	°C		360	340	
Leimahduspiste ²⁾ Flampunkt ²⁾ Flash point ²⁾	°C	60		65	EN ISO 2719
Tiheys, 15 °C Densitet vid 15 °C Density at 15 °C	kg/m ³	820,0	845,0	840	EN ISO 12185
Tehollinen lämpöarvo, laskettu Effektivt värmevärde, beräknat Net heat of combustion, calculated	MJ/l			36,0	NM 119
Viskositeetti, 40 °C Viskositet vid 40 °C Viscosity at 40 °C	mm ² /s	2,00	4,50	3,1	EN ISO 3104
Samepiste Grumlings temperatur Cloud point	°C		0 ³⁾ -5 ³⁾	-0 (1.5.-31.8.) -5 (1.9.-30.4.)	EN 23015 D 5773 NM 473
Suodatettavuus Filterbarhets temperatur CFPP	°C		-10 ³⁾ -15 ³⁾	-10 (1.5.-31.8.) -15 (1.9.-30.4.)	EN 116
Setaani-indeksi Cetaniindex Cetane index		46,0		54	EN ISO 4264
Setaaniluku Cetantal Cetane number		51,0		53	EN 15195 EN ISO 5165 D 6890
Hiltojäännös 10 % pohjasta Koksstal av 10 % återstod Carbon residue on 10 % distillation residue	p-% mass-% % m/m		0,30	< 0,01	EN ISO 10370
Kuparikorrosio Kopparkorrosion Copper strip corrosion			1	1	EN ISO 2160
Vesi Vatten Water content	mg/kg		200	60	EN ISO 12937
Tuhka Askhalt Ash content	p-% mass-% % m/m		0,01	< 0,001	EN ISO 6245

St1 Opti kesä	Yksikkö Enhet	Laaturaja Kvalitetskrav Specification		Tyypillinen arvo Typvärde Typical analysis	Määrittysmenetelmä ¹⁾ Testmetod ¹⁾ Test method ¹⁾
		min.	max.		
Sedimentti Sediment Total contamination	mg/kg		24	< 5	EN 12662
Hapetuskestävyys Oxidations stabilitet Oxidation stability	g/m ³		25	< 5	EN ISO 12205
Polyaromaatti Polyaromater Polyaromatics	p-% mass-% % m/m		8,0	2	EN 12916
Voitelevuus / HFRR Smörjbarhet / HFRR Lubricity / HFRR	µm		460	360	EN ISO 12156-1
Blokkikomponentit ⁴⁾ Blokkikomponenter ⁴⁾ Blockcomponents ⁴⁾	tl-% vol-% % v/v			Ilmoitetaan Rapporteras To be reported	
Väri ja ulkonäkö ³⁾ Färg och utseende ³⁾ Appearance ³⁾	Punalinen, kirkas, ei kiiltettä epäpuhtauksia Röd, klar och blank Red, clear and bright				D 4176-2

¹⁾ D-numero viittaa ASTM-menetelmään

¹⁾ D-nummer hänvisar till ASTM-metod

¹⁾ D- number refers to ASTM-method

²⁾ Asetus 59/99

²⁾ Förordning 59/99

²⁾ Regulation 59/99

³⁾ Asetus 815/2004

³⁾ Förordning 815/2004

³⁾ Regulation 815/2004

⁴⁾ HÖYLÄ 3 Energiatohokkuussopimus, laskennallinen keskiarvo

⁴⁾ HÖYLÄ 3 Avtalet, beräknat medelvärde

⁴⁾ HÖYLÄ 3 Agreement, calculated average

Tuote sisältää korroosiota estävän ja sähköjohtavuutta parantavan lisäaineen sekä voitelevuuslisäaineen.

Produkten innehåller additiv, som förhindrar korrosion samt förbättrar konduktivitet och smörjbarhet.

The product contains additive, which prevents corrosion and improves conductivity and lubricity.

Tuote täyttää Vna:n 1206/2010:n ja SFS-EN 590 kylmäominaisuusluokan E (A-D) sekä direktiivin 2009/30/EY vaatimukset.

Produkten uppfyller förordningen 1206/2010 och SFS-EN 590 klass E (A-D) samt direktiv 2009/30/EG.

The product meets regulation 1206/2010, SFS-EN 590 grade E (A-D) and directive 2009/30/EC.

^{*)} Tuote PÖ0/10 jakelussa 1.5. - 31.8. ja PÖ5/15 jakelussa 1.9. - 30.4.

^{*)} Produkten PÖ0/10 distribueras 1.5. - 31.8. och PÖ5/15 distribueras 1.9. - 30.4.

^{*)} The product PÖ0/10 will be delivered from 1.5. to 31.8. and PÖ5/15 from 1.9. to 30.4.

Spesifikaation tulkinnaassa käytetään ISO 4259:n mukaista käytäntöä.

Produktspecificationen tolkas i enlighet med proceduren beskriven i ISO 4259.

The product will comply with the specification according to the procedures described in ISO 4259.

Käyttöturvallisuuden osalta viittaamme St1 Oy:n julkaisemiin käyttöturvallisuustiedotteisiin sekä tuotteiden käyttöä koskeviin oppaisiin.

Angående skyddsinformation hänvisar vi till skyddsinformationsblad publicerade av St1 Oy samt till produkternas bruksanvisningar.

Concerning safe use of the products, we refer to the Safety Data Sheets and User's Guides published by St1 Oy.

TIEDUSTELUT
St1 Oy
PL 100
00381 HELSINKI

FÖRFRÅGNINGAR
St1 Oy
PB 100
FIN-00381 HELSINKI, Finland

INQUIRIES
St1 Oy
POB 100
FIN-00381 HELSINKI, Finland

Puhelin 010 557 11

Telefon 010 557 11 eller
+358 10 557 11

Phone +358 10 557 11