

Kyrre Classon

# Analyse og feilsøking av oppvarmingsanlegget til en privat enebolig

## /Analysis and Troubleshooting of the Heating System belonging to a Private Residence.

Bacheloroppgave i Maskiningeniør

Veileder: Dag Rune Stensaas

Juni 2021



Kyrre Classon

# **Analyse og feilsøking av oppvarmingsanlegget til en privat enebolig**

## **/Analysis and Troubleshooting of the Heating System belonging to a Private Residence.**

Bacheloroppgave i Maskiningeniør  
Veileder: Dag Rune Stensaas  
Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for maskinteknikk og produksjon



Norwegian University of  
Science and Technology







## RAPPORT BACHELOROPPGAVEN

Tittel (Både på norsk og engelsk kreves)

Analyse og feilsøking av oppvarmingsanlegget til en privat enebolig

/Analysis and Troubleshooting of the Heating System belonging to a Private Residence.

Prosjektnr:

**EPT-V-21-05**

Forfatter:

Kyrre Classon

Oppdragsgivere eksternt:

Asbjørn Osnes og Hans Osnes

Veileder internt:

Dag Rune Stensaas

Rapporten er ÅPEN/~~LUKKET~~

Dato levert:

15.06.21

Kort sammendrag/ Short summary:

En enebolig har et varmeanlegg som ikke fungerer ifølge huseier. Det har derfor blitt utarbeidet en årsaksrapport og kommet med eventuelle forbedringsforslag. Dette er gjort ved hjelp av en kartleggingsprosess av varmeanlegget tilhørende boligen.

Det har tidligere vært innleide firmaer som ikke har klart å finne noen årsak til problemet. Eneste løsningen de har er å bytte ut hele anlegget.

/A residence has a heating system that does not work according to the homeowner. A cause report has therefore been prepared and suggestions for improvements have been made. This is done by means of a mapping process of the heating system belonging to the residence. There have previously been hired companies that are unable to find any cause of the problem. There only solution is to replace the entire heating system.

Stikkord:	Keywords:
Varmeanlegg (enebolig)	Heating System (Residence)
Kartleggingsprosess	Mapping process
Årsaks rapport	Cause report
Forbedringsforslag	Suggestions for improvement
CTC EcoAir 110	CTC EcoAir 110
CTC EcoEl	CTC EcoEl

## Forord

Denne bacheloroppgaven er gjennomført våren 2021 av Kyrre Classon og er skrevet i forbindelse med faget TMAS3001. Oppgaven er skrevet som en avsluttende oppgave for studiet Maskiningeniør med fordypning i VVS-teknikk ved NTNU, Trondheim.

Bacheloroppgaven omhandler et oppvarmingsanlegg i en enebolig på Byåsen, Trondheim. Oppgaven er skrevet i samarbeid med huseier Hans Osnes og Asbjørn Osnes som er huseier sin sønn. Jeg ønsker å rette en stor takk til veileder Dag Rune Stensaas og studieprogramleder Anna Olsen. Jeg ønsker å takke Hans Osnes for å få tilgang til hans hjem og Asbjørn Osnes for hjelp og informasjon rundt det installerte anlegget. Jeg ønsker i tillegg å takke Tore Kristian Eliassen for gode samtaler og veiledning.

## Oppgavebeskrivelse

Fokuset til oppgaven er å undersøke det eksisterende varmeanlegget tilhørende en enebolig på Byåsen, Trondheim. Anlegget har blitt kartlagt, det har blitt undersøkt hva som kan være årsaken til økningen i strømforbruk og hva som eventuelt kan gjøres for å forbedre dagens situasjon. Varmeanlegget som er installert ved boligen er satt sammen av CTC EcoAir 110 og CTC EcoEl 1550.



## Sammendrag

En bolig på Byåsen (Trondheim) har et luft-vannvarmeanlegg som ikke har fungert etter eiers forståelse. Problemene begynte årsskifte 2018-2019 da huseier la merke en økning av energiforbruket på boligen, og han finner etter kort tid ut at selve luft til vann varmpumpen ikke gikk. Firmaet som installerte anlegget i 2013 klarer ikke å finne ut hva feilen kan være. Huseier leier så inn to andre firmaer for å se på anlegget, men begge disse klarer heller ikke å finne ut av hvorfor problemet oppstod. Det blir også sagt til huseier at hele anlegget bare burde byttes ut.

Ved befaringer finner jeg ut at det er aktive alarmer på anlegget, jeg klarer heller ikke å omstarte disse. Anlegget blir så godt igjennom ved hjelp av forvaltning-, drift- og vedlikeholds-dokumentasjon (FDV-dokumentasjon) utgitt av anleggets produsent CTC. Det blir sett på både de aktive og de uaktiverede alarmene. Hvor alle uaktiverede alarmene blir utelukket gjennom gransking eller undersøkt mer grunnet hvis de kan ha noen sammenheng med de aktive alarmene. Det blir konstatert med at det må ses nærmere på alarmen Fasefølgefeil, da denne kan være grunnen til at varmpumpen ikke fungerer.

Gjennom kartlegging, årsaksanalyser og egne vurderinger under befaringer så kommer oppgaven fram til at det må utføres forbedringer på anlegget. Det er kommet med tre forbedringsforslag og disse dreier seg om:

- 1 – Få servicebedrift til å se på alarmen fasefølgefeil og deretter prøve å fikse det anlegget som allerede er installert ved eneboligen.
- 2 – Bytte til nytt luft til vann anlegg, altså gå til innkjøp av samme modeller bare nyere versjoner. Her er det snakk om en ganske høy investeringskostnad. Men dette kan i løpet av varmpumpens levetid tilbakebetale kostnadene for både det nye og det gamle anlegget hvis vi bruker de forutsetninger og beregninger som ble brukt ved installasjon av det første varmpumpe anlegget.
- 3 – Bytte til nytt luft til luft anlegg. Ved å gå til innkjøp av en hoved-utedel med tre tilkoblede innedeler vil det kunne gi en god fordeling av varmluft slikt at alle deler av huset blir varmet opp. Ved en slik løsning vil det også være nødvendig å gå til innkjøp av en varmtvannsbereider som står for oppvarming av forbruksvannet. Løsning 2 og 3 vil være nedbetalt på en cirka like så lang tid, men løsning 3 vil bruke mange flere år hvis den skal ha muligheten til å betale ned investeringskostnaden fra det gamle anlegget.

Det positive ved luft til luft er at det også kan brukes til kjøling ved varme sommerdager.

## /Abstract

A residence at Byåsen (Trondheim) has an air to water heating system that has not worked according to the owner's understanding. The problems began at the turn of the year 2018-2019 when the homeowner noticed an increase in energy consumption on the home, and he soon finds out that the air to water heat pump itself did not work. The company that installed the plant in 2013 is unable to find out what the fault may be. The homeowner then hires two other companies to look at the facility, but both are also unable to find out why the problem arose. It is also said to the homeowner that the entire facility should only be replaced.

During inspections, I find that there are active alarms on the system, but I cannot restart these. The heat system is then inspected by means of management, operation and maintenance documentation (MOM-documentation) issued by the heat system manufacturer CTC. Both the active and the inactivated alarms are looked at. Where all inactivated alarms are excluded through investigation or investigated further due to whether they may have any connection with the active alarms. It is stated that the alarm-Phase sequency-error must be looked at more closely, as this may be the reason why the heat pump does not work.

Through mapping process, cause analyzes and own assessments during inspections, the task concludes that improvements must be made to the heating system. Three improvement proposals have been made and these are:

- 1 - Have the service company look at the alarm-Phase sequency-error and then try to fix the system that is already installed at the residence.
- 2 - Switch to new air to water systems, thus go to the purchase of the same models only newer versions. This has a fairly high investment cost. However, during the life of the heat pump, this can reimburse the costs for both the new and the old system if we use the assumptions and calculations that were used when installing the first heat pump system.
- 3 - Switching to new air to air system. By purchasing a main outdoor unit with three connected indoor units, it will be possible to give a good distribution of hot air such that all parts of the house are heated. With such a solution, it will also be necessary to purchase a water heater that is responsible for heating the domestic water. Solutions 2 and 3 will be repaid in about the same amount of time, but solution 3 will take many more years if it is to have the opportunity to pay down the investment cost from the old plant.

The positive thing about air to air is that it can also be used for cooling on hot summer days.

# Innholdsfortegnelse

Forord.....	iii
Oppgavebeskrivelse .....	iii
Sammendrag .....	iv
/Abstract.....	v
Innholdsfortegnelse .....	vi
1 Innledning.....	1
1.1 Hensikt med oppgaven .....	1
1.2 Problemstilling .....	1
1.3 Mål.....	2
1.4 Omfang og begrensninger .....	2
2 Teori.....	3
2.1 Varmepumpe .....	3
2.1.1 Varmepumpens virkemåte.....	3
2.1.2 Komponenter .....	4
2.1.3 Varmekilder.....	5
2.1.4 Kuldemedium .....	5
2.1.5 Luft til vann varmpumpe .....	5
2.1.6 Luft til Luft varmpumpe .....	6
2.1.7 Dimensjonering av varmpumpe.....	6
2.2 Installasjoner Starevegen 8 .....	6
2.2.1 CTC ECOAIR 110 .....	7
2.2.2 CTC ECOEL 1550 .....	7
2.2.3 Areal- og romfordeling.....	7
2.3 Måleinstrumenter.....	8
2.4 Lønnsomhetsberegning med Tilbakebetalingsmetoden .....	8
3 Metode .....	9
3.1 Førforståelse .....	9
3.2 Arbeidsforløp.....	9
3.2.1 Litteraturstudium .....	9
3.2.2 Befaring .....	9
3.2.3 Kartleggingsprosess.....	10
3.2.4 Analyse av energiforbruk .....	10
3.2.5 Lønnsomhetsberegninger .....	10
3.2.6 Kildebruk / Vurdering av kilder .....	11
4 Kartlegging, tidligere arbeid og dimensjonering .....	12

4.1 Kartlegging av det eksisterende anlegg.....	12
4.1.1 EcoAir 110 .....	12
4.1.2 EcoEl 1550 .....	14
4.1.3 Varmeanlegget.....	15
4.2 Energibehov ved Starevegen 8 .....	16
4.3 Alarmer, ved befaring.....	17
4.3.1 Alarm historikk, 1. befaring 02.05 .....	17
4.3.2 Aktuell driftsinfo, 1. befaring 02.05 .....	18
4.3.3 Alarmer og driftsinfo ved siste befaring (28.05) .....	18
4.4 Tidligere arbeid utført på anlegget .....	18
5 Arbeid på anlegget .....	20
5.1 Eksisterende alarmer, med kontroll.....	20
5.2 Utelukking av andre alarmer, og eventuell lekkasje.....	21
5.3 Endringer gjort på anlegget og følger av disse .....	23
5.4 Temperaturer i huset målt av huseier siden varmepumpen stoppet.....	25
6 Økonomisk analyse anlegget.....	26
6.1 Investeringskostnader .....	26
6.1.1 Installert Luft til vann anlegg, og noen prisestimat fra firmaer .....	26
6.1.2 Installering av nytt luft til vann .....	27
6.1.3 Kostnadsestimat av bytte til luft-luft bytte, med tre inne-enheter .....	27
6.2 Lønnsomhet.....	29
6.2.1 Lønnsomhet ved optimal drift, Luft til Vann .....	29
6.2.2 Lønnsomhet ved dagens drift, Luft til Vann.....	30
6.2.3 Lønnsomhet ved bytte til Luft til Luft .....	31
7 Konklusjon .....	32
7.1 Eksisterende feilmeldinger med forbedringsforslag.....	32
7.2 Reparasjon/bytte.....	33
8 Veien videre.....	34
9 References.....	35
10 Vedlegg.....	36
Vedlegg tilbud 2013.....	36
Vedlegg Løhre.....	37
Vedlegg Tellefsen .....	38
Vedlegg K.Lund .....	38
Vedlegg, forbruk notater fra eier .....	39

# 1 Innledning

Starten av 2013 ønsket Hans Osnes å bytte ut varmeanlegget i sin enebolig på Byåsen, Trondheim. Dette gamle anlegget var koblet til en oljekjel, men han ville nå bytte til det som ble sett på som en bedre løsning. Forhandlingene gikk raskt og i april samme år hadde boligen fått et nytt varmeanlegg med en CTC EcoAir luft til vann varmpumpe. Dette nye anlegget skulle spare huseier for store strømutgifter og med de forutsetninger og beregningsresultater som ble satt skulle det ikke ta mange år før investeringen begynte å gå i pluss.

Årsskifte 2018/2019 begynte huseier å legge merke til at det hadde vært en økning i energiforbruket. Ved undersøkelse av anlegget ser huseier at viften på varmpumpen ikke gikk og at det heller ikke kom en eneste lyd fra varmpumpen. Han kontaktet dermed firmaet som hadde installerte anlegget både inne og ute, men de klarer ikke å finne noen løsning på problemet. Det blir videre innleid to eksterne firmaer som heller ikke klarer å finne noen årsak til problemet. Det blir lagt fram fra disse at eneste løsning var å bytte ut hele anlegget

## 1.1 Hensikt med oppgaven

Huseier ble kontaktet, og vi ble fort enige om at dette var en oppgave som kunne passe fint som en bacheloroppgave. Det var enighet om at oppgavens hensikt skal dreie seg om å forsøke og avklare hvilke faktorer det er som er årsakene til at varmpumpen stoppet, hvorfor denne feilen har oppstått og samtidig se på hva som kan gjøres for å forbedre dagens situasjon.

## 1.2 Problemstilling

Ut ifra det som er hensikten med oppgaven har jeg kommet frem til en problemstilling med søkelys på problemsøking og utbedring ved boligens varmeanlegg. Dermed blir min problemstilling:

«Hva kan være årsaken til at varmpumpen sluttet å gå, og hva kan gjøres for å forbedre dagens situasjon?»

### 1.3 Mål

For å svare så godt som mulig på problemstillingen er det utarbeidet 4 resultatmål:

Resultatmål	Hva skal inngå i dette?
1. Kartlegging	Kartlegging av boligens varmeanlegg, og dermed en oversikt over eksisterende løsninger og komponenter.
2. Litteraturstudium	Forklare hva strømforbruk (kWh) er, hvordan en økning/reduksjon kan oppstå og hvorfor det er nødvendig med en kartlegging av eksisterende varmeanlegg.  Fordeler og ulemper med en slik kartlegging.  Fordeler og ulemper ved CTC EcoAir og EcoEl
3. Løsningsforslag	Utarbeide hva som har ført til stans av varmepumpen, og hva som kan gjøres for å forbedre situasjonen
4. Vurdering av anlegget	Vurdering av det eksisterende anlegg, samt forslag til forbedringspotensialer.

Mitt effektmål med denne oppgaven er å vise den kunnskap og ferdigheter jeg har tilegnet meg gjennom mine år under bachelor i maskiningeniør med fordypelse i VVS-teknikk.

### 1.4 Omfang og begrensninger

Oppgaven er både teoretisk og praktisk, og det har vært nødvendig å foreta visse forenklinger for å komme frem til et resultat. Oppgaven bruker de forutsetninger og beregningsresultatene som ble satt ved installasjon av anlegget i 2013. Her blir det ikke tatt hensyn til oppvarmingsforbruket tilhørende varmtvannforbruket, men da kun energibehovet for oppvarming av eneboligen.

Ved lønnsomhetsberegningene er det ikke tatt hensyn til eventuell pris ved demontering av nåværende anlegg. Alle priser er kun estimat og eier må kontakte firmaer for nøyaktig pristilbud.

## 2 Teori

I dette kapitlet blir det lagt frem teori som er nødvendig for at jeg skal kunne besvare oppgavens problemstilling og diskutere funn.

### 2.1 Varmepumpe

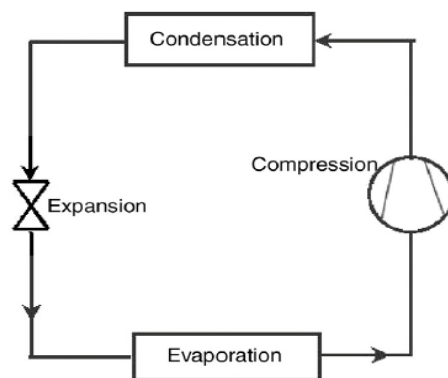
---

I følge NOVAP (2017) var det i 2017 installert over 900 000 varmpumper i Norge. Norge er sammen med Finland og Sverige de landene i Europa med høyest andel varmpumper per husholdning. Grunnen til dette er at Norge ligger godt til rette for å kunne bruke varmpumpe som energikilde til oppvarming. Da det er stor tilgang til elektrisk energi, samt god tilgang til andre gode varmekilder som sjøvann og bergvarme (Norsk Varmepumpeforening, 2017).

En varmpumpe bruker hovedsakelig elektrisk energi til å overføre varme fra et sted med lav temperatur over til et sted med høyere temperatur. En varmpumpe kan ved hjelp av litt elektrisk energi utnytte den energien som finnes i jord, berg, sjø og luft. NOVAP (2018) skriver at ved å tilføre 1 kWh elektrisk energi til en varmpumpe, så kan den levere mellom 2 og 5 kWh med varmeenergi. Det er ikke bare kunden, men også miljøet som får positive følger ved å bytte oppvarmingsanlegg til et med varmpumpe. Et varmpumpeanlegg kan redusere energiforbruket med 40-80% i forhold til et system som kun er basert på bruken av elektrisitet, olje, gass eller bioenergi. Selve driften av en varmpumpe fører heller ikke til lokale utslipp. Altså redusere tilført mengde energi og utslipp, men allikevel levere den mengden energi som trengs for å varme opp boligen (Norsk Varmepumpeforening, 2018).

#### 2.1.1 Varmepumpens virkemåte

Det som gjør varmpumpen spesiell er at den klarer å avgi mer energi enn det den selv bruker. Prinsippet med teknologien til en varmpumpe gjør det mulig å transportere varme fra et sted med lavere temperatur og levere det til et sted med høyere temperatur. En varmpumpe består hovedsakelig av fire komponenter: kompressor, kondensator, strupeventil og fordampner. Disse komponentene er koblet i en sløyfe og danner et system, med et sirkulerende kjølemedium (Hundy, Trott, & Welch, 2016).



**Figur 1:** Varmepumpens sløyfe med komponenter

Hentet fra (Hundy, Trott, & Welch, 2016)

### 2.1.2 Komponenter

Fordamperen (Evaporation) overfører varme fra varmekilden til kuldemediet. Temperaturen til kuldemediet trengs å holdes lavere enn temperaturen til varmekilden, slik at varmekilden vil avgi varme til kuldemediet. Tilstanden til kuldemediet vil gå fra væske til gass ved fordamperen (Hundy, Trott, & Welch, 2016).

Ved kompressoren (Compression) økes trykket og temperaturen ved å tilføre elektrisk energi til en elektrisk motor som presser og komprimerer gassen som kommer fra fordamperen. (Hundy, Trott, & Welch, 2016)

Kondensatoren (Condensation) fungerer nesten motsatt av fordamperen. Her skal det avgis varme fra kuldemediet til det som trengs å varmes opp. I denne oppgaven avgis varmen til et vannbårent varmesystem som forklares mer senere i oppgaven. Gjennom kondensatoren endres også tilstanden til kuldemediet fra gass og tilbake til væske (Hundy, Trott, & Welch, 2016).

Strupeventilen (Expansion) hjelper til ved å redusere trykket, og dermed også temperaturen til kuldemediet. Rett etter strupeventilen vil tilstanden til kjølemediet være en blanding av væske og gass (Hundy, Trott, & Welch, 2016).



### 2.1.3 Varmekilder

En varmepumpe trenger å ha en varmekilde, og her er det mulighet å velge blant flere ulike. Det er flere faktorer som spiller inn når det kommer til valg av riktig type varmekilde. Den mest åpenbare er hvilken varmekilde som er tilgjengelig i området hvor varmepumpen skal installeres. Andre faktorer som vil spille inn er effektbehovet til bygget og investeringskostnaden rundt varmekilden.

Noen av varmekildene som er tilgjengelig i Norge er uteluft, avtrekksluft, jord, berg og vann. Under vann som varmekilde så finnes det flere typer, grunnvann, innsjøvann, elvevann og sjøvann (Prenøk 4.7, 1997).

### 2.1.4 Kuldemedium

Kjølemedium eller kuldemedium er en fellesbetegnelse for gass og væske som finnes i enheter som leverer kjøling eller varme. De to hovedtypene av kuldemedier som brukes i varmepumper er syntetiske og naturlige.

Syntetiske kuldemedier er kjemikalier som er menneskeskapt, altså som ikke finnes i naturlig. Disse kalles ofte KFK, HKFK og HFK, og noen eksempler på disse er R32, R417C, R410A og R134A. Disse kjemikaliene kan være skadelig for miljøet, og det er derfor viktig at de brukes på en forsvarlig måte (Zijdemans, 2012).

### 2.1.5 Luft til vann varmepumpe

Luft til vann varmepumpe er en type varmepumpe som kan gi god varmfordeling i bygget, noe som kan gi et bedre inn klima. Denne typen pumper har en høy investeringskostnad, men i gjengjeld så bruker den uteluft som varmekilde og har en relativt lav driftskostnad.

Varme fra uteluften overføres ved fordampere, hvor det går videre til kompressoren utfører et stykke arbeid på kuldemediet. Videre så overføres varmen fra kondensatoren til en væske som sirkulerer i varmesystemet (Zijdemans, 2012).

En luft til vann varmepumpe kan avgi varme til både tappevann, vannbåren varme og/eller varme via radiatorer. Med en luft til vann varmepumpe kan man regne med at varmepumpen avgir 2.5-3.5 ganger så mye varme som det selve varmepumpen bruker. (CTC, Luft-Vann-Varmepumpe, 2021)

Det som er når uteluften blir brukt som en varmekilde er at den er best egnet der hvor det er milde vintere. Grunnen til dette er at varmebehovet åker når varmeavgivelsen minker. Altså at varmepumpen gir lavest varmeeffekt når boligen har størst behov for oppvarming. (Zijdemans, 2012)

#### 2.1.6 Luft til Luft varmepumpe

Luft til luft varmepumpe er Norges mest brukte varmepumpe. Denne typen varmepumpe har en utedel som henter varme fra uteluften og «blåser» denne varmen inn i boligen. Nye luft til luft varmepumper har mulighet for å hente varme fra uteluften helt ned til  $-25^{\circ}\text{C}$ . Varmen spres inne ved at innedelen gir ut varm luft. Det er derfor viktig å tenke på plassering så varmen spres til alle rom. Boliger med flere etasjer kan plassere innedelen i nederste etasje ved trappeoppgangen, da varmen stiger. En luft til lift varmepumpe kan også brukes til kjøling på sommeren.

#### 2.1.7 Dimensjonering av varmepumpe

En varmepumpe dimensjoneres som om den skal brukes som en grunnlastkilde i et oppvarmingsanlegg, samtidig som den er kombinert med en annen varmekilde som tar spisslasten. Dette gjøres da en varmepumpe har høy investeringskostnad (kr/kWh) og en relativt lav driftskostnad. Samtidig som en elektrisk kjel har en relativt lav investeringskostnad (kr/kWh), men en høy driftskostnad (Prenøk 4.7, 1997).

### 2.2 Installasjoner Starevegen 8

Varmeanlegget er installert i en enebolig på Byåsen (Trondheim), nærmere bestemt Starevegen 8.

Anlegget består av apparatene CTC EcoAir 230A (Modell 110) og CTC EcoEl. Disse skal stå for oppvarming av tappevann, gullvarme på bad og vann til 13 radiatorer plassert rundt om i huset.

Eneboligen består av 2 etasjer med egen utleiedel i en stor del av underetasjen.



Figur 2, Starevegen 8 med CTC EcoAir

### 2.2.1 CTC ECOAIR 110

CTC EcoAir er en serie av varmepumper som blir produsert av det svenske selskapet CTC. EcoAir må installeres sammen med CTC EcoEl eller EcoLogic for å fungere som et varmeanlegg. Varmepumpen skal ifølge produsenten være spesielt utviklet for nordiske forhold. Det bruker kuldemediet R407C og skal være svært effektiv helt ned til en utetemperatur på  $-15^{\circ}\text{C}$ . CTC reklamerer med at deres nyeste modeller som er tilegnet eneboliger og mindre industribygg senker oppvarmingskostnadene med opptil 70% og at det skal ha mulighet for å produsere varmtvann opptil  $65^{\circ}\text{C}$  (CTC, Luft-Vann-Varmepumpe, 2021). CTC EcoAir 230V (Modell 110) er installert i Starevegen 8.

CTC EcoAir		230V	110
Eldata			
Tilført effekt ved $45^{\circ}\text{C}$ varntemperatur og $-7 / +2 / +7^{\circ}\text{C}$ lufttemperatur	kW	2,9 / 3,1 / 3,2	
Avgitt effekt ved $45^{\circ}\text{C}$ varntemperatur og $-7 / +2 / +7^{\circ}\text{C}$ lufttemperatur	kW	6,5 / 8,4 / 10,9	
Minimum gruppesikring	A	25 C	
Maks. Startstrøm	A	25,0 / 108	
Vannvolum	ltr.	2,9	
Mengde kjølemedie ( R 407C )	kg	2,6	
Bryteverdier pressostater HT / LT	bar	29 / 0,1	
Maks. driftstrykk vann	bar	2,5	
Vekt	kg	156	

Figur 3, Teknisk data modell 110

### 2.2.2 CTC ECOEL 1550

EcoEl 1550 er en elektrokjele som sammen med EcoAir gir et komplett varmesystem med jevn varme. EcoEl er installert med en el-kolbe som kan hjelpe til å ta topplasten slik at EcoAir enheten kan stå for grunnlasten, dette er en god økonomisk løsning. EcoEl har et praktisk displaypanel på fronten, her kan man endre innstillinger knyttet til varmeanlegget og se forskjellige målinger fra anlegget. (CTC, EcoEl, FDV-dokument, 2012)

### 2.2.3 Areal- og romfordeling

Det ble 03.08.2015 utført en bygningsteknisk gjennomgang med arealmåling. Areal- og romfordeling i boligen er utarbeidet av sertifisert takstmann (Figur 4).

Arealer				
Etasje	Bruttoareal BTA m <sup>2</sup>	Bruksareal BRA m <sup>2</sup>		
		Totalt	Primær P-ROM	Sekundær S-ROM
Sokkel	138	127	107	20
1. etasje	134	123	123	
Sum bygning:	272	250	230	20

Romfordeling		
Etasje	Primærareal (P-ROM)	Sekundærareal (S-ROM)
Sokkel	Bad 1, bad 2, entré, gang, stue, kjøkken, omkleddingsrom, innredet rom/ kontor, 2 soverom	Bod 1, bod 2, teknisk rom
1. etasje	Kjøkken, entré, gang, stue, vaskerom, spisestue, wc, soverom	

Figur 4, Areal og romfordeling

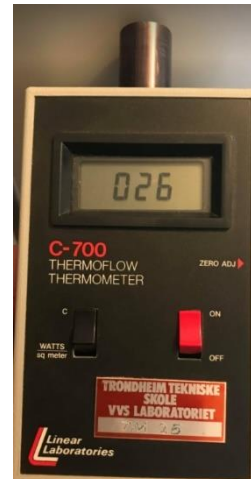
## 2.3 Måleinstrumenter

---

Under begge befaringene ble det brukt to forskjellige typer termometer, disse to er Rotronic og Linear Thermoflow C-700. Rotronic ble brukt for å måle temperaturen i luften, både ute og inne i forskjellige rom. Linear C-700 måler kontaktflatetemperaturen til en gjenstand, her ble den brukt til å måle temperaturer på rør og radiatorer.



Figur 5, Rotronic



Figur 6, Linear C-700

## 2.4 Lønnsomhetsberegning med Tilbakebetalingsmetoden

---

For å kunne se på lønnsomheten til det eksisterende anlegget og eventuelt nytt anlegg har jeg valgt å fokusere på tilbakebetalingsmetoden. Tilbakebetalingsmetoden går i hovedsak ut på å finne ut av hvor lang tid det vil ta før investeringen vil gå i pluss. Altså hvor lang tid det vil ta før investeringsbeløpet er inntjent. Det er ikke en god investering hvis tilbakebetalingstiden er lengre enn forventede levetiden. Det er her også viktig å legge til alle utgifter knyttet til investeringen.

$$\text{Tilbakebetalingstid} = \text{Investeringskostnader} / \text{Forventet årlig besparelse}$$

## 3 Metode

Metode er et verktøy man bruker for å lete etter forskning som kan gi ny kunnskap. Nedenfor kommer en presentasjon av metodene som er brukt i oppgaven.

### 3.1 Førforståelse

---

Man har ulike forståelser som man tar med seg i ulike situasjoner og i arbeid, dette kalles førforståelse. Vi har hatt forelesninger om varmpumper i utdanningen som har omhandlet hvordan disse fungerer. Jeg hadde fått mye informasjon om arbeidet som hadde vært utført på luft til vann varmpumpen i Starevegen 8, men når jeg var på den første befaringen tok jeg ikke med meg informasjonen jeg hadde fått, da jeg ønsket å få min egen forståelse av anlegget. Dette var noe jeg var veldig målbevisst på, slik at jeg var nøye med å undersøke hele anlegget.

### 3.2 Arbeidsforløp

---

Oppgaven startet med et forprosjekt hvor jeg samlet inn all informasjon som kunne være relevant senere i arbeidsforløpet. Jeg har vært på to befaringer samt hatt kontakt med arbeidsgiver gjennom telefon og epost utenfor befaringstidene. Jeg har innhentet informasjon om anlegget ved å utføre litteratursøk om varmpumper samt brukt FDV-dokumentasjon tilhørende CTC EcoAir og EcoEl. Til slutt har jeg gjennomført lønnsomhetsberegninger for å gi eieren av eneboligen valgmuligheter da husets nåværende anlegg ikke fungerer optimalt.

#### 3.2.1 Litteraturstudium

Det har blitt gjennomført et litteraturstudium hvor jeg har prøvd å innhente så mye informasjon som mulig rundt oppgavens problemstilling. Det er hovedsakelig hentet inn informasjon rundt drift og driftsproblematikk rundt varmpumper, men også sette på lønnsomhet fra ulike typer anlegg.

#### 3.2.2 Befaring

Jeg har vært på to befaringer på Starevegen 8. Før første befaring ble tiden brukt på å lese meg opp på generell driftsproblematikk, istedenfor å fokusere direkte på problematikken ved oppgavens anlegg. Dette ble gjort for å få bredere kunnskap.

Første befaring ble utført 02.05.21 og hovedfokuset her var på å kartlegge hele anlegget.

Mellom befaringene ble tiden brukt på å analysere og se etter forbedringsforslag til det jeg så under første befaring. Ved andre og siste befaring ble det prøvd å gjøre endringer på systemet og se følgene av disse.

### 3.2.3 Kartleggingsprosess

Det ble gjennomført en kartleggingsprosess av det installerte anlegget, for å få en bedre oversikt over hva som faktisk fantes og hva som man senere burde ses nærmere på. Her ble det brukt tidligere erfaring fra lignende arbeid, forelesninger fra tidligere fag og sammenligning med andre eksisterende anlegg.

Kartleggingsprosess Det ble gjennomført en kartleggingsprosess av det installerte anlegget, for å få en bedre oversikt over hva som faktisk fantes og hva som man senere burde ses nærmere på. Her ble det brukt tidligere erfaring fra lignende arbeid, forelesninger fra tidligere fag og sammenligning med andre eksisterende anlegg. Samt anskaffet meg tegninger og mer spesifikk informasjon angående det installerte anlegget. Under kartlegging av selve anleggsoppsettet så ble dette sammenlignet det oppsettet som stod i FDV-dokumentet.

### 3.2.4 Analyse av energiforbruk

Eieren av eneboligen har de siste årene ført en nøye og god notering av energiforbruket til boligen. Etter problemene oppstå ble det også montert en ekstern forbruksmåler til kun varmeanlegget, dette har eier også notert. Ved analyse av disse notatene har jeg fått en nøyaktig oversikt over boligens energiforbruk, samt hvor mye som går til de forskjellige delene i huset.

### 3.2.5 Lønnsomhetsberegninger

Jeg har regnet på lønnsomheten ved dagens anlegg, nytt luft-vann anlegg og nytt luft-luft anlegg, jeg har også prøvd å komme med et prisestimat for de ulike løsningene. Dette har blitt gjort for å gi huseier flere alternativer, slik at han selv kan ta en løsning som han føler at passer best. Jeg kommer med mine anbefalinger, men dette er kun for å hjelpe huseier.

### 3.2.6 Kildebruk / Vurdering av kilder

Jeg har vært kritisk i bruk av kilder til oppgaven min for å sikre at kilden er til å stole på. Når jeg har valgt kilder til oppgaven min har jeg altså vært nøye på å vurdere hvem som har skrevet informasjonen jeg har funnet. Dette har jeg gjort ved å blant annet bruke compendex.no som er en side for ingeniørfaglig stoff. Jeg har brukt ulike kilder, noe som er med på å gi et bredere syn, enn ved å stole blindt på å bruke bare en kilde. Jeg har også brukt ORIA, som er universitetsbiblioteket til NTNU samt ulike kilder fra Norsk varmpumpeforening som er en uavhengig interesseorganisasjon. For å sjekke anlegget har jeg også hyppig brukt anleggets FDV-dokumentasjon. Jeg har hentet prisestimat fra telefonsamtaler med varmpumpe-distribusjonsfirmaer og deres hjemmesider.

## 4 Kartlegging, tidligere arbeid og dimensjonering

I dette kapittelet skal anlegget og dets apparater kartlegges, framlegges hva anlegget er dimensjonert for, aktive alarmer ved anlegget og tidligere arbeid utført på anlegget.

### 4.1 Kartlegging av det eksisterende anlegg

Anlegget ble installert april 2013 av Gaudal Installasjon AS for Løhre VVS AS.

CTC har strenge krav om at deres anlegg skal installeres akkurat som de har vist ved monteringsveiledning og FDV-dokumentasjon. Det ble dermed formidlet fra installatør til boligeier at de har gjort det etter deres veiledning fra CTC.

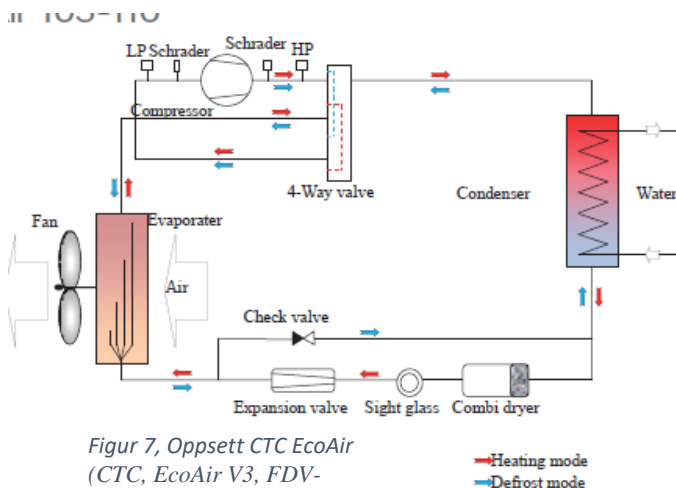
Jeg har derfor valgt å bruke de allerede eksisterende tegningene som en type veileder og fasit på hvordan anlegget skal se ut. EcoAir og EcoEl apparatene har blitt åpnet opp så mye som mulig for å få utført en mer nøyaktig kartlegging. Det har også blitt sett på rørrettet.

Ved anleggene ble det ikke registrert noen store avvik utenom at EcoAir enheten ikke går ved automatikkmodus.

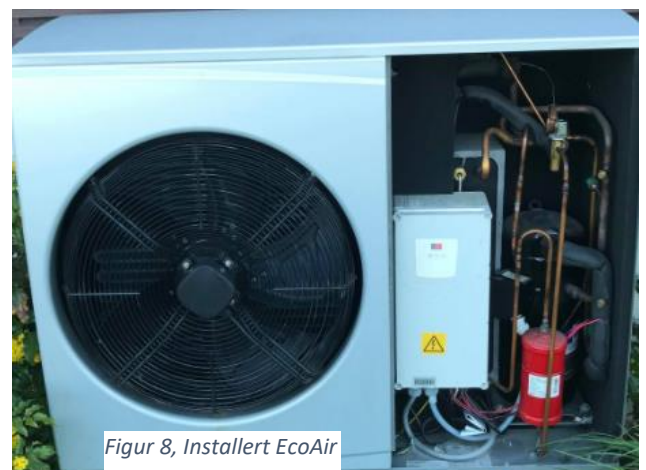
#### 4.1.1 EcoAir 110

EcoAir 110 er selve luft-vann-varmepumpen.

Ved befaring ser jeg at den inneholder de fire viktigste komponentene, som er kompressor, kondensator, strupeventil og fordampner. Det er også sjekket at komponentene og rørsystemet er likt ved figur 8 som ved det riktige oppsettet fra CTC på figur 7. Figur 9 er også brukt for å konstatere at det er satt opp riktig. Utseendemessig er det ingenting som er annerledes på disse tre tegningene. Ved testmodus ble det også konstatert at viften gikk riktig vei. Det er heller ikke lagt merke til noen lekkasjer, sprekker eller skader. Man kan se fra begge figurer det kuldemediet ikke går samme vei ved defrost mode, som ved heating mode.



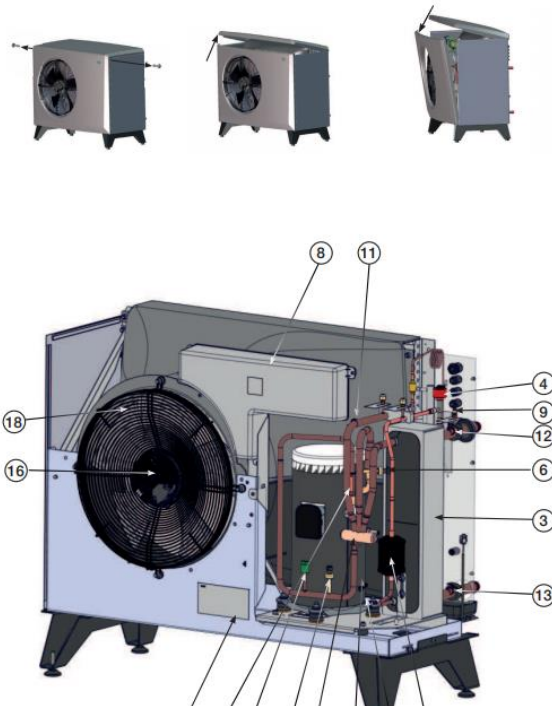
Figur 7, Oppsett CTC EcoAir (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012)



Figur 8, Installert EcoAir



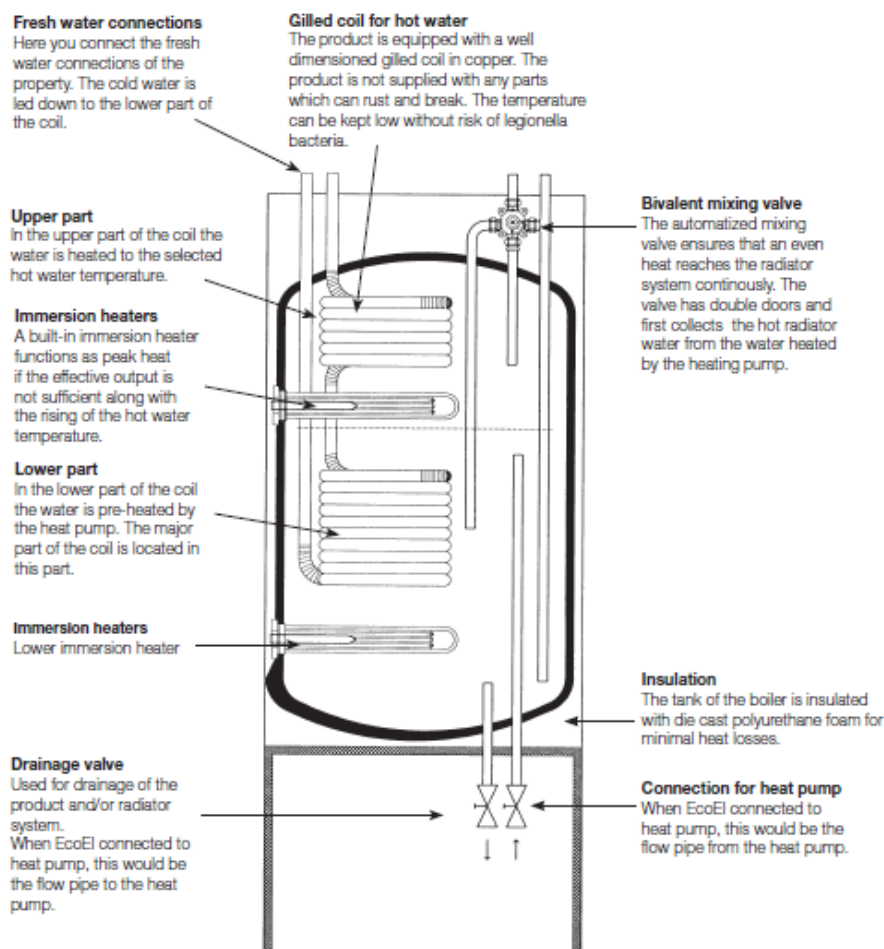
1.5 Component location



Figur 9, Visuelt CTC EcoAir (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012)

#### 4.1.2 EcoEl 1550

EcoEl er oppvarmingstanken som mottar varme fra EcoAir og fordeler det videre til varmtvann, radiatorer og gulvvare. EcoEl har også en installert El-kolbe som skal stå for nødvendig topplast. Ved kartlegging av anlegget ble det også her brukt en installasjonsvisning fra CTC, figur 10. EcoEl apparatet i Starevegen 8 er installert som vist på figurene 11 og 12. Det som er gjort ved kartlegging av denne delen av anlegget er å sammenligne installasjonsvisningen fra CTC med det det som faktisk er installert. Det er ikke observert noen forskjeller på disse. Det er ikke lagt merke til noen lekkasjer, sprekker eller skader. EcoEl er montert og tilknyttet alle punkt, videre forklaring på figur 10 finnes under 4.1.3 Varmeanlegget.



Figur 10, Installasjonsvisning EcoEl fra CTC (CTC, Installasjonsvisning EcoEl 1550, 2012)



Figur 11, Installert EcoEl framsiden



Figur 12, Installert EcoEl Topp med rør

#### 4.1.3 Varmeanlegget

EcoEl og EcoAir har blitt kartlagt hver for seg. Her skal jeg kartlegger hvordan hele anlegget er koblet sammen. Kartleggingen er gjort visuelt ved befaring og det skal beskrives ved hjelp av Figur 10. EcoAir, varmtvann og varme til radiatorene er koblet hver for seg til EcoEl.

Fra figur 10 (Installasjonsvisning EcoEL)

-De to rørene oppe venstre på EcoEl er for oppvarming av tappevannet. Vestre av disse rørene er kaldt vann til EcoEl og høyre rør er varmet vann fra EcoEl. Her foregår varmtvannsproduksjonen etter behov, noe som gir friskt varmtvann.

-Pilen som peker på den øvre «immersion heater» er hvor el-kolben er plassert. Denne tar topplasten av effektbehovet.

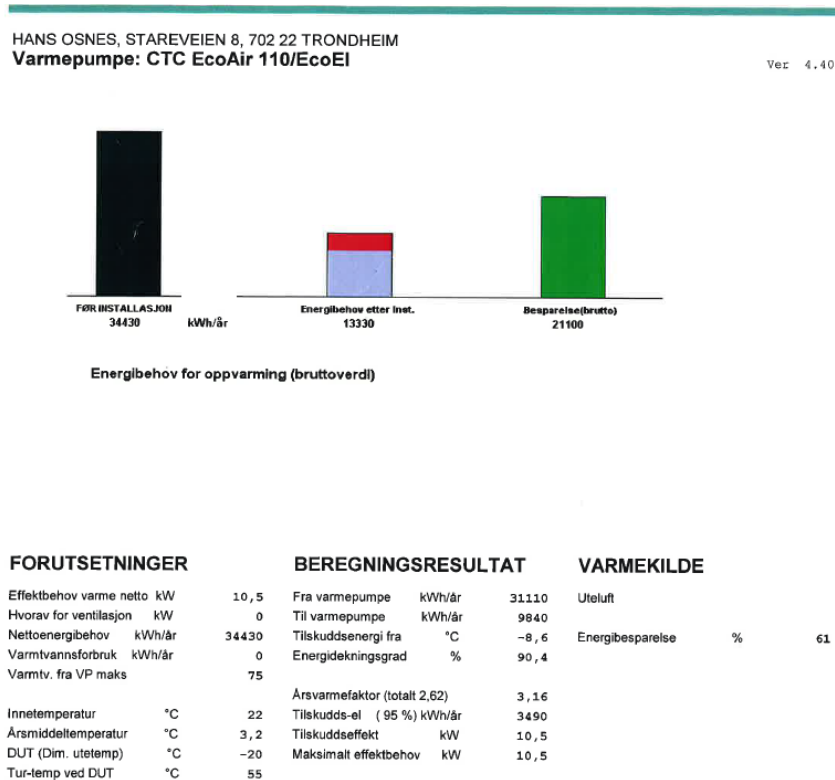
-De to rørene oppe høyre på EcoEl er til radiatorene. Vestre av disse rørene er den varme turvarmen fra EcoEl og høyre rør er den noe kaldere returvarmen til EcoEl fra radiatoranlegget.

-De to resterende rørene nederst til høyre EcoEl er koblingen mellom EcoEl og EcoAir. I det høyre røret kommer den varme vannet fra EcoAir og i det venstre røret går det kaldere vannet fra EcoEl til EcoAir for oppvarming. EcoAir tar hovedlasten av effektbehovet.

## 4.2 Energibehov ved Starevegen 8

For å se på energibehovet til boligen så bruker vi de forutsetninger og det beregningsresultatet som ble satt av installatør ved installering av anlegget, Figur 13. Det er kun tatt hensyn til oppvarmingsbehovet for boligen og ikke noe rundt varmtvannsforbruket. Det er gjennom hele huset 13 radiatorer og 2 bad med gullvarme som er hovedelementene når det kommer til fordeling av varme til boligen.

- Ved Figur 13 ser vi at de har regnet med at boligens årlige energibehov er på 34430 kWh. Det er beregnet at varmepumpen skal klare å levere 31110kWh/år ved å kun tilført 9840kWh/år. Dette gir en dimensjonert besparelse på 21270kWh/år. Det er beregnet at varmepumpen skal ha en energidekningsgrad på ca. 90%. De siste prosentene (spisslasten) skal el-kolben i EcoEl apparatet ta. Dette tilsvarer en el tilskudd på 3490 kWh/år til el-kolben.
- Andre forutsetninger som er satt er det er effektbehovet er på 10.5kW. El-kolben skal klare å håndtere et maksimalt effektbehov på 10.5 kW alene, i tilfelle varmepumpen ikke er på sånn som i dette tilfellet.
- Det er også satt andre forutsetninger på til anlegget som er knyttet til temperatur. Innetemperaturene er satt til 22°C og tur-temperaturen ved DUT skal være 55°C. DUT er dimensjonerende utetemperatur, som i dette tilfellet er satt til -20°C.



Figur 13, Energibehov Starevegen 8 (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, 2012)

### 4.3 Alarmer, ved befaring

Via panelet på framsiden av CTC EcoEl apparatet kan man trykke seg frem for å se anleggets alarm historikk. Informasjon om feilmeldinger på anlegget kan både finnes via menyen «Aktuell driftsinfo» eller «Alarm historikk».

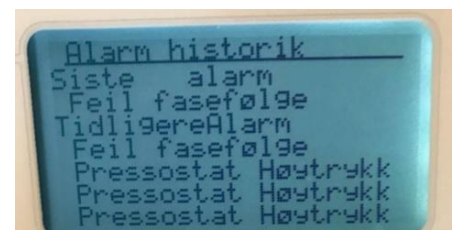
Alarm-/feiltekster kan oppstå i menyen «Alarm historikk» hvis det har oppstått uregelmessige forandringer ved varmeanlegget. Når en slik alarm oppstår, vil en rød blinkende varseltrekant i nedre venstre hjørne av panelet til CTC EcoEl apparatet starte. Når alarmen har blitt sjekket i «alarm historikk» og eventuelle utbedringer har blitt foretatt så kan alarmen kvitteres ut ved å trykke på den røde varseltrekanten. Hvis samme alarm oppstår rett etter alarm-omstart vil ikke varseltrekanten lyse igjen, og det er derfor viktig å sjekke «alarm historikk» etter utført arbeid (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012).

Informasjonsteksten som kan komme under «Aktuell driftsinfo» er ikke en direkte feilmelding, men en informasjon om hvilken driftsmodus anlegget befinner seg i. Endringer i denne driftsmodusen kan enten være stilt inn manuelt eller være en ettervirkning av at det har oppstått en feilalarm på anlegget (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012).

#### 4.3.1 Alarm historikk, 1. befaring 02.05

Ved «Alarm historikk» vises den siste alarmen, samt fire tidligere alarmer. Her ser vi at det er to alarmer som repeteres flere ganger, *Feil fasefølge* og *Pressostat Høytrykk*. (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012)

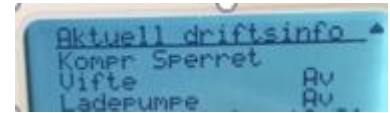
- Feil fasefølge er forkortelsen for alarmen «feil fasefølge kompressor». Hovedgrunnen til at denne oppstår er hvis kompressoren går feil vei. For å kvittere eller kjøre en omstart på fasefølgefeil så fungerer det ikke å bare trykke på den røde varseltrekanten på panelet. Det trengs nemlig en omstart av hele anlegget ved å kjapt bryte strømmen.
- Pressostat høytrykk, her er det flere grunner som kan føre til en slik alarm. Luft i rørene, enkelte ventilfeil og feilmonterte rør mellom kjel og varmpumpe kan være noen av årsakene til en slik alarm.



Figur 14, Alarm historikk 02.05

#### 4.3.2 Aktuell driftsinfo, 1. befaring 02.05

Ved «Aktuell driftsinfo» får man et lite overblikk av driftsmodusen til anlegget. Her ser vi at det står «komr sperret» og at både vifte og ladepumpen står av. Sperring av kompressoren kan skje ved at den har manuelt blitt sperret via innstillinger på panelet, eller som en følge av en fasefeil alarm.



Figur 15, Aktuell driftsinfo 02.05

#### 4.3.3 Alarmer og driftsinfo ved siste befaring (28.05)

Fra første befaring til starten av andre befaring var det ikke noen endringer på verken alarmer eller driftsinfo. Det skjedde endringer på *driftsinfo* etter at jeg satte anlegget i testmodus også tilbake til automatikkmodus igjen. Disse endringene finnes under punkt 5.3.

### 4.4 Tidligere arbeid utført på anlegget

Varmeanlegget i Starevegen 8 var installert april 2013 av Løhre VVS. Årsskifte 2018/2019 begynte huseier å legge merke til en økning i strømforbruket ved å sammenligne med tidligere år. Det ble etter nærmere befaringer utført av huseier funnet ut at viften på varmepumpen ikke gikk, og at selve utedelen ikke lagde en eneste lyd. Etter at huseier oppdaget at viften på utedelen av varmeanlegget ikke gikk, så har det flere ganger vært innleide firmaer som har vært å sett på anlegget for å prøve og finne en løsning.

- Vår 2019:

Løhre VVS som er installatører av varmeanlegget kom på befaring ikke lenge etter at huseier sa ifra om de avvikene som han oppdaget. Under flere befaringer klarer de ikke å finne ut hva som kan være årsaken til at viften på utedelen har stoppet.

Gjennom å utføre det de kaller for «sjekk og innjustering av varmepumpe» finner de ingen konkrete feil. De velger derfor å gjennomføre en flowtest på anlegget, for å forsikre seg at om at kuldemediet sirkulerte optimalt og at det ikke var noen tette partier på rørsystemet. Det ble også installert en måler i sikringsskapet som har oversikt over hvor mye av strømforbruket som går til varmeanlegget.

For materiell og arbeid fakturerte de huseier 6273kr (Vedlegg Løhre)

- Årsskifte 2019/2020

Gjennom å analyser strømforbruket til boligen i 2019 ble det lagt merke til ytterligere økning fra tidligere år. Da Løhre VVS ikke fant noen konkrete feil ved anlegget ble det nå kontaktet et annet VVS-selskap. Brødrene Tellefsen A/S utførte sin befaring av anlegget og analyse av aktuelle alarmer. De finner heller ingen løsning på problemet, men sier at de måtte fylle på litt kuldemedie på anlegget.

For materiell og arbeid fakturerte de huseier 4770kr (*Vedlegg Tellefsen*)

- April 2020

Da strømforbruket på anlegget fortsatte å være høyt og ingen av de tidligere firmaene hadde funnet noe konkret under befaring, så valgte huseier å leie inn et tredje firma. K. Lund utførte i april 2020 en befaring på anlegget. De konstaterer med at det mangler varmt vann fra varmpumpe anlegget og feilsøker dermed utedelen da de mener at problemet må ligge der.

K. Lund finner ingen løsning på problemet, det skal også ha blitt nevnt til huseier at man kanskje burde sett på en utbygging av hele anlegget.

For arbeid fakturerte de huseier 5075kr (*Vedlegg K.Lund*)

## 5 Arbeid på anlegget

I dette kapittelet skal det fremlegges både de aktiverte og uaktiverede alarmene, samt hva som er gjort for å kontrollere, utelukke og utbedre disse.

### 5.1 Eksisterende alarmer, med kontroll

---

Det er som nevnt tidligere to aktive displayalarmer på varmeanlegget til Starevegen 8. Disse er *Fasefølgefeil kompressor* og *Pressostat høytrykk*, under vises hva som er gjort for å kontrollere og konstatere disse alarmene.

- *Fasefølgefeil kompressor* kan oppstå ved flere årsaker og har blitt kontrollert slikt:
  - En årsak kan være at kompressoren går feil vei. Kompressoren står som sperret og vil ikke starte i noe annet enn testmodus. Anlegget ble derfor satt i testmodus for å undersøke om kompressoren startet og om det var noe sirkulasjon gjennom komponenten. Denne undersøkelsen ble utført ved å først høre etter ulyder fra kompressoren. Det ble ikke lagt merke til noen spesiell ulyd, men en liten summelyd som kan konstatere at kompressoren hadde startet.
  - Denne alarmen kan også oppstå om anlegget står i en annen modus enn automatikkmodus over en lengre periode. Dette ble undersøkt ved å sjekke at denne alarmen både var aktiv før anlegget var satt i testmodus og etter at anlegget var satt tilbake til automatikkmodus igjen.
  - Siste hovedårsak til at denne alarmen kan bli aktivert er hvis hetgasstemperaturen ikke øker med mer enn 5°C i løpet av de 50 første sekundene etter at kompressoren har startet i automatikkmodus. Dette er en årsak som ikke har blitt sjekket da kompressoren ikke vil starte i automatikkmodus, men kun i testmodus.
  - For å forsikre meg om at dette ikke bare var en alarm som hadde blitt hengende og egentlig var ok ved befaring 28.05 så ble det tatt en omstart av anlegget ved å kutte strømmen i en kort periode. Etter omstart ble det ikke sett noen endringer, dette viser at alarmen fortsatt er aktiv.

(CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012).



- *Pressostat høytrykk* kan også oppstå ved flere årsaker og har blitt kontrollert slikt:
  - Denne alarmer kan oppstå hvis det har kommet luft i rørene mellom EcoAir og EcoEl apparatene. Dette har blitt utelukket ved å sjekke at ladepumpen gikk når det ble kjørt en funksjonstest av varmpumpen gjennom testmodus på displayet. Da ladepumpen gikk ved testmodusen vil det ha ført til sirkulasjon i anlegget og den eventuelle luften vil ha lagt seg i toppen av EcoEl apparatet. Deretter ble sikkerhetsventilen på toppen av EcoEl åpnet. Dette ble gjort for å sjekke om det kom luft eller vann ved åpning, da luft stiger til toppen av apparatet. Gjennom utførelse ble det sett at det kom vann ut med engang, som konstaterer med at det mest sannsynlig ikke er noe luft i anlegget som kan forårsake denne alarmer.
  - En annen grunn til at denne alarmer kan oppstå er ved feil montering av rørene mellom EcoAir og EcoEl. Dette kan kontrolleres ved å sjekke inn/ut temperaturene ved varmpumpen når anlegget er operativt i automatikkmodus. Hvis det er montert riktig skal ut-temperaturen være høyere enn inn-temperaturen grunnet varmpumpens funksjon. Da varmpumpen/kompressoren kun vil gå ved testmodus og ikke automatikkmodus fikk jeg ikke til å sjekke dette grundig nok.
  - Siste hovedårsaken til at denne alarmer kan bli aktivert er hvis ladepumpen er feilmontert eller feildimensjonert. Det har blitt undersøkt at pumpen er koblet i henhold til FDV-dokumentasjon. Dette har blitt kontrollert via kartlegging og befaringer. Det er også tatt hensyn til at det ikke har vært noen alarmer som kan tyde på ladepumpefeil de årene som anlegget skal ha fungert som håpet ved installasjon.

(CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012)

## 5.2 Utelukking av andre alarmer, og eventuell lekkasje

I tillegg til de aktive alarmene finnes det også andre uaktiverede alarmer som kan oppstå ved anlegget. Det har blitt sett nærmere på de uaktiverede for å utelukke at de ikke kan ha hatt noen innvirkning på de aktive alarmene. Nedenfor vises det hva de uaktiverede alarmene er og hva som har blitt gjort for å utelukke disse (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012).

- *Kommunikasjonsfeil utedel og innedel*
  - Disse alarmene kan komme ved tre årsaker. Kommunikasjonsfeil mellom utedel og innedel, utedel og display eller innedel og display. Det som er gjort for å utelukke disse er å sjekke at alle kabler, kontakter og sikringer sitter godt, og via visuell sjekk at det ikke er skader.

- *Pressostat lavtrykk*  
-Denne alarmen kan oppstå hvis viften ikke snurrer og kompressoren går. Ved testmodus så snurret viften samtidig som kompressoren lagde en svak summelyd som kan indikere at denne også går.
- *Motorvern*  
-Her ble det gjennomført en visuell kontroll av sikringene til anlegget, både på EcoEl, EcoAir og hovedsikring i sikringsskap. Ved behovet for videre kontroll kan det sjekkes at det finnes 230V inne i EcoEl ved hjelp av et voltmeter.
- *Høy hetgasstemperatur*  
-Hetgasstemperaturen stiger jo lengre kompressoren går, til den oppnår innstilt temperatur. I dette tilfellet fungerer ikke kompressoren utenom ved testmodus. Derfor kan ikke denne sjekkes eller utelukkes helt.
- *Alarm på følere*  
Under denne går alle føler feil, altså hetgassføler, returføler, turføler og føler 1 og 2 til avriming fordamper.  
- Slike alarmer kan oppstå er hvis en føler har kortslettet, mistet kontakten eller hvis temperaturen er utenfor følerens temperaturgrenser. Dette ble utelukket ved kartleggingsprosessen av anlegget, da alle tilgjengelige følere satt godt fast og ikke hadde noen tydelige skader. Det var heller ingen målinger på EcoEl displayet som viste at noen temperaturer var for høye eller for lave. Hvis en slik alarm oppstår så er en annen løsning å bytte føleren, ta en alarmomstart og se om alarmen forsvinner. Hvis alarmen ikke forsvinner så må det ses videre på temperaturgrensen  
(CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012)

Gjennom kartleggingsprosessen og befaringer av anlegget ble det ikke avdekket noen lekkasjer eller sprekker på anlegget. Det ble heller ikke lagt merke til noen endringer i trykk og heller ingen andre indikatorer som kan tyde på lekkasje.

### 5.3 Endringer gjort på anlegget og følger av disse

Gjennom panelet på EcoEl apparatet kan man trykke seg videre til *aktuell driftsinfo*. Figur 16 viser bilde tatt på første befaring 02.05 av denne. Denne *aktuell driftsinfo* viser at kompressorene er satt som sperret, fokuset ble da mot å se ha jeg kunne gjøre for å avsperre den.



Figur 16, Aktuell driftsinfo . 02.05

Det andre som stod under *aktuell driftsinfo* 02.05 var at både vifte og ladepumpe. Dette har sammenheng med det at kompressoren er sperret, da hele utedelen skrur seg av når kompressoren er sperret eller skrudd av (CTC, EcoAir V3, FDV-dokument, August 2012).



Figur 17, Aktuell driftsinfo etter testmodus

Det blir også lagt merke til temperaturen på varmpumpen, innntemperatur er 18°C og uttemperatur er 21°C. Ved å gå nøye gjennom FDV-dokumentene for EcoAir og EcoEl modellene så ble det funnet ut at det skulle det være mulighet for å endre denne innstillingen på panelet som satt på EcoEl enheten. Derfor ble det fokusert på dette andre befaring 28.05.

Befaringen 28.05 ble startet med at jeg prøvde å endre innstillingene på panelet slikt at varmpumpen ikke stod som sperret. Ved første forsøk var det ikke mulig å endre noen som var tilkoblet varmpumpen eller kompressoren. For å sjekke at anlegget ikke hadde satt seg fast eller at det ikke var noen falske alarmer i *alarm historikk* ble det tatt en omstart av anlegget. Dette ble gjort ved å ta strømmen til anlegget.

Etter omstarten var det ingen synlige endringer på anlegget. Det var fortsatt de samme aktive alarmene og det gikk ikke å endre noen innstillinger som var koblet til varmpumpen eller kompressoren. Dermed ble det sett på andre mulige måter som kan få noe sirkulasjon på varmpumpen. Det ble da sett nærmere på de forskjellige modusene som anlegget kan være i. Anlegget skal under drift stå på automatikkmodus, men det går å sette anlegget i testmodus. Testmodus er en modus som kan brukes for å teste forskjellige deler av anlegget ved eventuell befaring eller vedlikehold.

Anlegget ble satt i testmodus og det ble da lagt merke at ladepumpen startet. Ved å gå ut for å se på utedelen oppdaget jeg også at viften gikk og at det kom en lav summelyd fra kompressoren som kan indikere på at denne har startet. Anlegget ble holdt i testmodus i cirka 5 minutter for å se om det gir noe utslag på noen temperaturmålere.

Det ble ikke lagt merke til noen endringer så lenge testmodus var aktivert, men med en gang anlegget ble satt i automatikkmodus kunne man se endringer ved flere temperaturmålepunkter. Når testmodus ble skrudd av stoppet også hele utedelen, altså EcoAir. Ved å se på figurene 16 og 17 kan vi nå se at det har skjedd enkelte endringer. Den første endringen jeg la merke til er at statusen på kompressoren har gått fra sperret til av. Det ble igjen utført forsøk gjennom innstillinger å endre denne fra av til på, men uten å lykkes. Det andre som ble lagt merke til er at inn/ut temperaturene tilhørende varmpumpen hadde økt. Fra 18/21°C på figur 16 til 36/38°C på figur 17.

Gjennom videre befarig 28.05 ble det lagt merke til at temperaturen fra radiatorledningsnett og tilbake til EcoEl apparatet (returtemperaturen) hadde sunket kraftig. Figur 18 viser at returtemperaturen før testmodus var på ca. 34°C. Det ble også målt ved hjelp av måleinstrumentet Linear C-700 som ga en måletemperatur mellom 30-34°C, disse målingene ble gjort på rørene ved radiatorene.

Figur 19 viser at returtemperaturen etter testmodus var på ca. 20°C. Dette ble også sjekket med måleinstrumentet Linear C-700 som viste en temp mellom 18-20°C, disse målingene ble også gjort på rørene ved radiatorene.

Dette viser da en nedgang i returtemperaturen fra anlegget og en økning i inn/ut temperatur ved varmpumpen. Det kan se ut som om det varme vannet ved EcoEl har byttet plass med de kaldere vannet ved EcoAir. Dette viser at det var sirkulasjon i alle kretser når anlegget ble kjørt i testmodus.

Inn/ut temperaturen til varmpumpen før testmodusen var på så lite som 18 grader. Vi kan tenke oss til at årsaken til dette er at varmpumpen og kompressoren ikke går. Grunnen til at vannet i rørene ikke hadde utetemperatur kan være at det lengste partiet av rørsystemet mellom EcoEl og EcoAir ligger i det tekniske rommet som hadde en lufttemperatur på nesten 22°C som vist på figur 20, målt med måleinstrumentet Rotronic.



Figur 18, Returtemp før testmodus



Figur 19, Returtemp etter testmodus



Figur 20, Romtemperatur teknisk 28.05

Da varmpumpen ikke går så er det kun el-kolben som kan stå for oppvarmingen av anlegget. Dette er en el-kolbe som skal være dimensjonert for å klare det maksimale effektbehovet. Denne el-kolben må ha gitt fra seg en viss effekt da temperaturen før testmodus testen var målt til rundt 34°C ved flere punkter. Vi kan være sikre på at el-kolben har fungert til en viss grad da temperaturen ikke har vært nær utetemperatur og da huseier sier at han ikke har brukt noen tilleggs varmekilder (el-ovn og peis) de to siste månedene.

Da returtemperaturen hadde vært på rundt 34°C før testmodus og bare 20°C etter testen, så forventet jeg at el-kolben skulle klare å varme opp vannet i EcoEl en viss grad slik at returtemperaturen skulle nærme seg 34°C igjen etter kort tid. Det ble derfor hold kontakt med huseier flere ganger etter siste befaring 28.05.

Siste informasjon fra huseier ble sendt 09.06.21, hvor returtemperaturen fortsatt skal være på kun 20°C. Tiden mellom 28.05 og 09.06 har det vært en gjennomsnittstemperatur på cirka 15°C, med temperaturer opp mot 25°C og lite nedbør (NRK-meteorologisk-institutt, 2021). Med hensyn til denne høye utetemperaturen så kan det tyde på at el-kolben har hatt tilnærmet null effekt siden testmodusen.

Som sagt tidligere ble det også sjekket om det var luft anlegget etter at anlegget hadde vært i testmodus. Sikkerhetsventilen på toppen av EcoEl apparatet ble åpnet og det kom vann med engang. Hadde det ikke kommet vann med engang så hadde det bevist at det var luft i anlegget.

#### 5.4 Temperaturer i huset målt av huseier siden varmpumpen stoppet

---

Gjennom samtaler med eier har det kommet frem at returtemperaturen på radiatorkretsen ikke har vært over 40°C siden varmpumpen stoppet. Han sier også at retur temperaturen har vært nede i cirka 30°C på vinterne. Han har vært nødt til å bruke flere elektriske ovner og fyre masse i peisen for å oppnå en innetemperatur som er nærme 20°C. Det skal enkelte dager ha vært kun 10°C i huset.

## 6 Økonomisk analyse anlegget

I dette kapitlet skal det legges frem kostnader ved dagens varmeanlegg og eventuelle investeringskostnader ved et helt nytt anlegg. Det skal så ses på optimal driftslønnsomhet og faktisk driftslønnsomhet ved dagens anlegg, samt driftslønnsomhet ved bytte til luft-luft varmepumpe.

### 6.1 Investeringskostnader

Det har blitt undersøkt rundt investeringskostnadene til ulike løsninger. Løsningene som har blitt sett på er den installerte luft til vann varmepumpen, installering av ny luft til vann varmepumpe og ny luft til luft varmepumpe.

#### 6.1.1 Installert Luft til vann anlegg, og noen prisestimat fra firmaer

Den installerte varmepumpen ble som nevnt tidligere installert april 2013. Tilbudet som ble akseptert av huseier var på 150000kr og det som var med i avtalen var: (Vedlegg Tilbud)

- Kjøp og montering av CTC EcoAir 110 Varmepumpe
- Kjøp og montering av CTC EcoEl 1550 Styringsdel med varmtvannsystem
- Rør, deler, isolasjon pumpe, Ekspansjons kar, ventilsett
- Demontering og fjerning av gammel kjele

Pris for el-arbeid er ikke tatt med i pristilbudet. Jeg tok dermed kontakt med to firmaer for å få prisestimat på fire typer arbeid. Under er det presentert disse fire typene og firmaenes samlede prisestimat:

<u>Arbeid</u>	<u>Pris estimat</u>
Kun el-arbeid	Ca. 2000kr
Undersøkelse og utbedring av fasefølgefeil	Ca. 3000 – 20000kr
Montering og oppsett av nytt luft-vann	Ca. 6000kr
Montering og oppsett av nytt luft-luft	Ca. 8000 – 12000kr

Vi kan nå få et prisestimat for hva det kan ha kostet og fått installert det nåværende anlegget i 2013, altså cirka 152000kr.

### 6.1.2 Installering av nytt luft til vann

For å få et prisestimat for et eventuelt nytt luft til vann varmeanlegg, så er det prøvd å finne prisestimat for lignende apparater til de som allerede er installert. Det ble hentet priser fra nettet da firmaene som ble kontaktet angående de andre prisestimatene ønsket befarings og mer informasjon før de kunne gi ut et estimat som de selv kunne være fornøyd med.

Finner ikke prisestimat for CTC EcoAir 110, jeg bruker derfor prisen for CTC EcoAir 410. Dette skal være en nesten like luft-vann varmepumpe, som skal ifølge CTC kun være en nyere versjon. Pris for ny EcoAir 410 er 75600kr (Ahlseil.no, 2021).

Det ble funnet samme CTC EcoEl modell. Dette er en el kjel med en effekt opp til 14 kW. Som vist på figur 13 er forutsetningene for effektbehovet for netto varme satt til 10.5kW. Dette viser at modellen kan levere en stor nok effekt og jeg bruker derfor denne. Pris for ny lik EcoEl modell er 56290kr (vvskomplett.no, 2021)

For å finne estimert kostnad for å installere nytt lignende anlegg så må vi se på prisen for ny CTC EcoAir, EcoEl og prisen for montering og oppsett (75600 + 56290 + 6000). Vi får dermed en pris på 137890kr for nytt lignende luft-vann anlegg. Dette er kun et estimat og det er ikke tatt hensyn til om det koster noe å få demontert det gamle anlegget.

### 6.1.3 Kostnadsestimat av bytte til luft-luft bytte, med tre inne-enheter

For å få et prisestimat for et eventuelt nytt luft til luft varmeanlegg så er det prøvd å finne et kombinert anlegg som skal gi tilnærmet samme ytelser, samt gi samme besparelser når det kommer til energiforbruket. Det ble også her hentet priser fra nettet for selve ute- og inneapparaterne, av samme grunn som ved 6.1.2.

For å finne hvor mange inneapparater som trengs så må man se nærmere på eneboligens oppbygging. Boarealet er fordelt over 2 etasjer, hvor store deler av arealet i underetasjen er tilhørende en sokkelleilighet som huseier ønsker å bruke til utleie. Det vil under bli satt opp to forskjellige forslag for løsning av nytt luft til luft anlegg med prisestimat.

For å bytte til en luft til luft varmeanlegg så er det ikke nok å kun installere en varmepumpe da dagens anlegg også står for oppvarming av varmtvannet. Det må dermed installeres en varmtvannsbereder også. For å finne en varmtvannsbereder som er tilegnet boligens forbruk så har jeg forhørt meg med eier om hva han ønsker. Det ble lagt frem en tanke om at han kanskje skulle selge huset og at han ønsket å ha mulighet for å leie ut sokkelleiligheten. Jeg har derfor tatt utgangspunkt i at berederen skal litt overdimensjoneres med tanke på at muligheten for flere beboere på eiendommen. Det er også to eldre bad på eiendommen, som kan føre til et høyere vannforbruk. Ut ifra dette har jeg valgt OSO Saga S 300 varmtvannsbereder. Pris ny varmtvannsbereder 10771 uten montering, ca. 2000kr for montering. (vvskomplett.no, varmtvannsbereder, 2021)

-Forslag 1:

En utedel koblet opp imot to innedeler. En innedel plasseres i sokkelleilighet og den andre plasseres på huseier sin del av huset. For å få en så god som mulig spredning av den varme luften så kan denne settes i trappen mellom første og andre etasje. Dette er ikke en optimal løsning da den kan gi dårlig sirkulasjon i deler av huseier sin del av huset, men dette er en noe billigere løsning.

Toshiba multisplitt Daisei kai 9 er en luft til luft varmepumpe som ifølge Toshiba skal kunne gi det effektbehovet som ble utregnet i 2013. Pris for denne Toshiba-varmepumpen med en utedel og to innedeler er 36490kr uten montasje, 8000kr ekstra for montasje (Toshiba.no, 2021). Totalsum forslag 1: Varmepumpe + varmtvannsbereder + montering = 57261kr

-Forslag 2: En utedel koblet opp imot tre innedeler. En innedel tilegnet sokkelleilighet og to innedeler som er plassert strategisk på huseier sin side av huset. Det kan hende at det trengs to innedeler for å oppnå en god nok sirkulasjon over de to etasjene. Det kan også være smart med tre innedeler her da huset har mange store vinduer og det er et eldre hus hvor det ikke har blitt utført så mange utbedringer når det kommer til isolasjon av huset. Det kan derfor være større varmetap enn ved nyere lignende eneboliger.

Toshiba multisplitt Daisei kai 9 kan oppgraderes med en tredje innedel for ca. 10000kr ifølge Toshiba (Toshiba.no, 2021). Totalpris forslag 2: forslag 1 + tredje innedel = 67261kr

Forslag 1 og 2 er kun prisestimat hvor det ikke er tatt hensyn til en eventuell pris for demontering av gammelt anlegg.



## 6.2 Lønnsomhet

Ved lønnsomhetsberegning er det tatt hensyn til de forutsetninger og beregning resultater som vist på figur 13. Eier av huset har notert nøye hvor mye kWh eneboligen har brukt de 5 siste årene. Dette er daglige noteringer, som gir et klart bilde av boligens energiforbruk. Det ble også i 2019 montert en måler som leser av hvor mye av boligens totale energiforbruk som går til varmeanlegget, vi kan dermed se hvor mye av energiforbruket som faktisk går til annet enn varmeanlegget. Ved å analysere disse noteringene (Vedlegg forbruk), kan jeg se at siden energimåleren for varmeanlegget ble installert har resten av boligen kun brukt fra 130kWh de varmeste månedene til 220kWh de kaldeste månedene. Ut ifra dette har jeg valgt å sette at boligen bruker 185kWh per måned og at resten går til oppvarmingsanlegget.

For å regne på lønnsomheten trengs også hva det koster per kWh. Her er det hentet ut et gjennomsnitt av kraftpris, nettleie og avgifter for husholdninger fra ssb.no (Figur 21)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kraft og nett i alt inkl. avgifter (øre/kWh)	81,2	88,3	83,7	81,9	91,8	96,5	114,9	115,9	80,3

Figur 21, (sentralbyrå, 2021)

### 6.2.1 Lønnsomhet ved optimal drift, Luft til Vann

Lønnsomhet ved optimaldrift blir regnet ved at jeg tar utgangspunktet i de forutsetninger og beregningsresultater som er utregner ved innstallering 2013 (Figur 13). Dette betyr at jeg setter at varmeanlegget ved optimaldrift bruker 9640 kWh/år til varmepumpen og at varmepumpen da gir fra seg 31110kWh/år. For å dekke det forutsatte nettoenergibehovet på 34430kWh/år så brukes også 3490kWh/år som tilskudd fra el-kolben.

Her tar vi utgangspunkt i en årlig besparelse på 21470kWh. Denne årlige besparelsen blir satt opp imot den gjennomsnittlige prisen per kWh for hvert år fra januar 2014 til januar 2021, hentet fra figur 21.

År	kWh/år	kr/kWh	Besparelse
2014	21470	0.837	17970.39
2015	21470	0.819	17583.93
2016	21470	0.918	19709.46
2017	21470	0.965	20718.55
2018	21470	1.149	24669.03
2019	21470	1.159	24883.73
2020	21470	0.803	17240.41
Totalt	150290		142775.5

Hvis man skal følge de forutsetninger og beregningsresultater som er utregner ved instillasjonen så viser utregninger at anlegget ville hatt en besparelse på ca. 150000 kWh fra januar 2014 til januar 2021. Dette gir en besparelse på nesten 143000kr hvis man bruker tallene fra (sentralbyrå, 2021). Dette igjen gir at ved optimaldrift med de satte forutsetninger og beregningsresultater så har anlegget allerede nesten gått i null. Altså at investering og besparelser er i null.

### 6.2.2 Lønnsomhet ved dagens drift, Luft til Vann

Anlegget har den siste tiden kun gått på tilført energi fra el-kolben. Dette er en el-kolbe som skal være dimensjonert for å kunne ta hele anlegget alene. Dette kan da bli et problem på de kaldeste dagene, da jeg ved punkt 5.4 ser at el-kolben ikke leverer nok og at huseier må bruke andre oppvarmings alternativer. Jeg velger da å ikke se på hvor lang tid det vil ta før det installerte anlegget går i pluss. Med alle de ekstra kostnadene og det at varmepumpen har stått stille den siste tiden så vil dette anlegget bli sett på som et tap, så lenge ingen forbedringer/reparasjoner blir gjennomført.

Vi har ikke en fast dato på når anlegget begynte å svikte, jeg tar derfor å kun ser på hvor mye dette anlegget har kostet til nå:

-Tilbud godtatt av eier (kjøp og installasjon)	150 000kr
-El-arbeid	2 000kr
-Service etter oppdaget stopp	16 118kr
*Total kostnad Juni 2021 (varmepumpe går ikke)	<u>168 118kr</u>

Under samtalene som ble gjennomført med firmaer som skal ha kompetanse til å se på anlegget, kom de fram med en estimatpris på hva utbedring av fasefølgefeil på varmepumper kunne koste. De informerte meg at dette var en feil som kunne ha sammenkobling med en ødelagt kompressor, de kom derfor også med et prisestimat på ny kompressor og montering. Etter siste befaring kom det fram at kanskje el-kolben også kanskje burde byttes, jeg ringte så opp et av firmaene igjen for å få et estimat på hva dette også kunne koste. Under kommer en oversikt med prisestimat for de forskjellige situasjonene:

Arbeid	Totalpris
Kostnad før Juni 2021 + sjekk/utbedring av fasefeil (3000kr)	171 118kr
Kostnad før Juni 2021 + sjekk/utbedring av fasefeil + ny kompressor (12000kr)	183 118kr
Kostnad før Juni 2021 + sjekk/utbedring av fasefeil + ny el-kolbe (5000kr)	176 118kr
Kostnad før Juni 2021 + sjekk/utbedring av fasefeil + ny kompressor + ny el-kolbe	188 118kr

Hvis eier velger denne løsningen så anbefaler jeg å kun gå for sjekk/utbedring av fasefølgefeilen først. Hvis denne alarmen blir forbedret så kan man ta enda en gjennomgang av anlegget for å sjekke at det ikke er noen andre skjulte alarmer. Slikt at man er sikker på at anlegget kommer til å fungere slik det var meningen at det skulle gjøre.

\*Må påpeke at dette kun er pris estimat og at huseier må ta avgjørelsen. Han må eventuelt kontakte servicebedrifter for å se på saken og få et pristilbud fra dem.

### 6.2.3 Lønnsomhet ved bytte til Luft til Luft

Ved å ta utgangspunkt i forslag 2 fra punkt 6.1.3 skal jeg gå videre å se på prisestimat av hva et slikt anlegg kunne kostet og hvorfor dette er et godt forslag. Dette forslaget erstatter det eksisterende luft til vann anlegget og det er ikke tatt med kostnader ved eventuell fjerning av det gamle anlegget.

Luft-luft forslag 2 inneholder kjøp og montering av:

- En luft til luft varmpumpe utedel
- Tre innedeler for god fordeling av varmen rundt om i hele huset.
- En varmtvannsbereder som er stor og effektiv nok til å forsyne flere med varmtvann. Det er tatt hensyn til at eier har nevnt at han ønsker å leie ut sokkeleiligheten, samt at han ønsker at det ikke skal være et problem for andre hvis han en dag skulle selve eneboligen. Altså muligheten for varmtvann til flere personer.

\*Totalpris forslag 2 er i underkant av 70 000kr.

## 7 Konklusjon

Gjennom oppgaven har jeg lagt fram de alarmer og feilene jeg fant, samtidig som jeg har utelukket andre årsaker til hvorfor EcoAir anlegget har stoppet og hva som kan gjøres videre for å forbedre situasjonen. Alle priser jeg har kommet med er kun et estimat, eier må ta kontakt med servicebedrifter og få et pristilbud for å se sikrere priser. De forbedringsforslagene jeg kommer med skal kun brukes som en hjelp for huseier, slik at han selv kan velge å gjøre det han føler kan være den beste løsningen for sin bolig.

Problemstillingen til oppgaven er:

«Hva kan være årsaken til at varmepumpen sluttet å gå, og hva kan gjøres for å forbedre dagens situasjon?»

### 7.1 Eksisterende feilmeldinger med forbedringsforslag

---

Det var to aktive alarmer på anlegget, så det ble sett nærmere på hva som kan gjøres for å utbedre disse. Det ble også gjennomført kontroll av andre uaktiverede alarmer for å utelukke at de kunne ha noe med de aktive alarmene å gjøre.

De aktive alarmene er *fasefølgefeil kompressor* og *pressostat høytrykk*. Gjennom å sjekke flere mulige årsaker har jeg klart å snevre søket inn mot en spesifikk årsak. Pressostat høytrykk alarmer har mest sannsynlig oppstått ved at kompressoren har skrudd seg av og dette kan ha en sammenheng med Fasefølgefeil alarmer.

Fasefølgefeil alarmer kan oppstå ved at kompressoren går feil vei, at anlegget er i en annen modus enn automatikkmodus og hetgasstemperaturen ikke åker med mer enn 5°C de første 50 sekundene etter at kompressoren har startet. Det er ikke gjort noe som kan ha ført til retningsendring på kompressoren og anlegget står i automatikkmodus, så da gjenstår hetgasstemperaturen. Hvis det er hetgasstemperaturen som ikke har økt raskt nok så er det mest sannsynlig feil på kompressoren. Her ville jeg ha ringt en elektriker for å få et tilbud på sjekk/utbedring av fasefølgefeil. Hvis fagmannen klarer å fikse fasefølgefeilen så må anlegget analyseres deretter hvis det fortsatt er noen aktive alarmer. Det ble funnet prisestimat på retting av fasefølgefeil ved å snakke med to servicebedrifter. Var det kun retting av fasefeil så kostet dette cirka 3000kr, men kunne fort koste opp mot 20000kr hvis noen deler måtte byttes ut.

Gjennom kartleggingen ble det også lagt merke til at innnetemperaturen flere ganger ikke nådde 22°C som er det huseier ønsker. Dette er min første indikator på at el-kolben som er den eneste fungerende varmekilden per 02.05.21, ikke fungerer slikt den skal. Enda en sak som peker imot at el-kolben begynner å svikte er når returtemperaturen ble sunket til 20°C den 28.05, og at denne temperaturen ikke har økt noe ved siste gjennomførte måling 09.06.21. Utetemperaturen har også ligget rundt 20°C i denne perioden, så det skal ikke være noen grunn til at el-kolben hadde hatt problemer med å varme opp vannet hvis den hadde fungert.

## 7.2 Reparasjon/bytte

---

Her skal jeg legge frem tre ulike forslag til utbedringer med prisestimat. Viktig å huske at dette er prisestimat og ikke ferdige pristilbud fra servicebedrift.

-Første forslag til utbedring er å leie inn en fagmann til å se på fasefeilen på det eksisterende anlegget og prøve å fikse anlegget derfra. Her fikk jeg et prisestimat på mellom 3000-20000kr, dette variere på hvor mye som må gjøres og om det er noen dyre deler som må byttes ut. Med det jeg har sett i oppgaven så må man mest sannsynlig bytte ut både kompressoren og el-kolben. Dette blir sett på som dyre deler og dermed ligger mitt prisestimat på opp imot de 20000kr. Totalkostnad før utbedringer er på 168 118kr, dette gjelder hovedtilbudet, el-arbeidet ved installasjon og tre servicer.

Med alle de ekstra kostnadene og det at varmpumpen har stått stille den siste tiden så vil det eksisterende anlegget bli sett på som et tap, så lenge ingen forbedringer/reparasjoner blir gjennomført.

-Andre forslag er å kjøpe inn helt nytt luft-vann anlegg. Dette er samme type anlegg som det som er installert i dag. Jeg har sett på så like apparater som de som er installert i dag, dette er tatt utgangspunkt i samme modeller, men nyere versjoner. Disse apparatene har et prisestimat på 137890kr. Her er det regnet med kjøp av apparatene og montering av nytt, men ikke demontering av eksisterende. Ved å bruke de forutsetninger og beregningsresultater som er utregner ved innstallering 2013 (Figur 13) har jeg kommet fram til at denne investeringskostnaden vil være tjent inn ved besparelser av strømkostnader i løpet av 6-7 år. Et slikt anlegg kan ha en levetid opp mot 15 år, så hvis man er heldig så kan denne løsningen tjene inn for både investeringskostnaden av det nye og det gamle luft-vann anlegget.

-Tredje og siste forslag er å bytte til luft til luft varmepumpe. Det er gjennom oppgaven sett på hva som kan være beste løsningen for en luft til luft varmeanlegg til denne eneboligen. Det er valgt å bruke tre innedeler koblet til en hoved-utedel. Det er valgt 3 innedeler for å oppnå best mulig spredning av varmen rundt om i huset.

Hvis anlegget skal byttes til luft-luftvarmepumpe må det også installeres en varmtvannsbereder. Her er det valgt en stor og effektiv bereder som er dimensjonert for flere personer. Dette er gjort med ønske fra huseier om å mulighet til å leie ut sokkelleilighet, samtidig som at denne tanken ikke trengs å byttes hvis det en gang i fremtiden skulle ha flyttet inn en stor familie. Pris estimat på dette var i underkant av 70000kr.

Tilbakebetalingstiden på forslag 3 er cirka det samme som ved forslag 2. Det som er forskjell her, er at det vil ta enda lenger tid å få investeringskostnaden til det anlegget som er installert juni 2021.

Grunnen til at jeg velger å anbefale å se på forslag 3 er at luft til luft varmepumpe kan også brukes for kjøling på varme sommerdager, men da dette kan være noe dyrere enn vanlig varmemodus. Ved luft til luft anlegg med flere enheter vil det også være to innedeler som kan være operativ hvis den tredje har problemer og trenger service.

## 8 Veien videre

Her skal det bare nevnes hva som kan ses på videre når huseier har fått sett på det forslaget han føler at er best for sin bolig.

-Uansett valg så er det viktig å kontakte servicebedrift for å høre hva de tenker og derfra få pristilbud. Det legges ved at det også går å få støtte fra ENOVA på opptil 150 000kr for å gjøre tiltak som øker energimerket til huset.


-Da det var varmt ute når jeg hadde befaringer valgte jeg å ikke bruke varmekamera, men dette kan brukes for å se om det er enkelte deler av huser som har større varmetap enn resten.

## 9 References

- Ahlsell.no. (2021, Juni 10). *CTC EcoAir 410*. Retrieved from Ahlsell: <https://www.ahlsell.no/33/vvs-teknisk-produkter/varme/varmepumper-luftvann/8200868/>
- CTC. (2012). *EcoEl, FDV-dokument*. August.
- CTC. (2012). *Installasjonsvisning EcoEl 1550*.
- CTC. (2021, Juni 3). *Luft-Vann-Varmepumpe*. Retrieved from CTC: <https://ctc.no/produkter/luft-vann-varmepumper>
- CTC. (August 2012). *EcoAir V3, FDV-dokument*.
- Hundy, G., Trott, A., & Welch, T. (2016). *Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps*. Butterworth-Heinemann. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/book/9780081006474/refrigeration-air-conditioning-and-heat-pumps#book-info>
- Karlsson, K. (2006). *CTC EcoEl Ferrofil*. Ljungby, Sweden: CTC Eneritech AB. Retrieved Mai 29, 2021
- Norsk Varmepumpeforening. (2017). *Veksten fortsetter for varmepumper i Norge*. Retrieved Mai 3, 2021, from NOVAP: <https://www.novap.no/artikler/artikler-veksten-fortsetter-for-varmepumper-i-norge>
- Norsk Varmepumpeforening. (2018). *Slik virker en varmepumpe*. Retrieved Mai 5, 2021, from NOVAP, varmepumpeinfo.no: <https://www.varmepumpeinfo.no/verdt-a-vite-om-varmepumper/slik-virker-en-varmepumpe>
- NRK-meteorologisk-institutt. (2021, Juni 14). *været 28.05 til 09.06, sverresborg målestasjon*. Retrieved from yr.no: <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/1-211102/Norge/Tr%C3%B8ndelag/Trondheim/Trondheim?q=siste-30-dager>
- Prenøk 4.7*. (1997). Skarland Press.
- sentralbyrå, S. (2021, Juni 12). *Elektrisitetpriser 2012-2020*. Retrieved from ssb.no: <https://www.ssb.no/statbank/table/09007/tableViewLayout1/>
- Toshiba.no. (2021, Juni 14). *Toshiba Multisplitt Daiseikai 9*. Retrieved from Toshibavarmepumper.no: <https://www.toshibavarmepumper.no/varmepumper-luft-luft/toshiba-multisplitt-daiseikai-9/>
- vvskomplett.no. (2021, Juni 10). *CTC EcoEl*. Retrieved from vvskomplett: <https://vvskomplett.no/ctc-elektrokjel-8200812>
- vvskomplett.no, varmtvannsbereder. (2021, Juni 14). *OSO Saga S 300*. Retrieved from vvskomplett.no: [https://vvskomplett.no/oso-saga-express-bereder-sx-300-5-5-kw?gclid=CjwKCAjw2ZaGBhBoEiwA8pfP\\_jRV7cbE7U-kcP1y3I5xSLdQ1ICvesZCFxFqb\\_9fa8xIQAYITEHiTBoCIUOQAvD\\_BwE](https://vvskomplett.no/oso-saga-express-bereder-sx-300-5-5-kw?gclid=CjwKCAjw2ZaGBhBoEiwA8pfP_jRV7cbE7U-kcP1y3I5xSLdQ1ICvesZCFxFqb_9fa8xIQAYITEHiTBoCIUOQAvD_BwE)
- Zijdemans, D. (2012). *Vannbaserte oppvarmings- og kjølesystemer*. Skarland Press.

## 10 Vedlegg

Vedlegg tilbud 2013



**LØHRE VVS AS**

Lohre VVS AS  
7290 Støren  
Postboks 45 - 7291 St  
Telefon: 72 43 12 31  
Telefaks: 72 43 19 85  
Bankgiro: 4342 08 00  
No. 980 397 009 MVA  
www.lohrevvs.no  
Epost: post@lohrevvs.no

Hans Osnes  
Stareveien 8  
7022 Trondheim

Støren, den

281212

**Pristilbud Luft/ Vann Varmepumpeystem, Fjerning av Kjel**

Viser til hyggelig befarng og kan på bakgrunn av denne og nedenfor spesifikasjon tilby Dem ett CTC Luft/ Vann Varmepumpeanlegg levert og montert for **kr. 150.000,- inkl.mva**

**Spesifikasjon**

Mont av CTC Ecoair 110 varmpumpe  
Mont av CTC Ecoel 1550 Styringsdel med varmtvannsystem  
Rør/ deler/ isolasjon Pumpe ,Eksp kar, ventilsett  
Montering  
Demont og fjerning av Gammel kjele

**Unntatt i prisen er El arbeider, Fjerning av oljetank,samt eventuell forseglng av pipe**

**Det er ikke tatt hensyn til støtte ifra Enova**

**I Henhold til vedlagte beregninger kan du spare inn 21100 kwt / pr år**

Arbeidet vil ta ca 2-2,5 dager og da er det viktig at vi planlegger dette slik at dette blir utført samtidig som du går tom for olje  
Det må også avklares med Elektrikker at det er nok strøm i huset til å drive anlegget dvs en kurs på 32 Amp.Dette er noe som jeg kan bistå med( Også valg av Elektrikker)  
Samtidig kan det være greit å få et overslag/ pristilbud fra Elektrikker., slik at det ikke kommer noen overraskelser i etterkant





HANS OSNES  
STAREVEIEN 8  
7022 TRONDHEIM

Løhre VVS AS  
Spjeldbakkan 18  
7290 STØREN

Telefon 72 43 12 37  
E-post post@lohrevvs.no  
Web www.lohrevvs.no  
Foretaksreg. NO 980 397 009 MVA

## Faktura

Faktura nr. 18780  
Kundenr 39891  
Fakturadato 29.07.19  
Forfall 08.08.19  
Ordre nr. 18094  
Levert dato 18.01.19

V/HANS  
SJEKK OG INJUSTERING AV VARMEPUMPE  
RØRL: MORTEN. montering av Filter

Beskrivelse	Mengde	Enh	Enh. pris	Rabatt	Beløp
<b>MEDGÅTT MATERIELL</b>					
28 INOXPRES BEND 90 M/2 MUFFER	1,000	STK	332,80	25,00%	249,60
28X1 STEELPRES TIPPUNION	2,000	STK	413,60	25,00%	620,40
Protector fluid + 500ml	3,000	stk	144,00		432,00
Cleaner fernox 500ml	3,000		192,00		576,00
Fernox 1" filter for varmeanlegg	1,000		720,00		720,00
<b>SUM MEDGÅTT MATERIELL</b>					<b>2 598,00</b>
<b>MEDGÅTT ARBEID</b>					
ARBEIDE	3,000	tim	640,00		1 920,00
KOSTNADER SERVICEBIL	0,500	STK	1 000,00		500,00
<b>SUM MEDGÅTT ARBEID</b>					<b>2 420,00</b>
<b>TOTALT EKSKL. MVA.</b>					<b>5 018,00</b>
Øreavrunding					0,40
MERVERDIAVGIFT 25.0%					1 254,60
<b>TOTALT INKL. MVA.</b>					<b>6 273,00</b>

## Vedlegg Tellefsen

**Brødrene Tellefsen A/S**  
Fossegrenda 16 E  
7038 TRONDHEIM

**Hans N Osnes**  
Starevegen 8  
7022 TRONDHEIM  
Deres ref.:

### Faktura

Telefon 90990282  
Telefaks  
Org.nr. 986223924  
Girokonto  
Vår ref. Roger T  
Fakturadato 02.02.2020  
Forfallsdato 16.02.2020  
E-Mail rogertellefsen67@gmail.com

Side 1 av 1

Varenr	Betegnelse	Antall	Stk. pris	Rabatt	Total eks MVA	Total inkl MVA
1	Service på varmepumpe	3,00	814,00		2.442,00	3.052,50
4	Service bil	1,00	350,00		350,00	437,50
7	Kjølemiddel R407C	0,50	1.200,00		600,00	750,00
10	R407C Avgift	0,50	886,93		443,47	443,47*
12	Faktura gebyr	1,00	69,00		69,00	86,25

*Bet.*

Varer markert med * er avgiftsfri vare/tjeneste	
Netto	3.904,47
MVA grunnlag	3.461,00
MVA 25.00%	865,25
Øreavrunding	
Sum	4.769,72

## Vedlegg K.Lund



Hans Osnes  
Starevegen 8  
7022 TRONDHEIM

Arbeidssted: Starevegen 8

### K. Lund AS

POSTBOKS 2433, TORGARDEN  
N-7005 TRONDHEIM  
Besøksadresse  
Foretaksregisteret  
Tempeveien 15  
NOS17810346mva  
73 93 00 00  
Bankgiro  
IBAN  
BIC/SWIFT  
Internet  
e-post: firmapost@klund.no

FAKTURA NR: 202238  
FAKTURADATO 13.05.20  
FORFALLSDATO 23.05.20  
ORDRESEDEL 407105

Deres ref. Vår ref. STRØM ØYSTEIN Avdeling 1 Kundenr. 48281

Varenr.	Varetekst	Antall	Pris	Rabatt/Påslag	Belep
	Mangler varmt vann fra vp anlegg Sjekk og feilsøking på varmepumpe.				
ARBEID		4,00	870,00		3.480,00
SERVICEBIL		4,00	145,00		580,00

Gr.lag MVA 4.060,00 MVA % 25,00 MVA Belep 1.015,00 TOTAL I NOK 5.075,00

Vedlegg, forbruk notater fra eier

-Forbruk 2017 og 2018

Forbrukshistorikk på måler 6970631403753396 / 269014632 / 152920182 i perioden 01.01.2017 - 06.01.2019

År	Periode	Forbruk	Forbruk per dag	Målerstand	Avlesningsdato	Avlesningsmåte
2018	01.01.2018 - 01.01.2019	22979 kWh	43 kWh			
	15.12.2018 - 01.01.2019	2458 kWh	145 kWh	12607	01.01.2019	Elektronisk overførsel
	01.12.2018 - 15.12.2018	1952 kWh	139 kWh	10149	15.12.2018	Elektronisk overførsel
	15.11.2018 - 01.12.2018	2048 kWh	128 kWh	8197	01.12.2018	Elektronisk overførsel
	14.11.2018 - 15.11.2018	200 kWh	200 kWh	6149	15.11.2018	Elektronisk overførsel
	01.11.2018 - 14.11.2018	1276 kWh	98 kWh	5949	14.11.2018	Avlest av kunde
	15.10.2018 - 01.11.2018	1646 kWh	97 kWh	4673	01.11.2018	Elektronisk overførsel
	01.10.2018 - 15.10.2018	989 kWh	71 kWh	3827	15.10.2018	Elektronisk overførsel
	15.09.2018 - 01.10.2018	848 kWh	53 kWh	2038	01.10.2018	Elektronisk overførsel
	01.09.2018 - 15.09.2018	382 kWh	27 kWh	1190	15.09.2018	Elektronisk overførsel
	17.08.2018 - 01.09.2018	445 kWh	30 kWh	808	01.09.2018	Elektronisk overførsel
	01.08.2018 - 17.08.2018	357 kWh	22 kWh	363	17.08.2018	Elektronisk overførsel
	30.07.2018 - 01.08.2018	6 kWh	3 kWh	6	01.08.2018	Elektronisk overførsel
	01.07.2018 - 30.07.2018	97 kWh	3 kWh	261507	30.07.2018	Avlest av installatør
	01.06.2018 - 01.07.2018	925 kWh	31 kWh	261410	01.07.2018	Stipulert
	01.05.2018 - 01.06.2018	688 kWh	22 kWh	260485	01.06.2018	Avlest via SMS
	01.04.2018 - 01.05.2018	1791 kWh	60 kWh	259797	01.05.2018	Avlest via SMS
	01.03.2018 - 01.04.2018	1997 kWh	64 kWh	258006	01.04.2018	Stipulert
	01.02.2018 - 01.03.2018	2510 kWh	90 kWh	256009	01.03.2018	Avlest via SMS
	01.01.2018 - 01.02.2018	2364 kWh	76 kWh	253499	01.02.2018	Avlest via SMS
2017	01.01.2017 - 01.01.2018	17820 kWh	49 kWh			
	01.12.2017 - 01.01.2018	2439 kWh	79 kWh	251135	01.01.2018	Avlest via SMS
	01.11.2017 - 01.12.2017	2269 kWh	76 kWh	248696	01.12.2017	Avlest via SMS
	31.10.2017 - 01.11.2017	55 kWh	55 kWh	246427	01.11.2017	Stipulert
	01.10.2017 - 31.10.2017	1468 kWh	49 kWh	246372	31.10.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)
	01.09.2017 - 01.10.2017	732 kWh	24 kWh	244904	01.10.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)
	01.08.2017 - 01.09.2017	594 kWh	19 kWh	244172	01.09.2017	Avlest via SMS
	01.07.2017 - 01.08.2017	455 kWh	15 kWh	243578	01.08.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)
	01.06.2017 - 01.07.2017	569 kWh	19 kWh	243123	01.07.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)
	01.05.2017 - 01.06.2017	891 kWh	29 kWh	242554	01.06.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)
	30.04.2017 - 01.05.2017	49 kWh	49 kWh	241663	01.05.2017	Stipulert
	01.04.2017 - 30.04.2017	1570 kWh	54 kWh	241614	30.04.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)
	01.03.2017 - 01.04.2017	2180 kWh	70 kWh	240044	01.04.2017	Innrिंगt avlesen av kunde (tif.avlest)

rønderEnergi Nett  
 Org.nr. 978631029  
 telefon: 07250

-Forbruk februar 2020

NATT	UFE - TEMP			E.VÆRDET	FORBR.	PUMPA	FORBR.
	8 <sup>00</sup>	15 <sup>00</sup>	23 <sup>00</sup>				
3/4				39934		20556	
1/2	2 <sup>6</sup>	2 <sup>2</sup>	0 <sup>4</sup>	39997	63	20613	57
	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	1 <sup>4</sup>	40062	65	20672	59
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	0 <sup>9</sup>	40137	75	20742	70
	5 <sup>6</sup>	4 <sup>9</sup>	0 <sup>7</sup>	40217	80	20813	71
	0 <sup>4</sup>	0 <sup>6</sup>	2 <sup>1</sup>	40289	72	20878	65
	0 <sup>0</sup>	7 <sup>1</sup>	0 <sup>9</sup>	40366	77	20948	70
	1 <sup>0</sup>	1 <sup>0</sup>	3 <sup>2</sup>	40432	66	21008	60
	7 <sup>4</sup>	4 <sup>6</sup>	2 <sup>1</sup>	40502	70	21072	64
9/2	1 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	4 <sup>1</sup>	40559	57	21124	52
	3 <sup>7</sup>	1 <sup>9</sup>	2 <sup>0</sup>	40620	61	21180	56
	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	0 <sup>1</sup>	40690	70	21245	65
	1 <sup>5</sup>	2 <sup>5</sup>	0 <sup>4</sup>	40764	74	21313	68
	7 <sup>6</sup>	3 <sup>6</sup>	1 <sup>8</sup>	40838	74	21381	68
	3 <sup>1</sup>	3 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	40914	76	21451	70
	0 <sup>7</sup>	1 <sup>3</sup>	3 <sup>0</sup>	40979	65	21509	58
	4 <sup>9</sup>	4 <sup>1</sup>	3 <sup>4</sup>	41033	54	21556	47
	0 <sup>8</sup>	2 <sup>1</sup>	5 <sup>2</sup>	41089	56	21607	51
	2 <sup>0</sup>	1 <sup>2</sup>	1 <sup>7</sup>	41153	64	21666	59
	0 <sup>5</sup>	0 <sup>6</sup>	1 <sup>3</sup>	41222	69	21728	62
	4 <sup>9</sup>	0 <sup>3</sup>	3 <sup>3</sup>	41288	66	21789	61
	2 <sup>1</sup>	1 <sup>1</sup>	5 <sup>2</sup>	41347	59	21844	55
	0 <sup>6</sup>	1 <sup>0</sup>	2 <sup>0</sup>	41415	68	21902	68
	0 <sup>2</sup>	0	1 <sup>3</sup>	41482	67	21963	61
		0 <sup>9</sup>	1 <sup>0</sup>	41553	71	22027	64
		1 <sup>3</sup>	0	41638	85	22100	73
		9 <sup>2</sup>	1	41721	83	22174	74
		8 <sup>5</sup>	3 <sup>7</sup>	41804	83	22249	75
					X		X

-Forbruk juni 2019

2019		MÅLER TOTAL	FORBRUK TOTAL	LØNNE MÅLER	V PUMP FORBRUK	UTETEMP. 8° 15°		2820	RADINS	REIN VANN	→	↓
31/5		25413		7444								
1/6		25446	33	7472	28	4°	8°	6°	45	40	KL	
		25477	31	7498	26	9°	10°	8	46	40	↓	
		25493	21	7511	13	9°	10°	10	35	36		
		25507	14	7519	8	13°	16	10°	20	21	85°	30
		25528	16	7530	11	18°	15	9°	20	21		
		25534	11	7537	7	15	17	13°	20	21	8°	23
PINSE		25545	11	7544	7	21	24	19°	20	21		
"		25565	20	7560	16	15	11	10	35	33		
9/6		25576	11	7565	5	12°	15	16	23	23	8°	25
		25598	22	7584	19	20°	18°	11°	21	21	"	21
		25613	15	7595	11	10°	12	10	35	33	9°	36
		25625	12	7603	8	14	14	12	21	23	8°	28
		25650	25	7622	19	14	13	11	21	22	9°	23
		25663	13	7631	9	10	15	12	21	23	8°	35
		25674	11	7638	7	15	18	13	20	22	8°	30
		25682	8	7642	4	23	19	17	21	23	8°	30
		25694	12	7650	8	22	22	13°	21	22	8°	22
		25707	13	7659	9	12	16	13	21	22	8°	31
		25721	14	7668	9	12	16	10	20	21	7°	32
		25730	9	7672	4	17	-	13	20	21	8°	25
		25769	18	7703	14	13	18	13	20	21	8°	30
1/6		25787	18	7716	13	12	13°	9°	20	22	8°	30
		25806	19	7732	16	14	12	9	27	28	8°	33
		25822	16	7743	11	15	14°	11	20	21	8°	30
		25844	22	7760	17	12	148	12	20	21	7°	30
		25871	27	7783	23	13	14	10	35	37	8°	30
		25897	26	7803	20	10	12	9°	36	37	8°	30
		25920	23	7822	19	10°	13	11	33	33	8°	30
		25943	23	7840	18	10°	12°	11	32	33	8°	30
		590 kWh		396 kWh		11-05		135 kWh				
		TOTAL		PUMPE								
1/6		+2	4371	50	24209	53						
		+08	43980	61	24271	62						
		-01	44048	68	24335	64						
		-10	44117	69								

UTETEMP		V/PUMPA		Tot. FORBR.	FORBR. PUMPA	AVLESING 30/11	
NATT	8 <sup>00</sup>	15 <sup>00</sup>	23 <sup>00</sup>			E. VERNET	
1/12	÷16	0°	01	÷17	139	132	34397
	÷18	÷13	÷18	÷09	140	134	15475
	0°	07	3 <sup>3</sup>	47	129	119	
4/12	3.6	1.7	2.5	1.6	104	97	
	07	10	14	0°	137	131	
	06	12	12	10	98	93	K.LUND
7/12	0°	÷09	+01	06	62	57	
	÷17	÷38	÷16	÷15	95	84	
	÷22	÷46	÷23	÷23	105	97	
4 <sup>30</sup>	÷23	÷21		+14	122	112	
11/12	+37	+24	+22	+28	69	59	K.LUND
	+21	+33	+28	+18	74	64	
	÷20	÷27	÷14	+07	104	95	
	+17	+19	+18	+15	70	65	
15/12	+09	+10	+04	÷05	82	76	
	÷18	-15	÷16	÷19	112	106	
	÷26	÷25	-33	÷31	132	126	
	-31	-32	0	-18	130	122	
	÷39	÷42	÷11	+02	126	119	
	+24	÷11	+09	+34	103	96	
	+36	+31	+30	+27	61	55	
		+15	+13	÷02	70	62	
23/12	÷20	÷11	÷24	÷56	124	116	
	÷62	÷49	÷58	÷7	136	126	
		÷58	-35	÷25	127	120	FYRT PÅ PEISEN
	÷17	÷15	+06	÷08	116	108	
	÷11	÷50	÷62	÷61	129	119	
28/12	÷4	÷14	-06	+15	127	113	
	+21	+28	+5	+41	63	53	
	+26	+28	+4	23	64	59	
31/12	+19	+09	+11	+30	86	74	

R 23  
KAD  
20  
20  
21  
33  
31  
22  
21  
20  
20  
20  
20  
38  
35  
20  
20  
20  
20  
20  
20  
20  
20

DESEMBER:  
TOT 2236 kWh

-Forbruk Mai 2021

	KL. 24 <sup>h</sup> MÅLBR TOTAL	24 Tim FORBRUK	KL. 24 <sup>h</sup> LØSRE MÅLBR	V. PUMPA FORBRUK	KL 24 <sup>h</sup> TEMP UTE	TEMP INNE	RAD.	
1/5 Omsk								
2/5 Tor								
3/5 FROD	24332		6504,82		1°	22°	37	TEMPORARI
4/5 LKS	24425	93	6592,76	87,94	2°	22°	50	TEMPERATUR
5/5 SØN	24509	84	6672,21	79,45	1°	23°	45	20/4
6/5 MAN	24553	44	6713,75	41,54	6°	22°	50	KL. 8 <sup>m</sup> - 15°
7/5 TIR	24580	27	6737,55	23,80	3°	23°	42	25/4
8/5 ONS	24643	83	6757,00	19,45	2°	23°	35	28/4
9/5 TOR	24705	62	6850,70	93,70	3°	23°	95	30/4
10/5 FRI	24753	48	6892,90	42,25	7°	22°	36	31/4
11/5 LØR	24757	35	6921,72	28,77	5°	23°	32	32/4
12/5 SØN	24830	43	6930,80	29,08	5°	22°	40	33/4
13/5 M	24878	46	7001,62	40,82	2°	23°	40	34/4
14/5 TIR	24929	58	7049,85	48,23	2°	23°	40	35/4
	24973	44	7087,65	37,80	7-11	23°	32	36/4
	25002	29	7110,29	22,64	8-12	23°	35	37/4
	25029	27	7133,12	22,83	8-18	24°	30	38/4
	25048	19	7145,07	11,95	14	24°	20	39/4
14/5	25061	13	7154,20	9,13	15°	24°	20	40/4
	25072	11	7159,25	5,05	13°	24°	20	41/4
15/5	25083	11	7165,57	6,32	13°	24°	20	42/4
	25091	8	7169,71	4,14	15°	24°	20	43/4
	25100	9	7174,45	5,71	16°	24°	20	44/4
16/5	25112	10	7179,90	4,54	15°	24°	20	45/4
17/5	25124	14	7190,16	11,17	8°	24°	21	46/4
	25164	35	7220,41	30,25	6°	24°	40	47/4
	25201	37	7252,70	32,34	5°	24°	44	48/4
	25233	37	7285,05	32,75	3°	24°	43	49/4
	25279	41	7322,60	34,13	3°	23°	42	50/4
	25317	38	7357,26	34,60	6°	23°	41	51/4
	25360	43	7395,38	38,12	3°	23°	44	52/4
18/5	25413	53	7444,85	48,97	6°	23°	45	53/4
TOTAL FORBRUK		3/5 - 3/1		1081 kWh				
V. PUMPA				939,69				

