

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för maskinteknik

INSTALLATION AV FLISPANNA

- För Dykbolaget Ab på Åland

John Karlström



2020:37

Datum för godkännande: 09.06.2021
Handledare: Göran Henriksson

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Maskinteknik
Författare:	John Karlström
Arbetets namn:	Installation av flispanna för Dykbolaget Ab på Åland
Handledare:	Göran Henriksson
Uppdragsgivare:	Dykbolaget Ab på Åland, Benny Gustafsson

Abstrakt
<p>I detta arbete kommer jag presentera installationen av en flispanna och dess tillhörande komponenter.</p> <p>Syftet med det nya värmesystemet är att minska på uppvärmningskostnaderna för beställarens verkstad samt intilliggande bostadshus genom att ta tillvara egen skog för att producera värme.</p> <p>Jag kommer presentera arbetet från planering till monterad uppvärmningsanläggning</p> <p>Med hjälp av beräkningar på anläggningen i jämförelse med oljepannans förbrukning kan visas uppvärmningskostnadernas inbesparing.</p>

Nyckelord (sökord)
Flispanna, värmeanläggning, system, ritningar, inbesparing

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2020:37	1458-1531	Svenska	59 sidor

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
02.05.2020	12.05.2020	09.06.2021

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Study program:	Mechanical Engineering
Author:	John Karlström
Title:	Installation of Chip Boiler for Dykbolaget Ab på Åland
Academic Supervisor:	Göran Henriksson
Technical Supervisor:	Dykbolaget Ab på Åland, Benny Gustafsson

Abstract
<p>In this work I will present the installation of a chip boiler and its components.</p> <p>The purpose of the new heating system is to reduce the heating cost for the commissioner's workshop and adjacent residential buildings by utilizing their own forest to produce heat.</p> <p>I will present the work from planning to completed heating system.</p> <p>With the help of calculations on the plant in comparison with the consumption of the oil boiler can be shown the savings of the heating costs</p>

Keywords
Chip Boiler, heating system, drawings, saving

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2020:37	1458-1531	Swedish	59 pages

Handed in:	Date of presentation:	Approved on:
02.05.2020	12.05.2020	09.06.2021

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Min uppgift	6
1.4 Frågeställningar	7
1.5 Metod	7
1.6 Avgränsningar	7
1.7 Definitioner	8
2. BESKRIVNING AV SYSTEMET	9
2.1 Komponenter och deras funktion	9
2.1.1 Matarskruv	10
2.1.2 Panna	11
2.1.3 Ackumulatortank	12
2.1.4 Expansionskärl	13
2.1.5 Vattenledningar	13
2.2 Funktion	13
2.2.1 Befintligt värmesystem	13
2.2.2 Nytt värmesystem	14
3. FÖRBEREDANDE ARBETE	15
3.1 Energibehov	15
3.1.1 Energimätning för verkstaden	15
3.1.2 Energiberäkningar för verkstaden	16
3.1.3 Energiberäkning för bostadshuset	17
3.1.4 Energibedömning	18
3.2 Analys av komponenternas lämplighet	20
3.2.1 Pannan	20
3.2.2 Ackumulatortanken	20
3.2.3 Lönsamhetsbedömning	21
3.3 Placering	23
3.3.1 Matarskruv	23
3.3.2 Panna	23
3.3.3 Ackumulatortank	24
3.3.4 Expansionskärl	24
3.3.5 Värmerör	24
3.4 Dimensionering	25
	4

3.4.1 Cirkulationspump	25
3.4.2 Val av rör	28
3.4.3 Expansionskärl	29
3.5 Ritningar	31
3.5.1 Ritning över huvudkomponenter	31
3.5.2 Rørschemaritning	33
1, Jämä oljepanna	33
3.6 Säkerhet	34
3.6.1 Brandfarligt material	34
3.6.2 Brandsläckningsutrustning	35
4.PRAKTISKT ARBETE	37
5. RESULTAT	46
6 SLUTSATS	47
KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING	48
BILAGOR	50
Bilaga 1	51
1.1 Data över gamla oljepannan	51
1.2 Data över nya flispannan	52
1.3 Data över cirkulationspumpen i nya pannan	53
1.4 Data över ackumulatortanken	54
1.5 data över expansionskärlet	55
Bilaga 2	56
2.2 Beräkning av tryckförlust och statisk uppfodringshöjd	56
2.2 Dimensions beräkningar	57
2.3 Ekonomisk kalkyl	57
Bilaga 3	58
3.1 Temperaturdiagram från mätningar	58
Bilaga 4. Rör schemaritning	59

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Jag valde detta ämne eftersom jag sökte något där det ingick praktiskt arbete då jag ansåg det som mycket intressantare att utföra det arbete man planerat istället för att överlåta det praktiska åt någon annan. Jag berättade det åt min tidigare arbetsgivare och han gav detta som förslag. Pannan och dess tillhörande komponenter var redan införskaffade och rummet där pannan skulle stå var byggt

1.2 Syfte

För att ändra uppvärmningsmetoden för företagets Verkstad till en billigare och miljövänligare uppvärmning skall jag installera en ny flispanna och övrig kringutrustning. Värmeanläggningen ska stå för uppvärmning av företagets verkstad och även närliggande bostadshus med flis som bränsle. Flispannan skall ersätta nuvarande oljepanna genom att kopplas in på befintligt värmesystem.

1.3 Min uppgift

Min uppgift med denna installation kommer vara att rita och planera hur och var dom olika komponenterna skall placeras i pannrummet och flisförrådet. En dimensionering och ritning över rörsystemet måste göras för att se var man skall koppla in sig på befintligt system och vilka rördimensioner man skall använda sig av.

Teoretiska beräkningar kommer göras på lönsamheten vad gäller prisskillnad i årlig kostnad. Återbetalningstiden kommer jag också göra bedömning av med avseende på pannans inköpspris och skillnad i årlig kostnad.

1.4 Frågeställningar

Uppdragsgivaren har byggt utrymmet där anläggningen skall placeras och införskaffat panna, skruv, och ackumulatortank. Han har uttryckt sina önskemål av bekvämt användande och snygg uppställning. Frågorna som uppstår är:

1. Hur skall komponenterna placeras för att det ska bli så bra och servicevänligt som möjligt?
2. Vilka vägar skall rör dras för att det skall bli så ur vägen och som möjligt?
3. Vad behöver beaktas vad gäller brandsäkerhet?
4. Vilka komponenter behöver finnas i systemet?
5. I vilken ordning ska arbetena göras?

1.5 Metod

Jag kommer till att börja med göra ritningar över hur och var komponenterna skall placeras. Utifrån data på pumpen som sitter i pannan skall rören dimensioneras och en ritning skall göras på rördragningen. En arbetsordning måste uppföras för att bestämma i vilken ordning jobben ska göras i samråd med elektrikern som skall göra elarbetet. När planeringen är klar kommer jag börja med att utföra praktiska arbeten enligt arbetsordningen. Energimätning på det befintliga värmesystemet kommer göras förrän det tas ur bruk för att ha något att utgå ifrån då lönsamhetsberäkningar och beräkning på komponenternas lämplighet görs. Lagar vad gäller brandsäkerhet i pannrum kommer studeras och följas i samråd med försäkringsbolaget.

1.6 Avgränsningar

Jag kommer inte att göra några utredningar på bostadshuset mera än hur mycket energi det går åt att värma upp det. Utredning kommer göras hur mycket energi det går att värma upp verkstaden och hur mycket som blir över till bostadshuset. Svetsningen av skorstenen kommer jag inte göra själv då det är så tidskrävande och stort arbete.

1.7 Definitioner

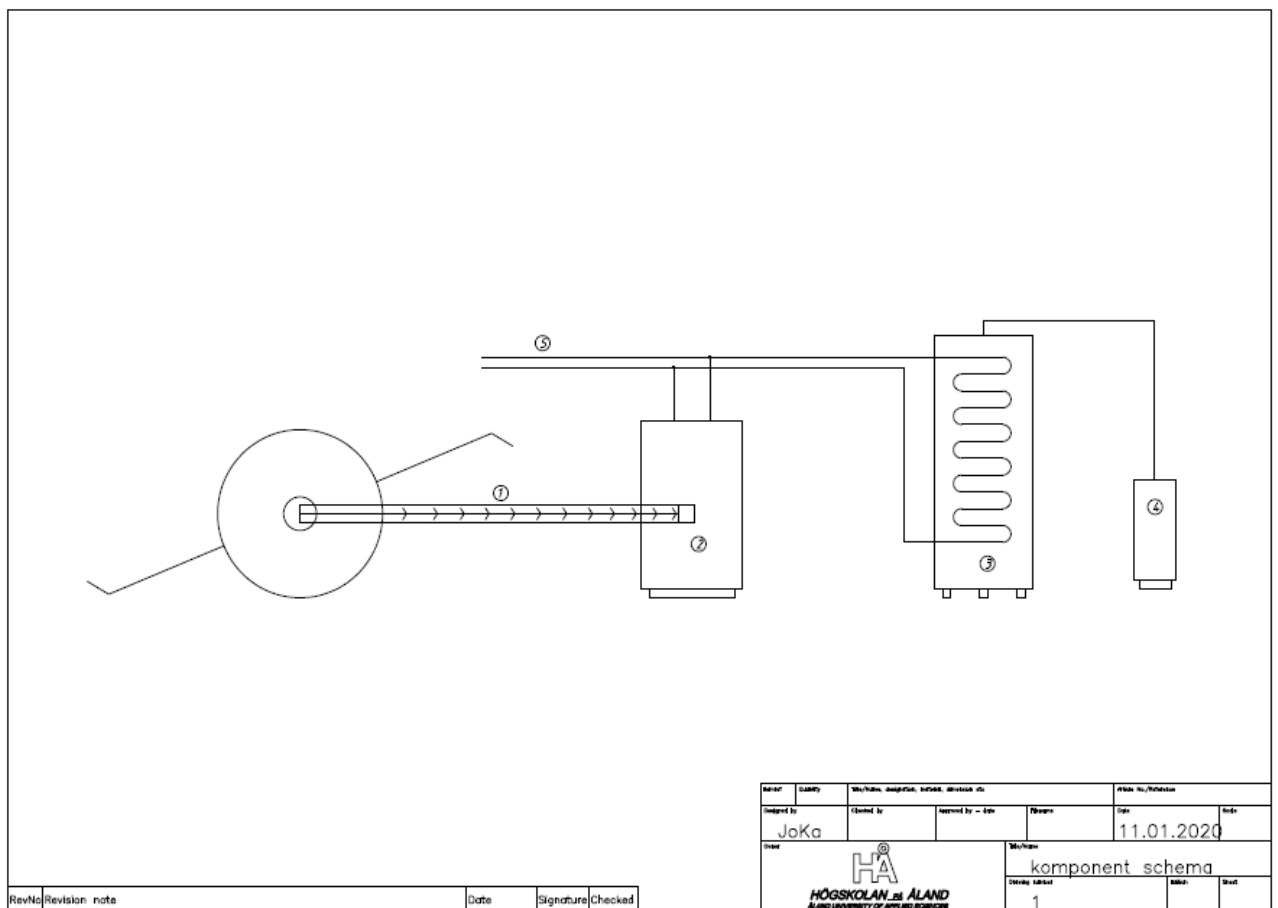
- Pannrum: Ett rum med speciella brandsäkerhetsregler gäller där pannan skall placeras
- Flislager: Rummet där flisen förvaras tills det eldas upp i pannan
- Ackumulatortank: En värme lagringstank som lagrar varmvatten tills det behövs
- Flis: Sönderhackade skogsprodukter till små bitar
- Värmesystem: Allt som ingår i värme produceringen.
- Matarskruv: Roterar och matar på så vis flis in till pannan.
- Tappvatten: Vatten som man har i kranen
- Kulvert: Isolerad värmerörsledning i marken.
- Golvslingor: Vattenfyllda rör/slingor i golvet
- Radiatorer: Värmeelement där det cirkulerar varmvatten
- Cirkulationspump: Pump som cirkulerar vatten i ett slutet system
- Mapress rördelar: Rördelar som pressas ihop med en anpassad presstång

2. BESKRIVNING AV SYSTEMET

2.1 Komponenter och deras funktion

Värmesystemet består av följande huvudkomponenter, se figur 1.

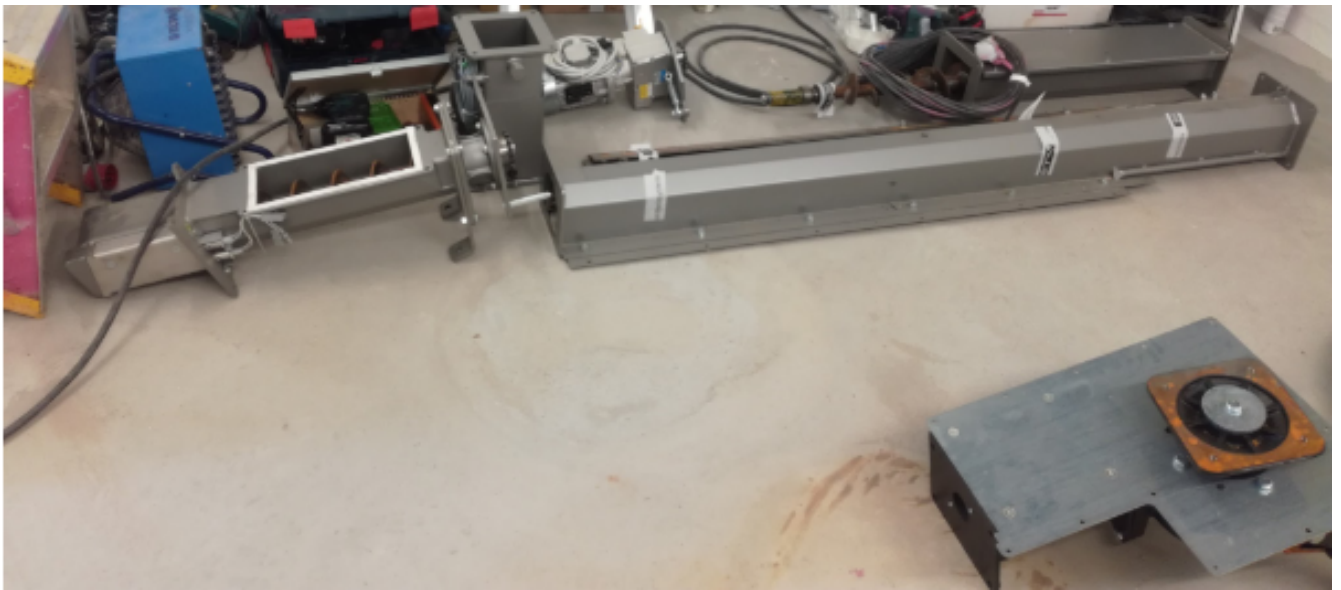
- 1, Matarskruv
- 2, Panna (med inbyggd cirk.pump)
- 3, Ackumulatortank
- 4, Expansionskärl
- 5, Vattenledningar



Figur 1. Schema över komponenterna

2.1.1 Matarskruv

I mitten på flislagret skall det sitta en vinkelväxel där det monteras en rund metallplatta som har två blad sitter fast i sig. När skruven snurrar för att mata flis till pannan roterar även bladerna. Roterande bladens uppgift är att mata flis från lagret till skruv rännan. När fliset landar i rännan matas det sedan till en roterande kniv med skruven. Den roterande kniven har för uppgift att dela på för stora flisbitar men också förhindra bakbrand i skruven. Efter den roterande kniven far flisen in till pannan med en till mindre matarskruv. Se komponenterna i figur 2 nedan.



Figur 2. Matarskruvens komponenter

2.1.2 Panna

Pannan är väldigt kompakt med mycket funktioner. Pannan kommer att känna av med hjälp av temperaturgivare när den skall starta och stoppa. Pannans effekt är 50 kW, dess reglerområde är mellan 7,6-45 kW, högsta tillåtna temperatur och tryck är: 95 grader Celsius och 3 bar. Pannan är helt automatiserad och sköter hela uppvärmningsprocessen på egen hand. Viss service och underhåll krävs men det är inte mycket. När det brinner överförs värmemet genom att värma vattnet som finns i pannan. En cirkulationspump finns också inbyggt som cirkulerar vattnet runt i systemet. För att se hur pannan ser ut se figur 3 nedan.



Figur 3. Pannan

2.1.3 Ackumulatortank

Akkumulatortankens uppgift är att lagra varmvatten som pannan producerar. För att undvika att pannan måste starta och stoppa så fort det behövs lite varmvatten så jämnar man ut pannans drifttider genom att ladda upp ackumulatortanken när behovet är litet.

Akkumulatortanken kan sedan stå för varmvatten produktionen ett tag förrän pannan måste starta igen. I tanken finns tre slingor varav endast en kommer användas vid denna installation. Det betyder att det finns möjlighet att koppla in annat system till tanken i framtiden om man önskar. Tankens volym är 1900 liter, dess temperaturområde är mellan 0-110 grader Celsius. Slingornas maximala tryck är 10 bar och tankens är 3 bar. Se figur 4 för att se utseendet på tanken.



Figur 4. Ackumulatortank.

2.1.4 Expansionskärl

Expansionskärl är av stål men har en inbyggd bölla som skall trycksättas. Dess uppgift är att ta hand om volymändringar som uppstår vid olika temperaturer. Detta för att förhindra tryckstötter vid vattnets expansion. Ett expansionskärl finns färdigt monterat i den befintliga värmeanläggningen (se figur 5). Vid installation av nya anläggningen kommer ett nytt behövas då det är så stor ackumulatortank.



Figur 5. Befintligt expansionskärl.

2.1.5 Vattenledningar

Vattenledningar kommer behövas både för att ha kallvatten att fylla tanken med, men också för att transportera det varma vattnet som pannan producerar. Vattenledningar måste dras längs med hela garage väggen för att sedan kopplas ihop med kulverten som leder varmvatten till intilliggande bostadshus. Det är ett cirkulerande system vilket gör att varmt vatten går till huset i ena röret och lika mycket kallvatten kommer tillbaka.

2.2 Funktion

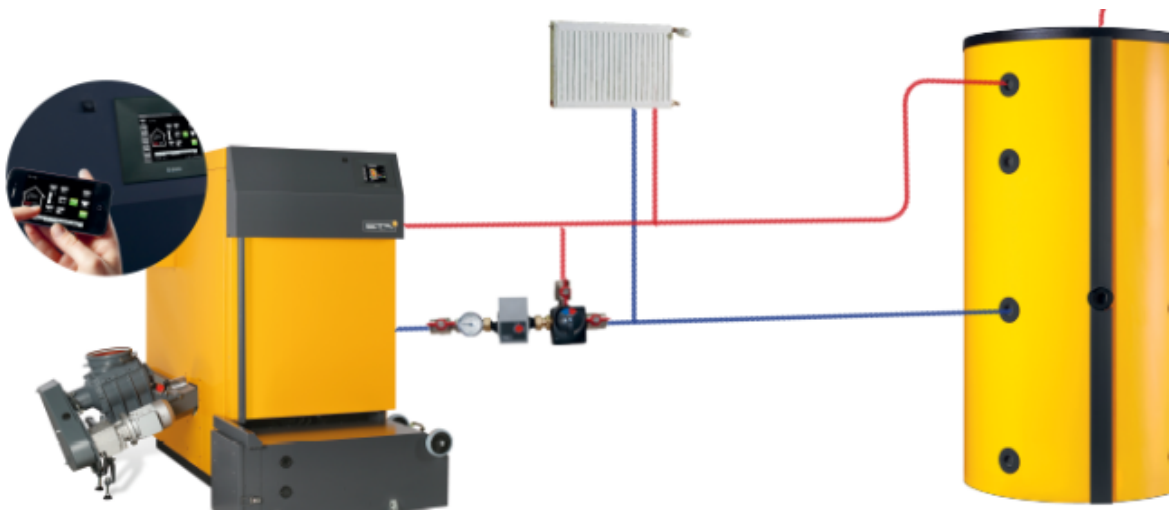
2.2.1 Befintligt värmesystem

Nuvarande uppvärmning består av en oljepanna av märket Jämä som är tillverkad år 1972 och med en effekt på 13 kW. Oljepannan befinner sig i bostadshusets källare och står för uppvärmning av både bostadshuset och verkstaden. Det finns även en slinga i pannan för uppvärmning av tappvattnet. Systemet har en cirkulationspump som cirkulerar varmvattnet

genom bostadshusets radiatorer. En annan cirkulationspump cirkulerar varmvattnet genom kulverten till verkstaden och genom verkstadens golvslingor.

2.2.2 Nytt värmesystem

Det nya värmesystemet (se figur 6) skall ersätta det gamla genom att producera varmvatten i en flispanna. Det nya värmesystemet skall kopplas ihop med det gamla, fast nu istället köra andra vägen genom kulverten eftersom flispannan skall placeras på sidan om verkstaden. I flispannan finns en inbyggd cirkulationspump som är dimensionerad för att cirkulera varmvattnet runt hela systemet. I bostadshuset kommer befintliga cirkulationspumpar och utrustning användas tills vidare.



Figur 6. nytt värmesystem (Etafinland 2020).

3. FÖRBEREDANDE ARBETE

3.1 Energibehov

3.1.1 Energimätning för verkstaden

För att utföra energiberäkningar gjordes mätning under två dygn av flöde och temperaturer för att ta reda på hur stor energiförbrukningen för verkstaden var. Även utetemperaturen loggades med en temperaturlogger. Flöde och temperaturmätningen gjordes med hjälp av en Flexim mätare (se figur 7 nedan) som loggade mätdata under hela tidsperioden. Mätutrustningen fick jag låna från Högskolan på Åland.



Figur 7. Flexim energimätare

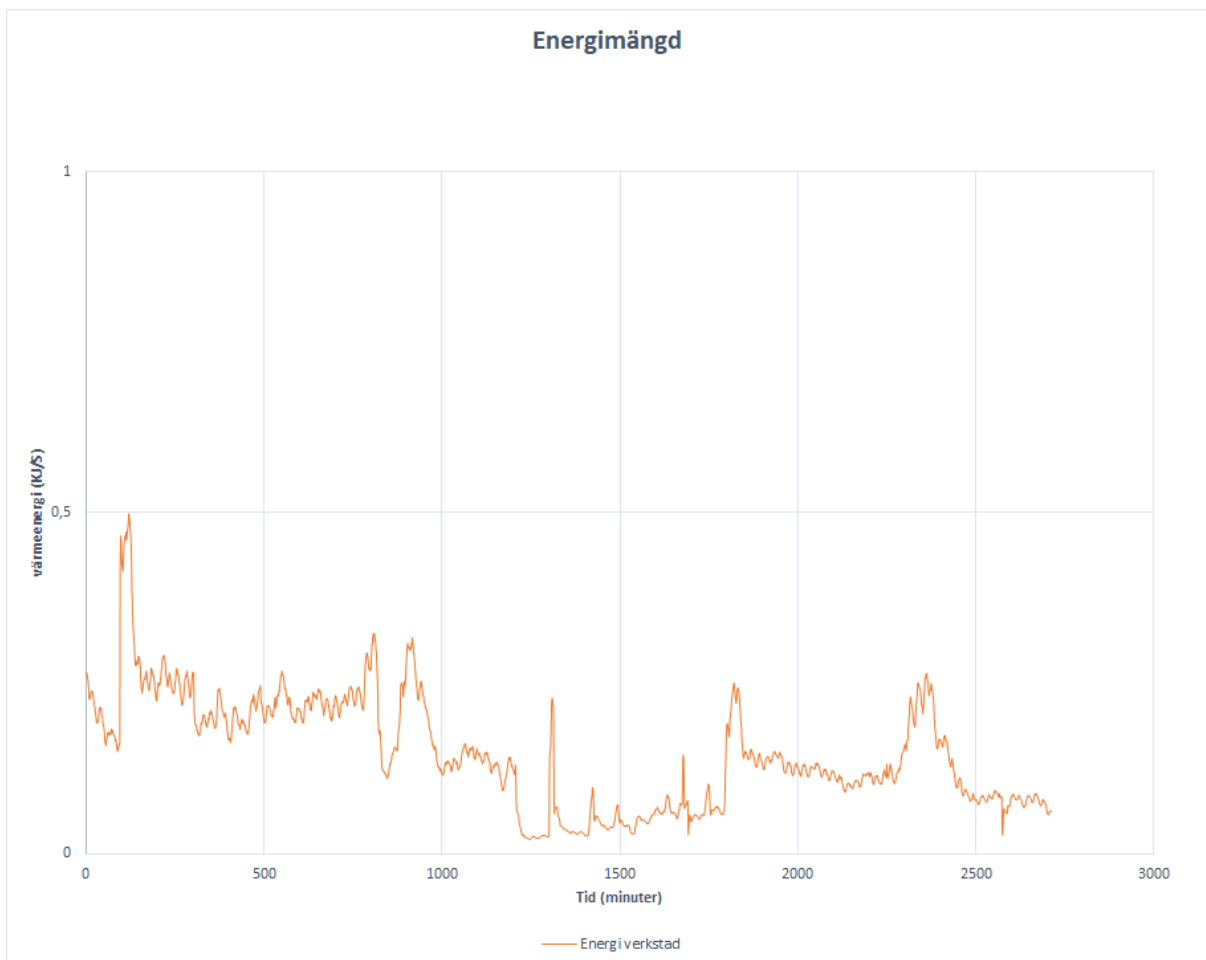
Fleximmätaren kunde mäta både massflöde och temperatur. På så sätt fick jag reda på hur mycket värmeenergi verkstaden behövde. Den lägsta utetemperaturen som noterades var -4,1 grader Celsius.

3.1.2 Energiberäkningar för verkstaden

Utifrån uppmätt flöde och temperaturer kunde beräkning göras av energibehovet för uppvärmningen av verkstaden. Det kunde göras med hjälp av formeln:

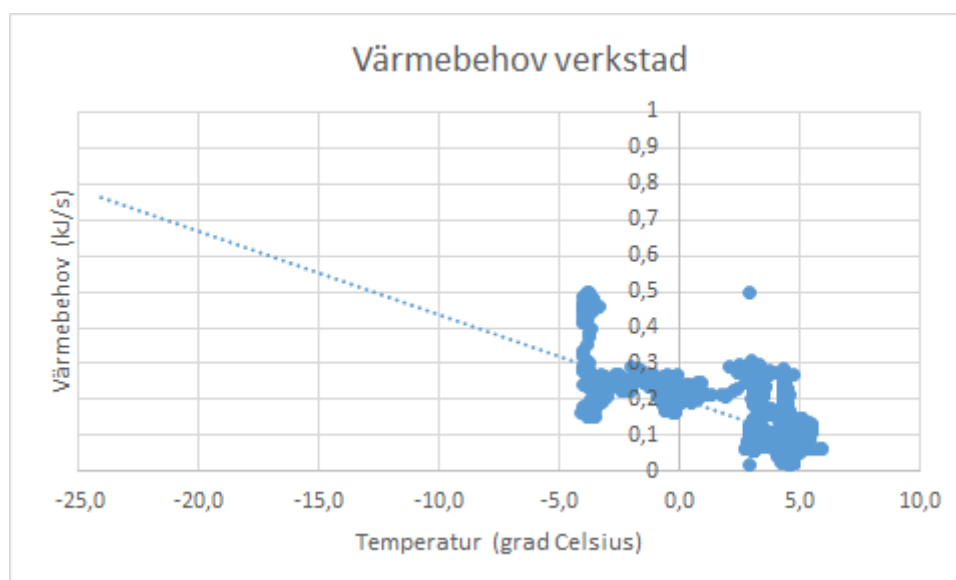
$$Q = \dot{m} * c_p * (T_2 - T_1)$$

\dot{m} står för massflöde vatten, c_p är vattnets specifika värmekapacitet, T_2 är vattnets varma temperatur och T_1 är vattnets kalla temperatur. Med hjälp av den formeln fick jag fram energibehovet varje minut under två dygn. Maximala energibehovet var =0,5 kJ/s. Kallaste utetemperaturen under mätningstillfället var = -4,1 grad Celsius. Nedan i figur 8 ses kurvan som erhålls utifrån registrerad mätdata från Flexim mätaren.



Figur 8. Kurva över uppmätt energibehov.

Eftersom också utetemperaturen var loggad varje minut kunde ett samband ses mellan utetemperaturen och värmebehovet. En bedömning kunde göras av vad värmebehovet skulle tänkas vara vid kallare temperaturer genom att plotta alla mätpunkter och dra en trendlinje genom punkterna (se figur 9).



Figur 9. Bedömning av Verkstadens värmebehov.

3.1.3 Energiberäkning för bostadshuset

För att ta reda på bostadshusets energianvändning gjordes beräkningar utifrån oljepannans tidigare registrerade bränsleförbrukningar. Då bränsleförbrukningen registrerades var inte verkstaden ansluten till värmesystemet därav beaktar den här utredningen endast bostadshuset. Eftersom ingen regelbunden registrering av bränsleförbrukningen gjorts beaktades bara vissa månader där förbrukningen var fullständigt registrerad. Beräkningarna av tillförda värmemängden (Q_{tillf}) gjordes med hjälp av formeln:

$$Q_{tillf} = mbr * Hi * \eta$$

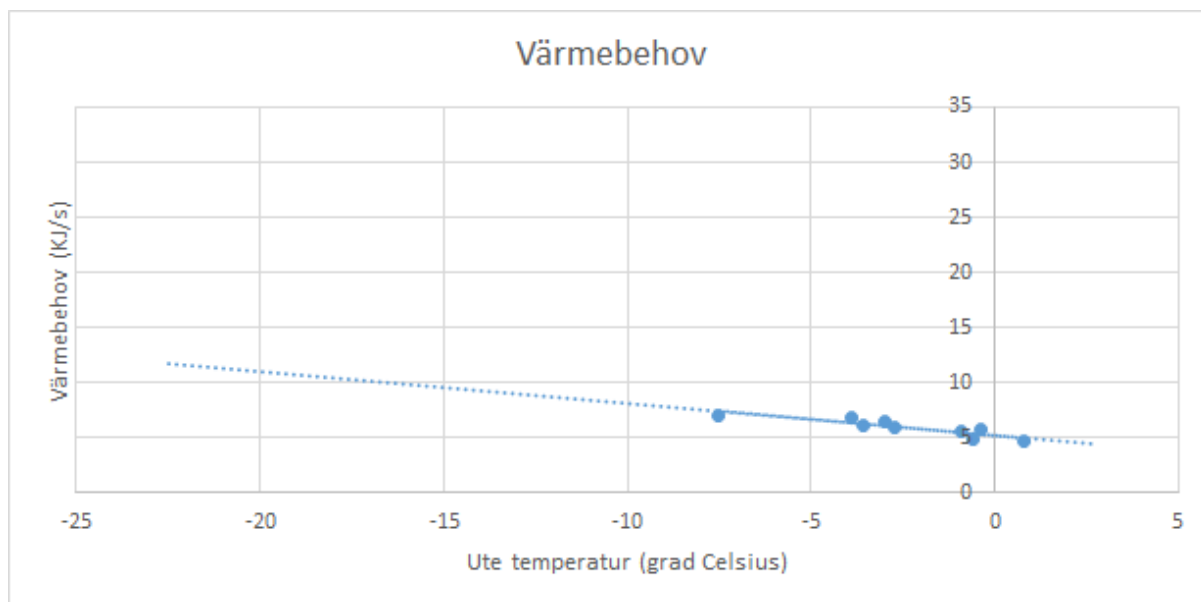
För att utföra beräkningarna har ett antagande gjorts att verkningsgraden (η) på oljepannan är 75%. Brännoljaens effektiva värmevärde ($Hi = 42,9 \text{ MJ/kg}$) och brännoljaens densitet ($0,835 \text{ kg/dm}^3$) har tagits från läroboken Energi Teknik (Alvarez, H. (1990)). Den registrerade bränsleförbrukningen var antal liter (L) och multipliceras med densiteten för att få mbr i enheten Kilogram (kg). När man beräknar den tillförda värmemängden enligt formeln ovan fås svaret i KJ. den tillförda värmemängden divideras därför med månadens antal timmar och

divideras sedan med antal sekunder på en timme (3600 s). På så sätt fås svaret i kJ/s vilket är samma som kW. Se Tabell 1 nedan för resultatet av beräkningarna.

Verkningsgrad (n)		75 %		0,75				
Brännolja värmevärde (Hi)		42900 kJ/kg						
Månad	Antal timmar (h)	Liter (L)	mbr (kg)	Qtillf (kJ)	KJ/s	min temp	medel	max
feb-15	672,0	520,2	434,3	13974414,9	5,8	-0,4	1,6	3
dec-15	744,0	472,5	394,5	12694244,1	4,7	0,8	3,8	6
jan-16	744,0	702,4	586,5	18870766,2	7,0	-7,5	-4,3	-1,9
feb-16	672,0	589,8	492,5	15845917,1	6,6	-3	-0,1	2,2
mars-16	744,0	482,6	402,9	12964841,3	4,8	-0,6	1,5	3,6
dec-16	744,0	553,5	462,1	14869246,2	5,6	-0,9	1,9	3,7
jan-17	744,0	676,4	564,8	18173523,1	6,8	-3,9	-0,6	1,7
feb-17	672,0	556,2	464,4	14941864,1	6,2	-3,6	-0,6	1,5
jan-18	744,0	598,6	499,8	16082062,4	6,0	-2,7	-0,4	1,3

Tabell 1. Energiberäkning för bostadshuset.

Med hjälp av temperaturobservationer från Vackertväder.se kunde punkter sättas in i en graf som kan ses i figur 10 nedan. Utifrån punkterna kunde en linje dras för att erhålla ett linjärt samband vilket beaktar värmebehov med avseende på utetemperatur.

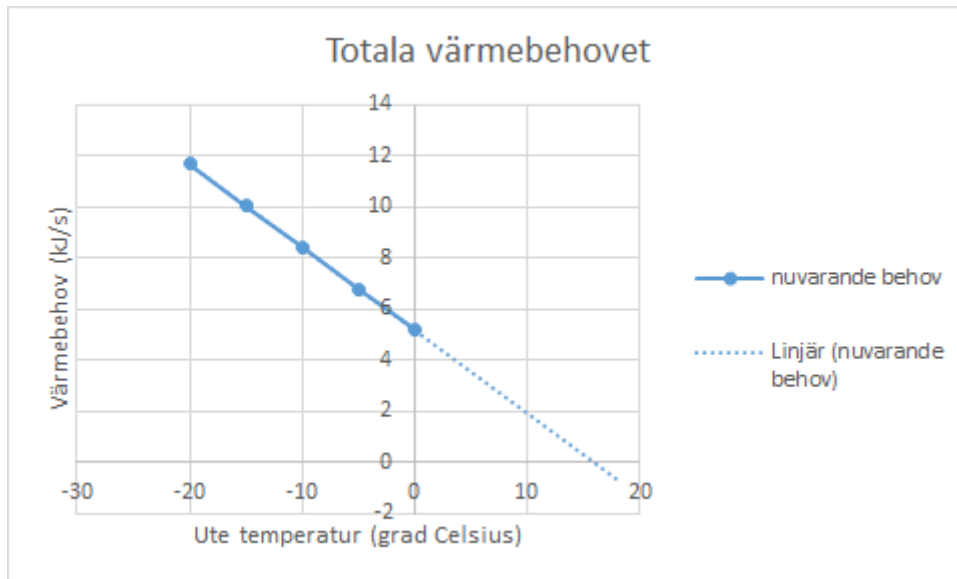


Figur 10. Bostadshusets värmebehov.

3.1.4 Energibedömning

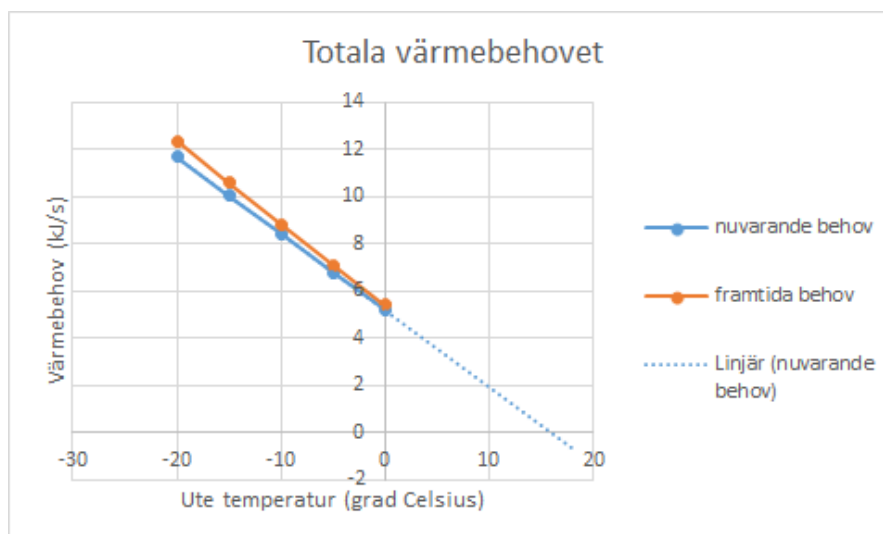
På Åland är den allmänna dimensioneringstemperaturen -20 grad Celsius som man brukar dimensionera efter. För att erhålla bäst mätresultat skulle en fullständig energimätning gjorts på verkstaden vid väldigt kall utomhus temperatur. På grund av viss tröghet i systemet och

väldigt varierande temperatur blev mätningen väldigt pendlande. I figur 11 kan man bilda sig en uppfattning om vad det totala värmebehovet är för bostadshuset och verkstaden.



Figur 11. Totala värmebehovet.

Utifrån detta fås att vid -20 grader Celsius skulle behovet vara drygt 12 kJ/s. Då dessa mätningar gjordes var dock bara hälften av golvslingorna i verkstadens totala golvyta i bruk. På basen av den vetskapen görs ett antagande att energibehovet för verkstaden skulle komma att bli det dubbla. Genom att multiplicera verkstadens energiförbrukning med två fås på samma sätt som ovan att totala energibehovet vid -20 grad Celsius skulle bli drygt 12,5 kJ/s (Se figur 12).



Figur 12 Totala värmebehovet med allting i bruk.

3.2 Analys av komponenternas lämplighet

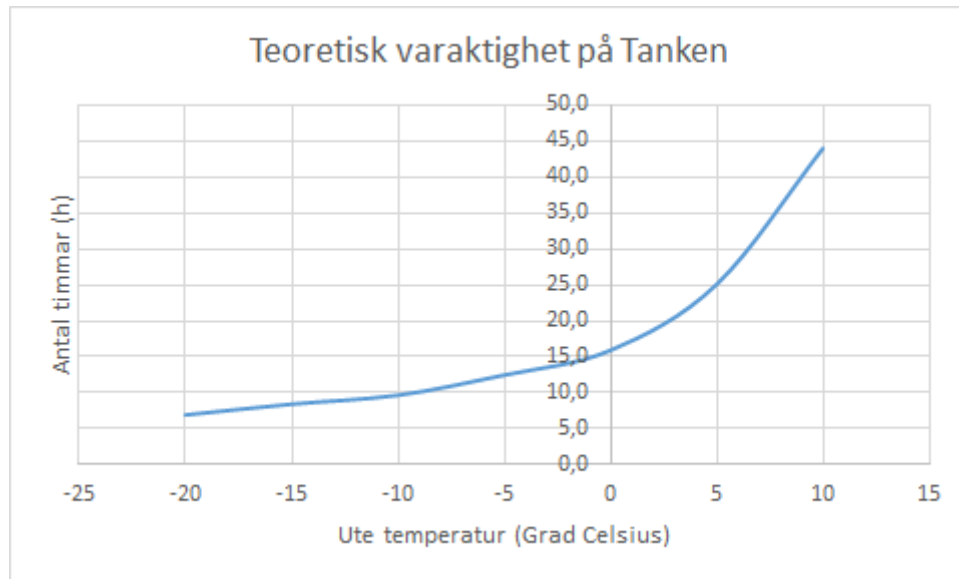
3.2.1 Pannan

Man kan konstatera att pannan är något överdimensionerad då den kan producera 45 kW med ideal flis och behovet för tillfället knappt överstiger 12 kW. Beställarens önskemål var att ta till med en ordentligt stor panna för att kunna ha större möjligheter inför framtiden. Bland annat finns planer på uppvärmd trappa och gårdsinfart för att förhindra is och halka. Det finns även slingor i golvet i flislager och pannrum för att ha möjlighet till vattenburen uppvärmning även där i framtiden.

3.2.2 Ackumulatortanken

Storleken på ackumulatortanken är direkt beroende av hur mycket körtid man vill ha på pannan och hur stor värmelagringskapacitet man önskar. När jag analyserat tankens lämplighet har jag räknat med hur mycket körtid och vilotid pannan skulle ha. Om man använder sig av dimensionerings temperaturen som var -20 grader Celsius så blir den maximala dygns användningen $12,5 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} = 300 \text{ kWh}$. I en artikel om bioenergi hittade jag att Tankens teoretiska värmelagringsförmåga om den är "fulladdad" skulle kunna beräknas genom att ta tankens volym som är $1,9 \text{ m}^3$ * temperaturintervallet som jag räknar med 40 grader Celsius och dividerar det sedan med 0,862 för att få svaret i kWh. Det ger att en tankens värmelagringsförmåga är 88 kWh. När det då är -20 grader celsius räcker tanken $88 \text{ kWh} / 12,5 \text{ kW} = 7 \text{ h}$. När temperaturen är kring 0 grader Celsius kan man ovan i figur 12 se att energibehovet är cirka 5,5 kW. Då räcker tanken $88 \text{ kWh} / 5,5 \text{ kW} = 16 \text{ h}$. Se figur 13 nedan för att se varaktigheten vid olika ute temperaturer.

Källa: (novator.se/bioenergi)

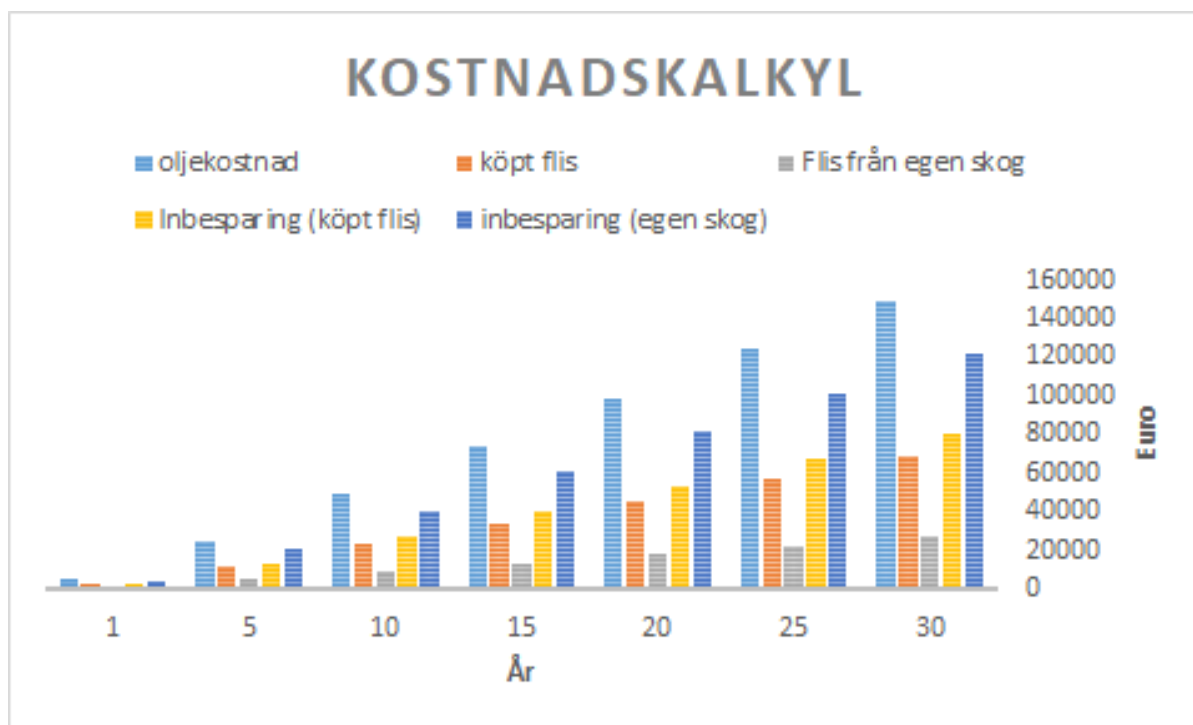


Figur 13. Teoretisk varaktighet på tanken

På basen av detta anser jag ackumulatortanken vara lämpligt dimensionerad då pannan kommer behöva köra endast två gånger i dygnet under hela sommarhalvåret.

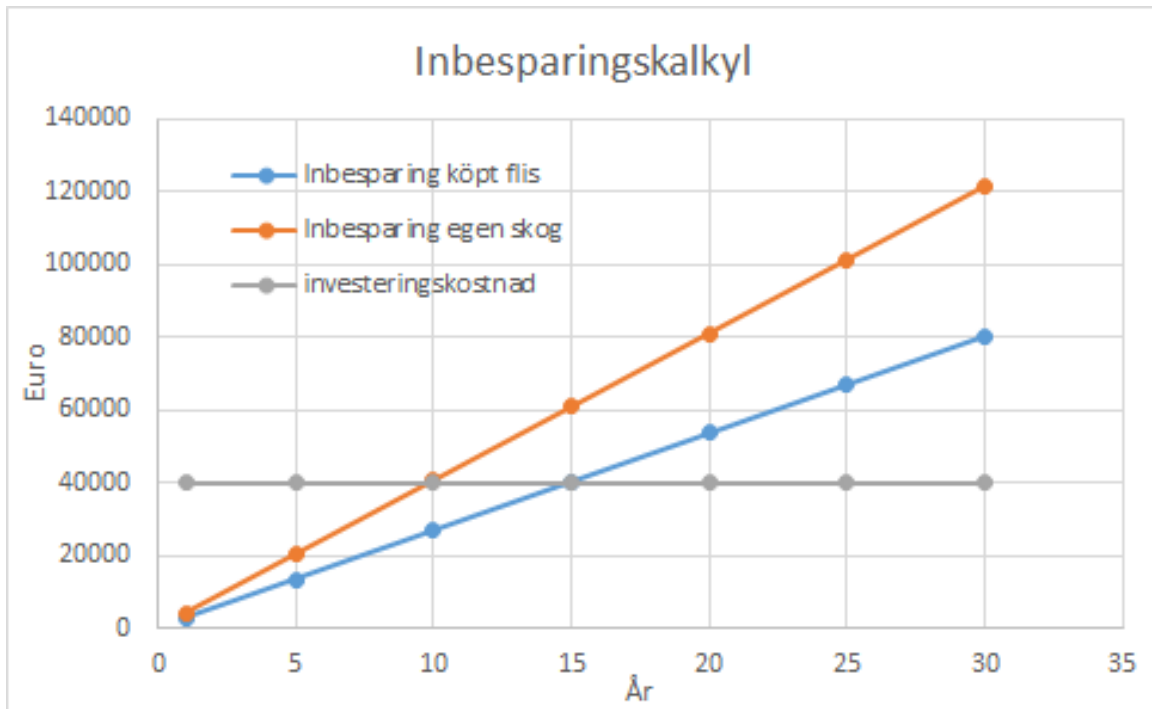
3.2.3 Lönsamhetsbedömning

Vid bedömning av den ekonomiska lönsamheten gjorde jag beräkningar med olika priser på flis. I lönsamhetsbedömningen beaktas ej någon ränta. Vid köp av färdig flis var inköpspriset 36,50 euro / m³ från Ålands skogsindustrier medans om man har flistugg att flisa egen sågad skog var priset 5 euro / m³, oljepriset var 0,99 euro / liter. Enligt försäljarna av pannan brukar man räkna att det går ungefär 8-12 m³ flis / m³ olja. Det finns inget exakt värde då det beror så mycket på kvaliteten och torrheten på flisen. Det jag kommer presentera i mina beräkningar är det dyraste fallet, det vill säga att flisförbrukningen är 12 m³/ m³ olja, (se figur 14)



Figur 14. Kostnads kalkyl av flis gentemot olja.

Oljeförbrukningen finns registrerad för dom senaste fem åren och genom att ta ett medelvärde på det fick jag att medelförbrukningen har varit 5 m³ olja / år. Det ger att förbrukningen flis skulle bli 5*12 = 60 m³ flis / år. Kostnaderna för denna anläggning är totalt cirka 40 000 euro för allting. Inbesparingstiden beräknades med avseende på nuvarande priser på olja och flis vilket gör att det kan ändra betydligt om priserna ändras. Inbesparingen beräknades genom att ta årlig kostnad av olja - årlig kostnad av flis. När man sedan sparar in 40 000 euro i driftkostnad kan man räkna anläggningen som intjänad. Det beräknades vara mellan 10-15 år beroende på flispris. Se figur 15 nedan:



Figur 15. Kostnadskalkyl över anläggningen

3.3 Placering

3.3.1 Matarskruv

När jag skulle bestämma var matarskruvens skulle placeras fanns vissa direktiv från leverantören att uppfylla. Skruvens vinkelväxel skulle placeras precis mitt i flislagret för att kunna få tag i så mycket flis som möjligt. Skruven skulle ha en lutning mellan 6-10 grader uppåt mot pannan.

3.3.2 Panna

Pannan insåg jag att man inte kunde välja så mycket var den skulle placeras då det var skruvens längd som bestämde var den hamnade. Jag ville uppnå att pannan skulle komma så långt ut från väggen så att det skulle vara möjligt att gå runt den ifall någon sorts service skulle behöva göras.

3.3.3 Ackumulatortank

Akkumulatortanken kom jag fram till att skulle placeras så att den var så mycket ur vägen som möjligt. Först bestämdes vilka slingor som skulle användas och utifrån det hur tanken skulle vara vriden. När jag började räkna på fallet som värmerören skulle behöva kom jag fram till att bästa lösningen för att få tillräckligt fall var att sätta distanser under tankens fötter. Därav bestämde jag att 100 mm höjning av tanken skulle vara lämpligt.

3.3.4 Expansionskärl

Expansionskärlet ville jag placera där den var så lite ivägen som möjligt, men ändå lättåtkomligt för att kunna fylla på luft ifall det skulle behövas. En placering så nära akkumulatortanken som möjligt var fördelaktig då rördragningen skulle göras.

3.3.5 Värmerör

Beställarens önskemål var att sätta värmerören med fall uppåt hela vägen till akkumulatortanken för att kunna laga en avluftning vid högsta punkten. Luft i vattenburna system orsakar problem och tryckstötter så därför vill man undvika detta så bra som möjligt. Rören kom jag fram till att skulle placeras ovanför varandra med ett avstånd av 120 mm från centrum-centrum på rören och ett avstånd på minst 60 mm från vägg. Detta för att isolering skulle få plats.

3.4 Dimensionering

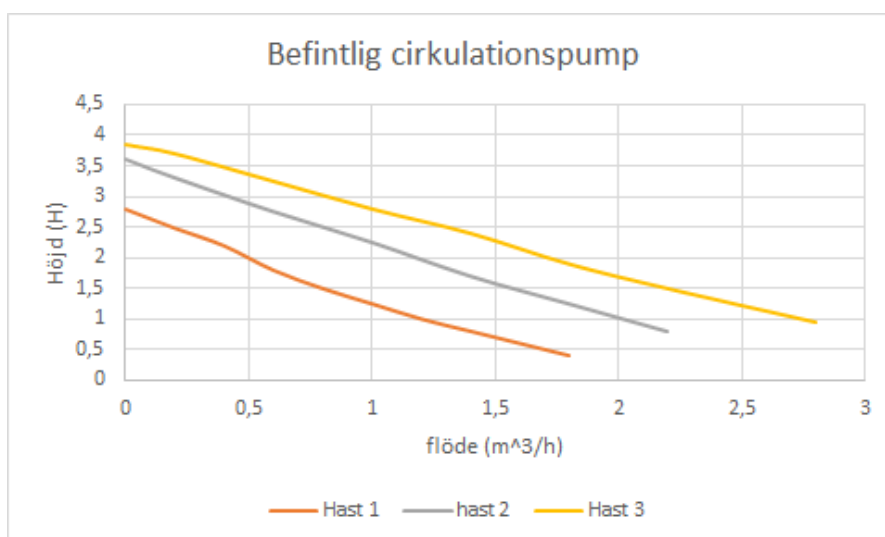
3.4.1 Cirkulationspump

Den befintliga cirkulationspumpen som cirkulerar vatten genom kulverten är av märket Grundfos, se figur 16.



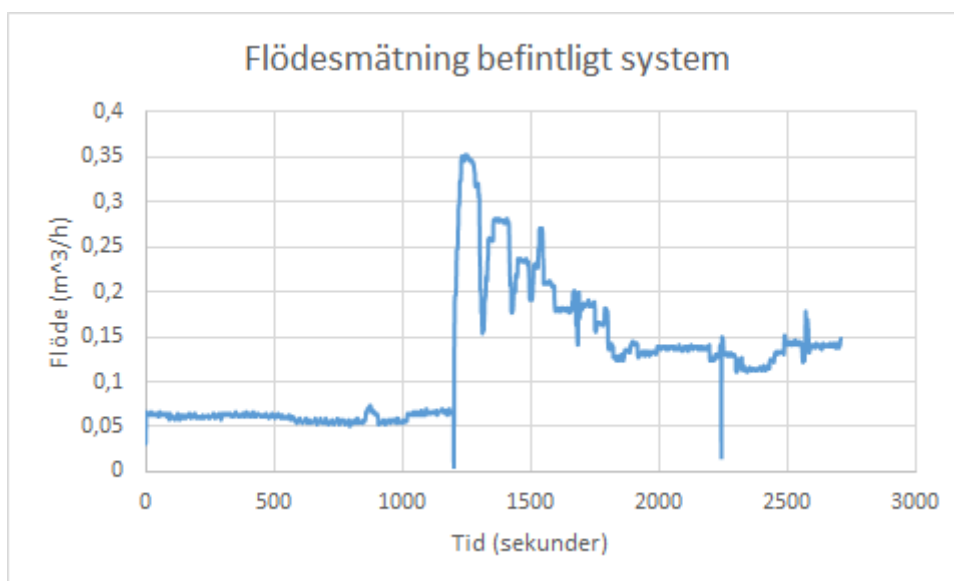
Figur 16. Grundfos cirkulationspump.

Pumpen går att köra på tre olika hastigheter och med hjälp av tillverkarnas hemsida erhöles fullständig driftdata. Jag satte in driftpunkterna i ett diagram, se figur 17 och erhöles följande pumpkurvor:



Figur 17. Pumpkurvor

Utvärderingar gjordes för att se om pumpen skulle klara av att cirkulera vattnet genom hela det nya systemet. För att ta reda på systemkaraktistika för det befintliga systemet använde jag mig av flöden som loggats från mätningen tidigare. Vid tillfället när mätningen utfördes höjde jag börvärdesinställningen till 30 grader Celsius efter ett dygn för att se det maximala flödet i det befintliga systemet. Nedan i Figur 18 kan man se kurvan över flödet som jag fick från mätningen. Där ses också tydligt efter ungefär halva tiden att flödet ökar ordentligt.



Figur 18. flödesmätning av befintligt system.

Det högsta uppmätta flödet på kurvan kan man se att är 0,35 m³/h och eftersom börvärdet var så pass högt ställt antas detta vara maximala flödet i det befintliga systemet med pumpen inställd på hastighet 2.

Med hjälp av pumpkurvan för hastighet 2 i figur 17 och vetskapen av alla flöden fås alla driftpunkter. I detta fall är det intressanta vad pumpen maximalt kan ge så därför ritas bara systemkurvan för det högsta uppmätta flödet som är 0,35 m³/h. De andra punkterna för den kurvan beräknas sedan med hjälp av formeln:

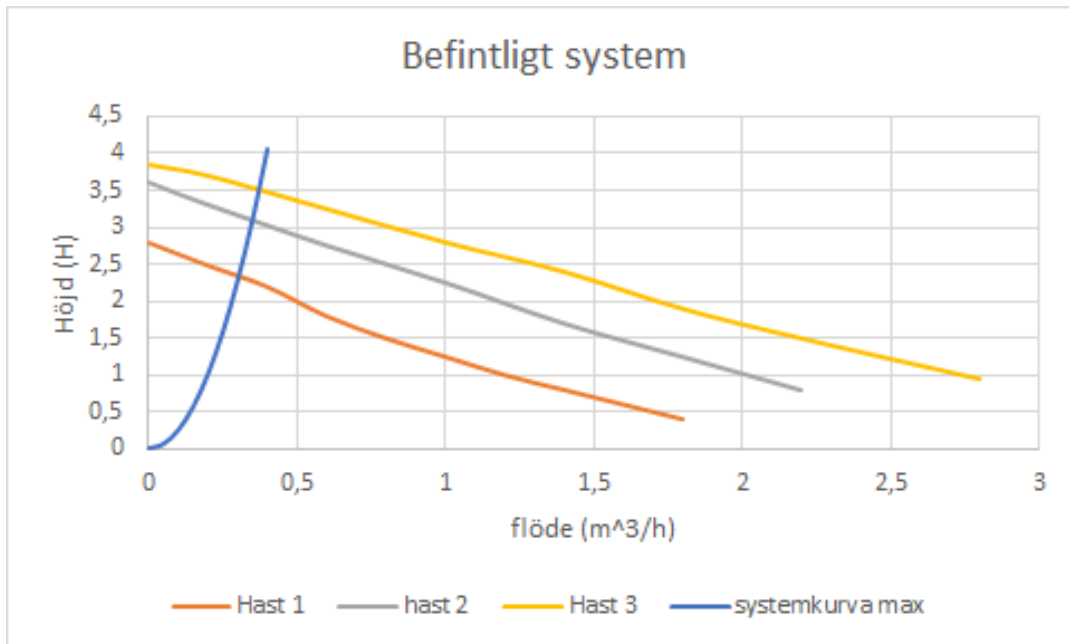
$$Y = K * X^2$$

Y är i detta fall höjden och X är flödet och eftersom man vet vad de är utifrån driftpunkten så kan K beräknas. K blir ett konstant värde och sedan genom att sätta in olika värden för X, alltså olika flöden, fås då Y (höjden) vid varje flöde. Se tabell 2 nedan:

K	25,31
Flöde (m ³ /h)	Höjd (H)
0	0
0,05	0,06
0,1	0,25
0,15	0,57
0,2	1,01
0,25	1,58
0,3	2,28
0,35	3,10
0,4	4,05
0,45	5,12
0,5	6,33

Tabell 2. Data för systemkurva.

Utifrån data i tabell 2 ovan kan sedan systemkurvan ritas upp, Se figur 19 nedan:



Figur 19. maximala flödet för befintligt system.

Man kan se att maximala höjden pumpen kan ge är 3,5 m vid ett flöde på 0,4 m³/h i det befintliga systemet med pumpen inställd på hastighet 3. När nya systemet kopplas till kan man se att den befintliga cirkulationspumpen inte kommer klara av det.

3.4.2 Val av rör

När jag skulle bestämma rördiameterna använde jag mig av formeln

$$d = ((V * 4)/(C * \pi))^{0,5}$$

Där V står för volymflödet där jag räknat med det maximala flödet cirkulationspumpen i Pannan klarar av, vilket är 4,8 m³/h, C för strömningshastigheten. Då kom jag fram till att lämplig rördimension skulle vara 35 mm. Beställaren hade som önskemål att det skulle vara elförzinkat stålrör. För att inte rördragningen skulle vara så tidskrävande togs beslutet att använda sig av Mapress rördelar (se figur 20). Detta var inte så betydelsefullt mycket dyrare då beställaren redan hade tången som skulle användas. Tack vare beställarens rabatter var Ahlsell billigaste alternativet att införskaffa rör, rördelar och isolering från.



Figur 20. Mapress rörskarv (Ahlsell 2020).

3.4.3 Expansionskärl

Storleken på expansionskärlet är beroende av temperaturen man kommer ha på vattnet i systemet. På detta system kan temperaturerna variera mycket då man på pannan kommer kunna ställa in exakt vilka temperaturer man vill att pannan ska starta och stoppa vid. Rekommendationerna för dimensionering av expansionskärl för vedeldat system är att volymen skall motsvara ungefär 10% av systemets totala vätskevolym: (Flamcogroup 2015). Ackumulatortankens volym känner vi till att är 1900 liter och pannans volym är 117 liter. Rörens totala volym beräknas med formeln:

$$V = r^2 * \pi * L$$

Då fås att volymen som rören rymmer är = 48,3 liter vilket då blir att volymen på expansionskärlet måste vara $0,1*(1900+117+48,3)= 206$ liter.

För att noggrannare kontrollera hur stort expansionskärlet skulle behöva vara gjordes beräkningar enligt nedan (armatec.com).

För att beräkna systemets förtryck behövde först systemets statiska höjd utredas vilket är höjden från lägsta till högsta punkten i systemet. Detta gjordes med hjälp av att mäta med måttband vilket var 6 meter. Som motsvarar 6 meter vattenpelare. Enheten meter vattenpelare [mVp] är en enhet för tryck och kan översättas till [bar] genom att dividera med 10. För att

säkerställa övertryck i högsta punkten i systemet skall 0,3 bar adderas till det uppmätta trycket. Förtrycket i systemet kan sedan beräknas med följande formel:

$$P_0 = Hst/10 + 0,3 \text{ [bar]}$$

Det gav att systemets förtryck är 0,9 bar. Säkerhetsventilens öppningstryck rekommenderas ställas in på 2 bar för att erhålla bra driftförhållanden. Högsta drifttrycket kan beräknas enligt formeln:

$$P_e = P_0 * (2 + Hst/10) \text{ [bar]}$$

Det ger att systemets högsta drifttryck är 2,34 bar. Vattnets volymutvidgning kan beräknas med följande formel:

$$V_e = (3,9 * 10^{-4} * t^2 + 0,31) * V / 100 \text{ [Liter]}$$

t betyder temperaturen och i detta fall kommer jag räkna med 85 grader Celsius för att det är högsta temperaturen man kommer använda i detta system. V står för den totala vattenvolymen i systemet som är 2065,3 liter. Genom att sätta in det i ovanstående formel fås att vattnets volymutvidgning är 64,6 liter. Möjliga vattenförluster (V_{wr}) är 0,5% av totala vattenvolymen eller max 3 liter. $0,005 * 2065,3 = 10,3$ Liter så i det här fallet används 3 liter volymutvidgning i beräkningarna.

Med all denna data kan man sedan beräkna minsta erforderliga volym på expansionskärlet med följande formel:

$$V_{exp} = ((V_e + V_{wr}) * (P_e + 1)) / (P_e - P_0)$$

När man sätter in värden enligt ovanstående formel fås att expansionskärlets minsta erforderliga volym är 156,8 liter. I Tabell 3 nedan kan man se beräkningarna som är gjorda enligt formlerna:

vatten volym					
Panna	117	Liter	Hst	6	mVp
ackumulatortank	1900	Liter	P0	0,9	bar
rörssystem	48,3	Liter	Pe	2,3	bar
Totalt	2065,3	Liter	Ve	64,6	Liter
			Vwr	3	Liter
max temp	85	grader	Vexp	156,8	Liter

Tabell 3. beräkningar av storlek på expansionskärl.

Beställarens önskemål var att det skulle vara lite större än vad som behövdes just nu för att klara eventuella framtida behov. På basen av det och mina uträkningar togs ett gemensamt beslut att välja ett 200 liters expansionskärl. Tack vare beställarens rabatter var billigaste alternativet att införskaffa det från Ahlsell. Dess driftdata var 200 liter, 1,5 bar max tryck i luftböllan och 6 bar max tryck i systemet, (se figur 21).

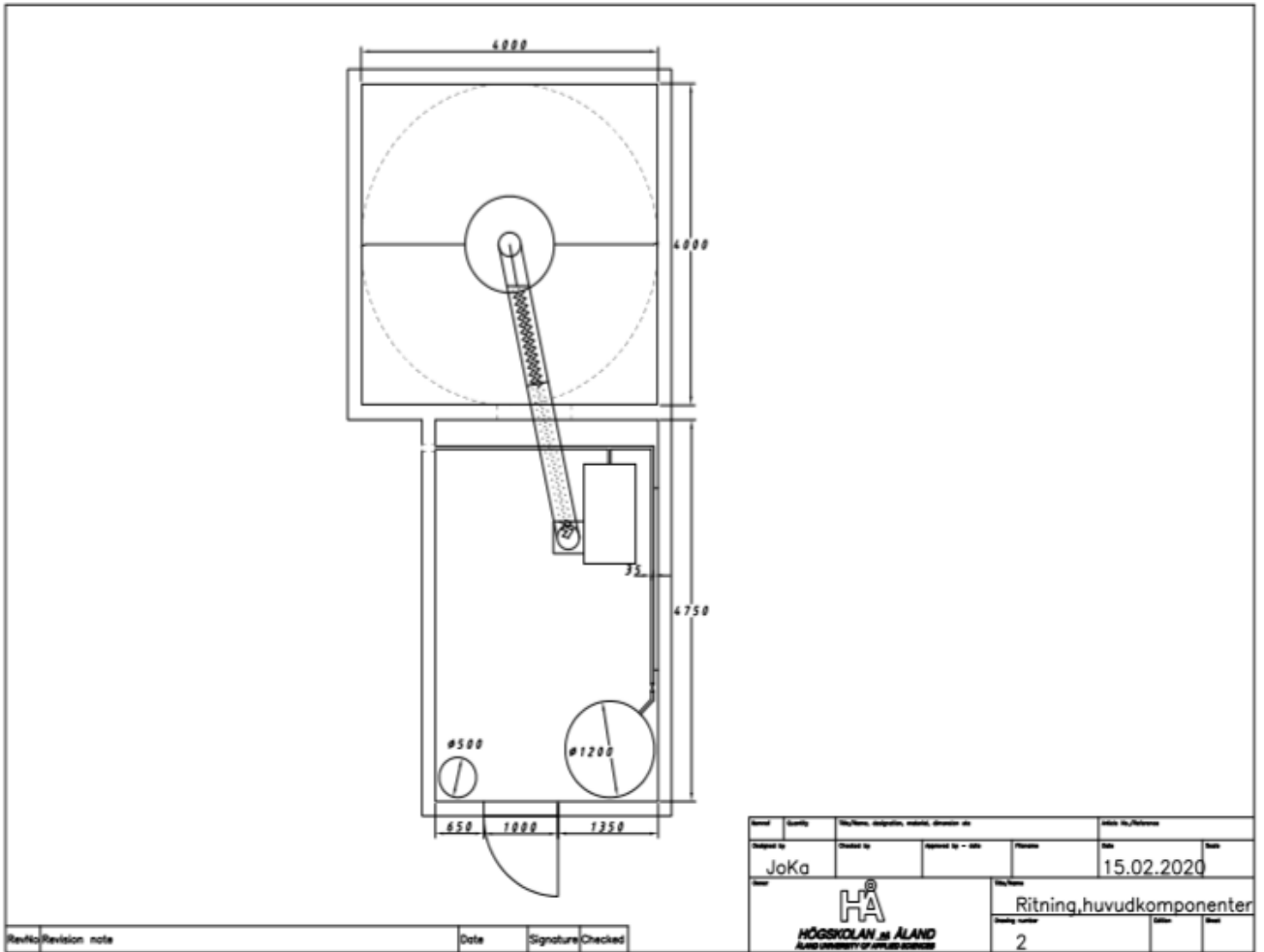


Figur 21. Expansionskärlet som införskaffades

3.5 Ritningar

3.5.1 Ritning över huvudkomponenter

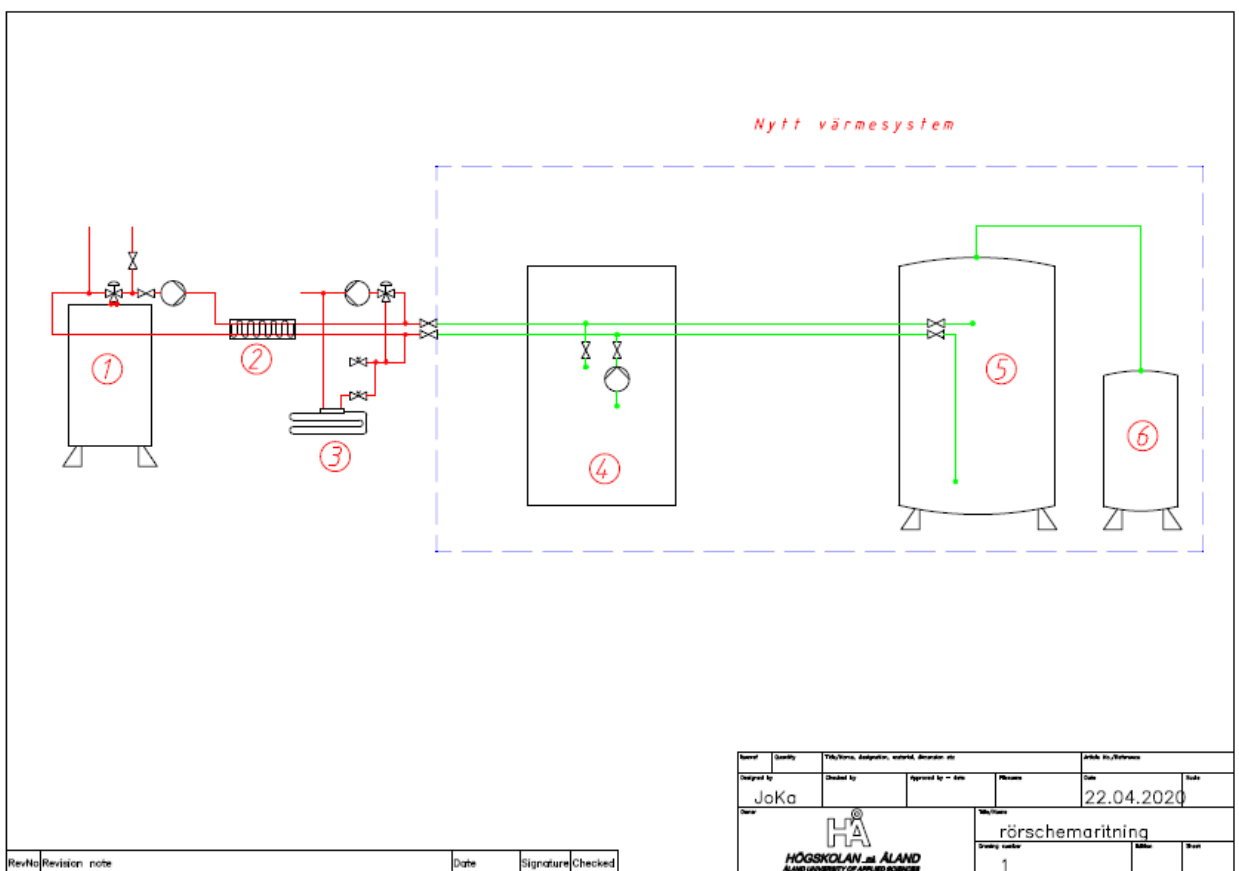
När jag bestämt ungefär var och hur komponenterna skulle placeras gjorde jag en ritning i AutoCAD. Först ritade jag upp väggarna så som det såg ut med exakta mått. Sedan kunde jag placera ut komponenterna så som planerat. Det viktigaste var att skruvens vinkelväxel blev exakt i mitten och att lutningen på skruven blev minst 6 grader. (se ritning figur 22)



Figur 22. ritning över huvudkomponenter.

3.5.2 Rörschemaritning

Värmerören ritades med ordentligt fall (10 mm/ m). Kallvattenröret ritades rakt utan fall ovanför värmerören. Kallvattenröret var det som hade flest avstick för att i detta skede samtidigt dra kallvatten upp till verkstaden, kallvatten till pannrummet och fast anslutning till ackumulatortanken. Måtten på ritningen utgick ifrån att golven i garaget och pannrummet var exakt i samma nivå och helt raka. Detta kontrollerades senare med laser och det upptäcktes att så var inte fallet. Måtten i ritningen var noga då hål genom betongväggen skulle göras för att dra rören genom (se ritningen i figur 23)



Figur 23. rörschemaritning

- 1, Jämä oljepanna
- 2, Kulvert
- 3, reglerdon golvvärme
- 4, Eta Flispanna
- 5, Ackumulatortank

3.6 Säkerhet

3.6.1 Brandfarligt material

Brandrisken är en viktig sak som måste tas i beaktande. I ett pannrum vill man ha så lite brandfarligt material som möjligt ifall det skulle bli brand. När rör genomföringarna genom betongväggarna skulle göras var det tvunget att fundera på vad man skulle sätta runt rören så att inte brand skulle kunna spridas till andra delar av byggnaden. Väggen som rören skulle dras genom betong från båda sidor och i mitten styrox som isolering. Om brand skulle nå isoleringen i väggen skulle risken finnas att all isolering brinner upp vilket orsakar en oisolerad betongvägg. Efter konsultation av brandchefen på räddningsverket och försäkringsansvarig på Ålands ömsesidiga försäkringsbolag kunde man komma med lösningen att sätta brandtåligt skum (se figur 24) runt rören efter att avlägsnat 50 mm isolering runt om borrarde hålet i betongen. En annan lösning skulle varit att gjuta betong runt rören men det ansågs vara mera tidskrävande och svårare.



Figur 24. Casco brandskum (Casco 2020)

3.6.2 Brandsläckningsutrustning

För att förhindra brand i pannrummet eller flislagret togs beslutet att installera någon slags fast brandsläckningsutrustning. Eftersom pannan mer eller mindre skall sköta sig själv ville beställaren också ha en fast brandsläckningsutrustning som skulle lösa ut vid eventuell brand. Sprinkler var ett enkelt alternativ då vatten ändå skulle dras. Strömningshastigheten som behövdes för att det skulle bildas ordentlig vattendimma var 1,5 m/s. Volymflödet uppmättes med skolans flexim mätare till 16 l/min med avstängningsventilen fullt öppen och vattnet fritt kunde flöda ut. Mätningen gjordes på röret där avstick för sprinkler skulle göras. Dimensionsberäkningar gjordes med formeln:

$$d = ((V * 4)/(C * \pi))^{0,5}$$

Jag kom fram till att 15 mm rör skulle vara lämpligt. Dysor av modell Uponor införskaffades (se figur 25 nedan)



Figur 25. Sprinklerdysa (Uponor 2013).

4.PRAKTISKT ARBETE

Då ritningarna var klara fick jag fram höjderna var rören skulle gå genom väggen och borrade då 85 mm hål genom väggen för att få plats med brandskum runt om. I mitten av hålen fanns isolering som det skulle tas bort 50 mm av runt om enligt överenskommelse med försäkringsansvarig, (se figur 26).



Figur 26. Hålet genom väggen, borttagande av isolering.

Efter att dom beställda värmerören kommit från Ahlsell började jag montera värmerören på garageväggen. Från den uppgjorda rörschemaritningen fick jag fram alla mått som behövdes. Lämpligt klammeravstånd var mellan 1400-2000 mm. Eftersom det var tunnväggiga elförzinkade rör var dom väldigt lätta och därför beslutade jag att sätta max klammeravstånd det vill säga 2000 mm för att underlätta isoleringsarbetet. Rören applicerades ovanför varandra (se figur 27) med avståndet 120 mm från centrum - centrum. Klamrarna som också beställdes från Ahlsell var Ergofast rörklammer som tålde temperaturer upp till 100 grader. Dessa var också justerbara så att man kunde välja rörens avstånd från väggen.



Figur 27. Rörklammer.

Först monterades alla klamrar på väggen genom att borra med betongborr och sätta dit pluggar där gängstängerna till klamrarna kunde fästas. Rören provmonterades sedan löst i klamrarna (se figur 28) för att kontrollera passningen förrän skarvarna klämdes ihop. Viktigt var att ta bort eventuella grader i rörändarna för att inte skada o-ringarna i skarvarna.



Figur 28. Upphängning av värmerören.

För att kunna ta bort byggställningen jag använt mig av isolerade jag rören direkt efter upphängningen. Isoleringen lämnades lös vid skarvarna för att kunna ta bort och kontrollera tätheten vid provtryckning. Isoleringen jag använde mig av var bergull med aluminiumbeklädnad och för att skarva isoleringen använde jag aluminiumtape (se figur 29).



Figur 29. Aluminiumarmerad rörisolering.

Rördragning i flislagret var nästa steg då det ännu var lätt att arbeta där förrän skruven monterades. Ett hål borrades genom betongväggen mellan pannrummet och flislagret där vattenröret till sprinklern kunde dras. Laser uppsattes för att få raka streck där klamrarna till

sprinklerrören skulle monteras i taket. Även här användes Mapress rördelar fast i syrafast material. Detta för att förhindra korrosion då det bara befinner sig stillastående kallvatten i rörledningarna. Dysorna fördelades i taket för att täcka så stort område av flislagret som möjligt (se figur 30)



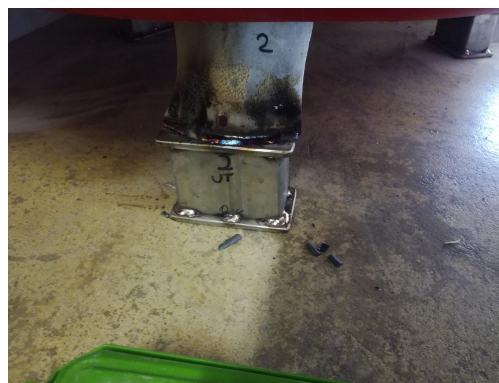
Figur 30. Sprinklermontering i flislagret.

Eftersom beslutet togs att höja upp tanken så var det tvunget att ordna lyftanordning med talja i taket för att kunna lyfta med. Detta var en utmaning då det inte fanns mycket utrymme mellan toppen på tanken och taket. Med hjälp av en riktigt liten block talja var det möjligt att få upp tanken 104 mm vilket precis räckte till. (se figur 31)



Figur 31. Upphöjning av ackumulatortank.

Efter att beräknat kraften som blir på fötterna gjordes dom i fyrkantsprofil med ett 10 mm plattjärn svetsat på vardera ända. Detta gjordes i syrafast material för att förhindra korrosion vid spolning eller annat på golvet. Först tillverkades distanserna i verkstaden sedan placerades dom under tankens fötter för att prova om den stod rak. Lite avslipning och justering var tvunget förrän den stod helt rak. Därefter kunde distanserna svetsas fast i tankens fötter på plats, (se figur 32).



Figur 32. Distanserna under ackumulatortanken.

Efter att studerat ritningen kunde jag snabbt konstatera att det blir väldigt trångt och svåråtkomligt på väggarna efter att pannan och skruven monteras. Därför satte jag färdigt rörklamrarna på väggarna hela vägen till tanken på samma sätt som i garaget (se figur 33). Rören kunde jag dock inte sätta fast ordentligt förrän pannan var på plats.



Figur 33. Rördragning ovanför pannan.

Nästa steg var att ställa pannan där jag kommit fram till att den skulle stå utifrån ritningen. på grund av att golvet hade fall till golvbrunnen behövdes stora justeringar för att få den att stå rak. På pannan var två u-balkar som skulle vila mot golvet. Jag bestämde mig för att sätta en skruv i varje hörn för att kunna få exakt justering tills pannan var rak (se figur 34).



Figur 34. Fötter till pannan för att justera den rak.

Matarskruven var delad på flera ställen för att inte ta så stor plats vid transporten. Manual fanns med hur den skulle monteras ihop. I skarvarna skulle det sättas en tätningsskiva och sedan dras ihop med fyra skruvar. Vinkelväxeln (figur 35) skulle sättas fast i betonggolvet med två expanderskruvar. Själva matarskruven hade splines i änden på axeln som skulle tryckas in i motsvarande på vinkelväxeln.



Figur 35. Vinkelväxeln.

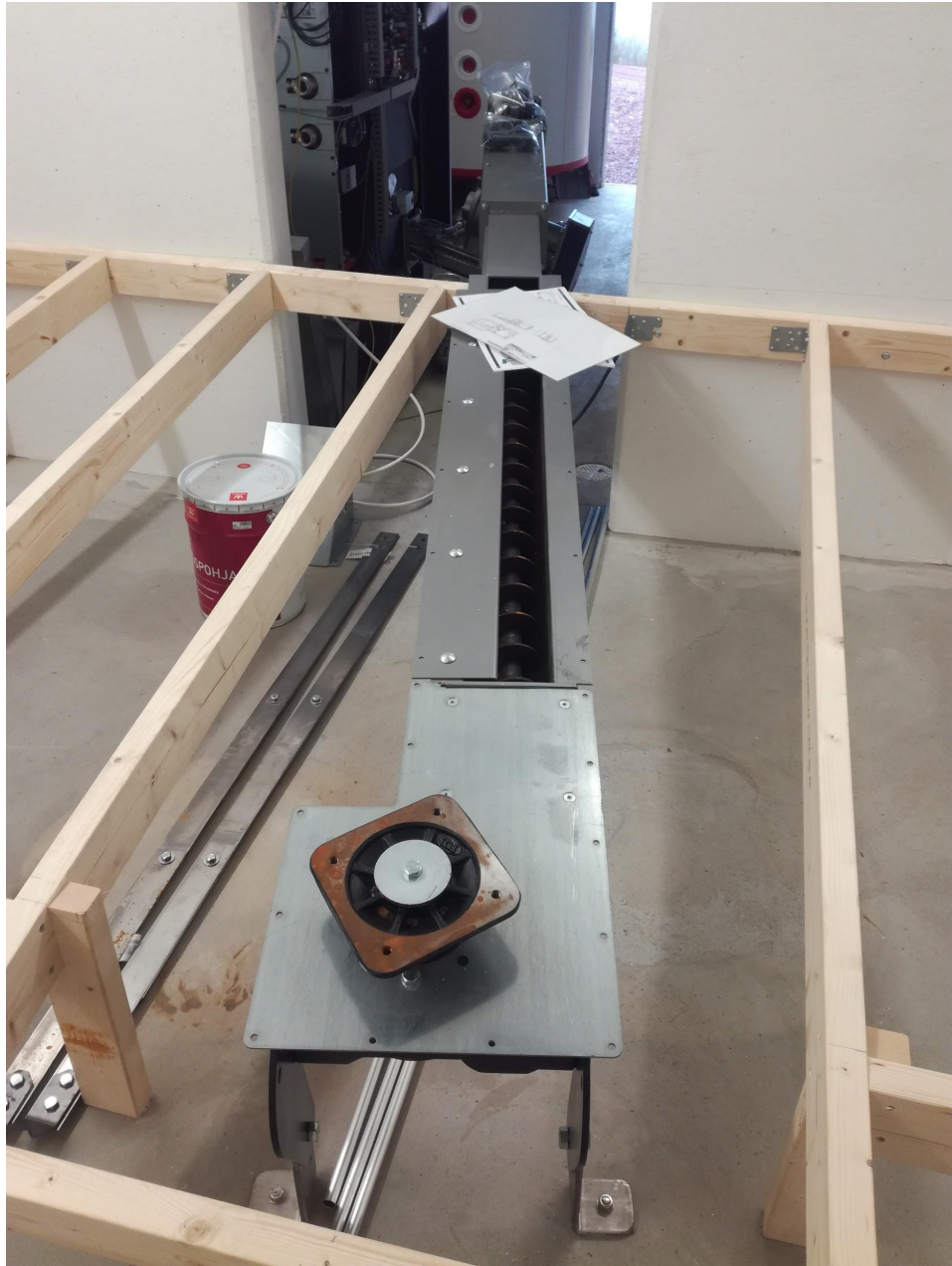
När ihopmonteringen var klar var det viktigt att försöka få vinkelväxeln exakt i mitten på flislagret. Det gjorde jag genom att använda mig av två lasrar som ställdes in diagonalt över rummet från hörn till hörn. På så sätt fick jag fram att mitten var där lasrarna korsade varandra. Jag upptäckte dock att förlängning måste göras på benen till vinkelväxeln för att få den i lämplig höjd. Dessa gjordes i syrafast material för att förhindra korrosion. (se figur 36)



Figur 36. Förlängningsben på vinkelväxeln

Ovanpå betonggolvet i flislagret skulle lagas ett snett golv med samma lutning som skruven för att skrap fjädrarna skulle få tag på allt. Golvet skulle lagas av faner skivor, men för att den konstruktionen skulle hålla krävdes ramverk under vilket krävde 100 mm utrymme. Därför behövde vinkelväxeln höjas upp mera än vad leverantörerna räknat med.

När vinkeln växeln var på sin exakta plats krävdes några millimeters flytt av pannan för att få det att passa helt och hållet. Felmarginalen som uppkom var för att vinkelväxeln var tvungen att höjas vilket gjorde att lutningsvinkeln minskade och matarskruvens ända kom aningen längre ut i pannrummet än tänkt. Övriga komponenter kunde sedan monteras på plats enligt instruktionsboken. se figur 37



Figur 37. Skruven och pannan på sina platser.

5. RESULTAT

Installationsarbetet gick som planerat och blev mycket bra. Komponenterna blev logiskt placerade för att få så lätt åtkomligt och servicevänligt system som möjligt. Anläggningen har inte kunnat testköras ännu då det saknas vissa delar som inte hörde till mitt uppdrag att utföra. Rörledningarna kunde provtryckas och matarskruven kunde rotera som planerat. Beställaren var nöjd med arbetet och allt utfördes enligt försäljarens direktiv. Se pannans och skruvens uppställning (figur 38).



Figur 38. Skruven och pannan monterade.

6 SLUTSATS

Jag anser min uppgift av arbetet vara mycket lyckad. Alla beställarens önskemål är uppfyllda och alla planer jag gjort upp är genomförda. Systemet kan konstateras vara mycket lönsamt då det är intjänat efter tio år. Dessutom är det väldigt miljövänligt då det inte släpper ut mera CO₂ än vad skogen upptagit vid dess uppväxt.

Planeringsarbetet tog mycket längre tid än vad jag kunnat föreställa mig fast det praktiska arbetet gick snabbt istället när man hade allt planerat i detalj. Att välja ett arbete med praktiskt utförande ångrar jag inte då det gav en väldigt bra insikt i hur systemet ser ut och fungerar. Räkner man arbetstimmar skulle det nog varit bättre att hålla sig till ett teoretiskt projekteringsarbete.

Efter att analyserat energiförbrukningen kan konstateras att förbrukningen kommer vara mycket liten på sommarhalvåret. Installation av solfångare skulle troligen täcka största delen av behovet på sommaren.

KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING

Alvarez, H. (1990). *EnergiTeknik 3*. Lund: Studentlitteratur.

Ahlsell. (2020). *Försäljning*. Hämtat från: <https://www.ahlsell.se/sortiment/>

Casco. (2020). *Brandskum*. Hämtat från:

<https://www.casco.eu/se/casco-produkter/?pc=408&p=2946>

Dahlin, P. (2019). *ETA Finland*. Information angående installationen.

Dimensionera. (2018). *Vattnets egenskaper*. Hämtat från:

<https://www.dimensionera.se/materialegenskaper/vatten.php#>

EtaFinland. (2020). *Flispanna*. Hämtat från: <http://etafinland.fi/sv/produkter/flispanna/>

Gustafsson, B. (2019). *Dykbolaget Ab*. Information angående installationen.

Jansson, M. (2020). *Ålands ömsesidiga försäkringsbolag*. Information om direktiv.

Jensen, L. (2006). *Sprinkler*. Dimensionering. Hämtat från:

www.hvac.lth.se/fileadmin/hvac/files/TVIT-7000pdf/TVIT-7008LJ.pdf

Lindström, P. (2020). *Ålands skogsindustrier*. Hörande gällande pris på flis.

Löfgren, B-E. (1997). *Akkumulatortank*. Artikel Bioenergi. Hämtat från:

www.novator.se/bioenergy/BE9802/acku.html

Mattsson, T. (2019). *Ålands branddistrikt*. Information gällande brandsäkerhet.

Pumpportalen. (2020). *Pumptyper*. Funktion och beräkningar. Hämtat från:

<https://www.pumpportalen.se/pumphandboken/11-2-rorstromningsforlustor/>

Uponor. (2013). *Sprinkler*. VVS handboken-Sprinklerinstallation.

file:///C:/Users/johnk/Downloads/VVS_Handboken_Sprinkler_Edition2_low.pdf

Grundfos.

<https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?custid=GMA&productnumber=96281384&qcid=1056980706>

Reflex engineering (2020). *Expansionskärl*. Hämtat från:

<http://www.reflexengineering.org/files/dimensionering-av-expansionsk%C3%A4rl.pdf>

Wikipedia (2020). *Expansionskärl*. Hämtat från:

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Expansionsk%C3%A4rl>

Invest living (2021). *Expansionskärl*. Hämtat från:

<https://www.investliving.se/support/service---anvandarmanualer/tankar/multifunktionstank-mft-300/>

Flamcogroup (2015). *Expansionskärl*. Hämtat från:

https://flamcogroup.com/media/files/documentation/doc_swe_h1_2015.pdf

Armatec (2020). *Expansionskärl*. Hämtat från:

https://www.armatec.com/sv/koncept/tryckhallning_expansion/kunskap/kunskapsguide-tryckhallning-expansion/

BILAGOR

BILAGOR	50
Bilaga 1	51
1.1 Data över gamla oljepannan	51
1.2 Data över nya flispannan	52
1.3 Data över cirkulationspumpen i nya pannan	53
1.4 Data över ackumulatortanken	54
1.5 data över expansionskärlet	55
Bilaga 2	56
2.1 Dimensions beräkningar	57
2.2 Ekonomisk kalkyl	57
Bilaga 3	58
3.1 Temperaturdiagram från mätningar	58
Bilaga 4. Rör schemaritning	

Bilaga 1

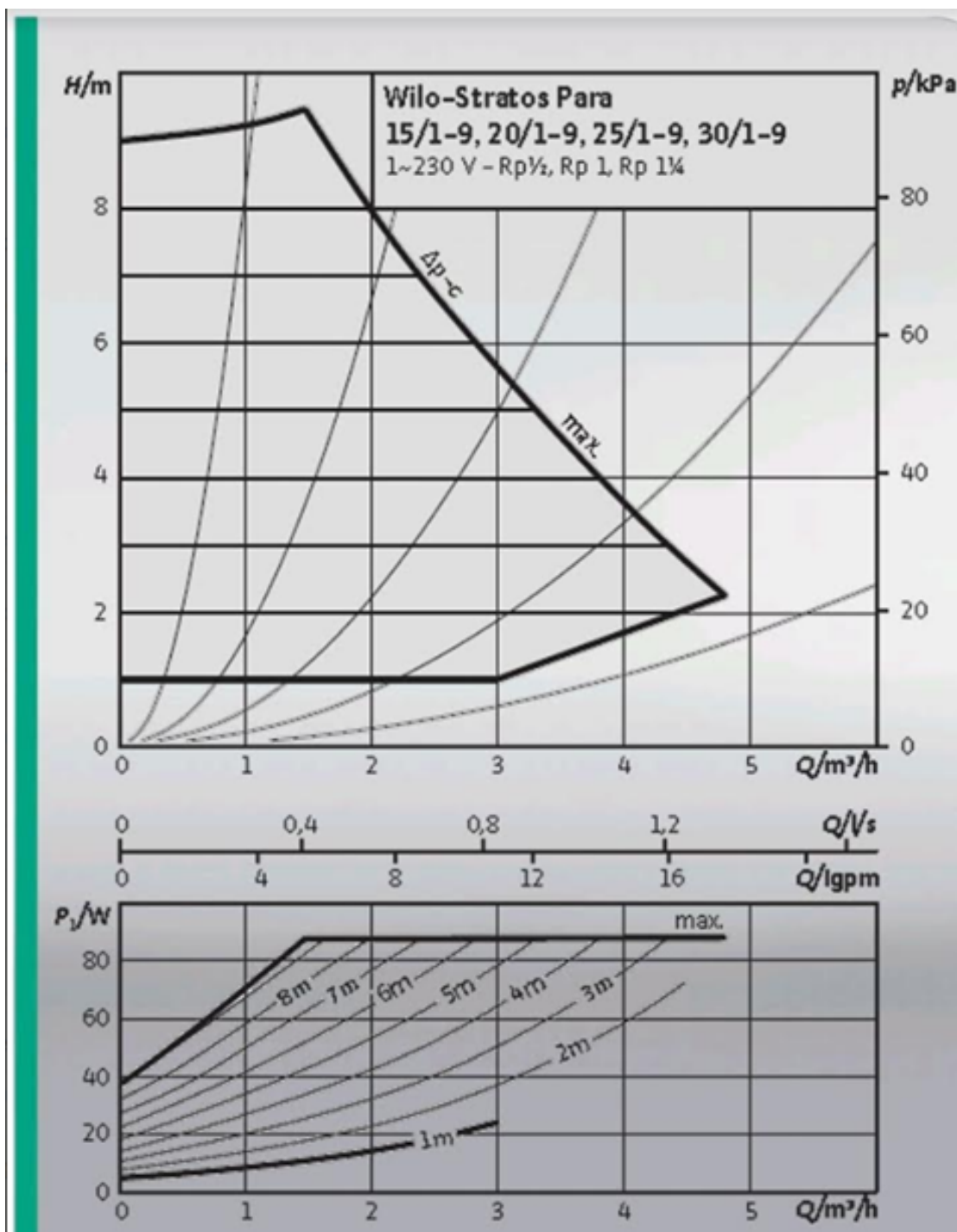
1.1 Data över gamla oljepannan



1.2 Data över nya flispannan



1.3 Data över cirkulationspumpen i nya pannan



1.4 Data över ackumulatortanken

AKVA PRO 1500			
Valm.nro Tillv.nr. Manuf. no.	1023371	Vuosi År Year	2018
Kierukat Batteriberedare Coils	LK MAX+AUR12		
	Säiliö Tank Vessel		Kierukka Batteriberedare Coil
Max. lämpötila Max. temp.	110	°C	110
Min. lämpötila Min. temp.	0	°C	0
Max. käyttöpaine Max. tryk Max. pressure	0,3	MPa	1,0
Tilavuus Volym Volume	1900	L	

 Kaukora Oy
Tuotekatu 11
21200 RAISIO, FINLAND

Tel. +358-2-4374 600
kaukora@kaukora.fi
www.kaukora.fi

1.5 data över expansionskärlet



Bilaga 2

2.1 Dimensions beräkningar

Given data							
effekt	P	50	kW				
volymflöde	V	1,319444444	l/s				
strömningshastighet	C	1,37	m/s				
Längd		25	m				
höjdskillnad	h	0,25	m				$d = \left(\frac{V * 4}{C * \pi} \right)^{0,5}$
		0,001319444	m ³ /s				
max flöde		4,75	m ³ /h				
		79,16666667	l/min				
diameter		0,035026798	m	35,0268	mm		
dimensionerar då upp till 35 mm		0,35					
motstånd							
rostfria rör		0,045					
Tstycke	1st	0,2					
inloppshylsa	1st	0,05					
böj 45grader	1 st	0,15					
böj 90 grader	1 st	0,2					
ventil	2st	0,2					
summa motstånd		0,845					
tryckförlust		21496,93798	Pa	0,214969	bar		

$$\Delta Pf = (\lambda * \frac{l}{d} + \text{motstånd}) * \frac{c^2}{2} * r \hat{a} h$$

2.2 Ekonomisk kalkyl

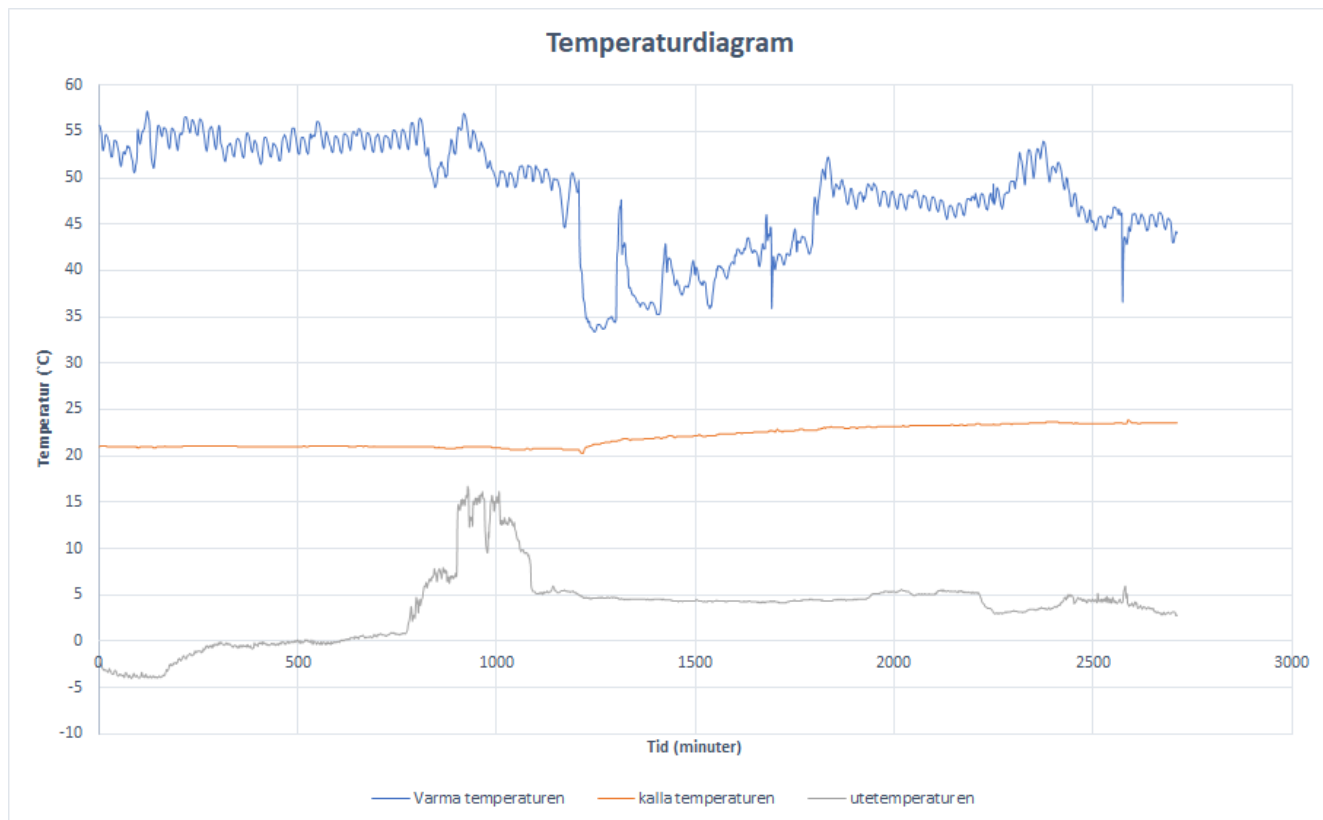
olja konsumtion			Antal år	olja	köpt				egen skog					
					flis(blöt)	inbesparing	flis(torr)	inbesparing	flis(blöt)	inbesparing	flis(torr)	inbesparing		
medelförbrukning	5	m ³ /år												
dagens bränsle pris	0,99	e/liter	1	4950	2270	2680	1540	3410	900	4050	600	4350		
årlig kostnad	4950	euro	5	24750	11350	13400	7700	17050	4500	20250	3000	21750		
verkningsgrad	75	%	10	49500	22700	26800	15400	34100	9000	40500	6000	43500		
Hi	42,9		15	74250	34050	40200	23100	51150	13500	60750	9000	65250		
produktion	0,75	MW/m ³	20	99000	45400	53600	30800	68200	18000	81000	12000	87000		
årligt energi behov	3,75	MW	25	123750	56750	67000	38500	85250	22500	101250	15000	108750		
			30	148500	68100	80400	46200	102300	27000	121500	18000	130500		
					intjänings	15		12		10		9		
Investeringskostnad	40 000													
Panna + övr utrustning	20 000	euro												
pannrum	20 000	euro												
dagens pris på flis	36,5	e/m ³												
frakt	40	e/10m ³												
Flisförbrukning (blöt)	8-12m ³ /m ³ olja	60	m ³ /år											
flisförbrukning (torr)		40	m ³ /år											
årlig kostnad skogsförbund(blöt)		2270	euro											
årlig kostnad skogsförbund(torr)		1540	euro											
pris på endast flisning		5	e/m ³											
transport		200	e/gång											
årlig kostnad egen skog(blöt)		900	euro											
årlig kostnad egen skog(torr)		600	euro											

KOSTNADSKALKYL

Legend:
■ olja kostnad
■ köpt flis
■ flis från egen skog
■ inbesparing (köpt flis)
■ inbesparing (egen skog)

Bilaga 3

3.1 Temperaturdiagram från mätningar



Bilaga 4. Rör schemaritning

