

Analyse av feltmålinger av varmepumper i boliger

Enova SF

Status: **Endelig utgave**
Dato: 18.03.2015
Utarbeidet av: **Linda P. Haugerud, Ingvild Lien**
Oppdragsgiver: Enova SF

Rapport

Oppdragsgiver: Enova SF
Dato: 18.03.2015
Prosjektnavn: Analyse av feltmålinger av varmepumper i boliger
Dok. ID: 32074-00054-0.1
Tittel.: **Analyse av feltmålinger av varmepumper i boliger**
Deres ref: Helle Grønli
Utarbeidet av: Linda P. Haugerud, Ingvild Lien
Kontrollert av: Johan Grinrød
Status: Endelig utgave

Sammendrag:

Enova ønsket å vite hva som kjennetegner gode og dårlige varmepumpeanlegg i praktisk bruk. I den forbindelse har Enova i samarbeid med Norsk VVS Energi- og Miljøteknisk Forening gjennomført feltmålinger av varmepumper i eneboliger. Energibruk til drift av varmepumper er per i dag lite dokumentert og Enova ønsker en bedre oversikt over faktisk energibruk til vannbårne varmepumper med tilhørende årsvarmefaktorer. VVS-foreningen har i samarbeid med Enova etterinstallert målere i 15 eneboliger i området Oslo/Bærum i perioden 2012 - 2013. Denne rapporten analyserer målte timesverdier for 2014.

Norsk Energi (NE) har gjennomført befaringer av anleggene for å verifisere målerplassering, samt opptegning av systemskisse for de 15 anleggene. Videre har NE gjennomført en analyse av måledata for 2014 relatert opp mot systemskissene.

Oppsummering av funn ifm feltmålingene:

- Luft/vann varmepumpeanleggene i studien har en gjennomsnittlig årsvarmefaktor på 1,73 med en variasjon fra 1,14 til 2,27.
- Væske/vann varmepumpeanleggene i studien har en gjennomsnittlig årsvarmefaktor på 2,44 med en variasjon fra 1,51 til 3,97.
- Årsvarmefaktor for væske/vann varmepumpeanlegg er 0,71 bedre enn for luft/vann anlegg i studien. Dette var et forventet resultat da temperaturen på varmeopptakskilden for væske/vann varmepumper er høyere i perioder med høyt varmebehov.
- SPF_A (Seasonal Performance Factor¹) faktoren er avhengig av andel tappevann, særlig om sommeren da denne andelen er veldig stor. SPF_A faktoren synker ved økende andel tappevann, samtidig med generelt lavt effektbehov. Dette fordi tappevann krever høy turtemperatur fra varmepumpen i sommerperioden når turtemperaturen til varmeanlegget er lav, noe som reduserer anleggets varmefaktor.
- SPF_A faktoren er avhengig av riktig dimensjonert varmepumpeanlegg. Overdimensjonerte og underdimensjonerte anlegg i vårt utvalg har en lavere SPF_A faktor.
- SPF_A faktoren er avhengig av temperaturen på varmeopptakskilden.

¹ Seasonal Performance Factor (SPF) er varmefaktoren for varmepumpeanlegget. SPF_A er varmefaktoren som inkluderer all elektrisitet til anlegget, slik som el til kompressoren, brinepumpe, sirkulasjonspumpe(r), spisslast i varmepumpe, akkumulator og bereder.

-
- SPF_A faktoren er avhengig av temperaturen på varmeavgivelsessystemet. Lavtemperaturanlegg har høyere årsvarmefaktor enn anlegg som krever høy turtemperatur.
 - SPF_A faktoren for luft/vann er avhengig av utetemperaturen, men også behovet for avriming av utedelen fører til en lavere SPF_A faktor.
 - Hvis kompressor kun kan styres av/på bør det i mange tilfeller installeres akkumulatortank. Dette gjelder særlig der det er stor variasjon i effektbehovet. Turtallsregulert pumpe er også en fordel for anlegget.
 - Hvis kompressoren kan styres trinnløst mellom min og maks effekt, er det mulig å oppnå høy SPF_A faktor uten akkumulatortank.
 - Vannbåren gulvvarme på badrom gir økt effektbehov om sommeren da disse rommene har varmebehov året rundt. Dette kan føre til en forbedring av årlig SPF_A faktor da varmepumpen kan oppnå høyere brukstid om sommeren.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Formål	6
1.3	Forutsetninger.....	6
2	Varmepumper; energileveranse og årsvarmefaktorer	7
2.1	Årsvarmefaktorer.....	7
2.1.1	Bergvarme	7
2.1.2	Luft /vann	8
3	Befaringer.....	10
3.1	Metodikk befaringer	10
3.2	Målerovervåkning	11
3.3	Oppsummering anlegg og målerovervåkning	11
3.4	Erfaringer fra befaringene	13
4	Målemetodikk	15
4.1	Målepunkter.....	15
4.2	Komplettering av måleserier	16
5	Systemgrenser	18
6	Analyse av måledata	20
6.1	Døgnmiddeltemperatur 2014.....	20
6.2	SPF faktor over året.....	21
6.2.1	SPF_A faktor over året for alle anlegg	21
6.2.2	SPF_B og SPF_C faktor over året for utvalgte anlegg	22
6.3	Månedlig SPF_A faktor for alle anleggene	23
6.4	Tappevannsforbruk.....	28
6.5	Temperatur på varmeopptakskrets	30
6.6	Turtemperatur varmeavgiverkrets	32
6.7	Innetemperatur.....	37
6.8	Luftfuktighet ute.....	38
6.8.1	Avrimingssekvenser.....	38
6.8.2	Endring i luftfuktighet.....	38
6.9	Størrelse varmepumpen.....	40
6.9.1	Effektdekning.....	41
6.9.2	Brukstid for maks effekt	42
6.9.3	SPF_A vs daglig energibehov	44
6.10	Energibruk	45

6.11	Videre analyser av varmepumpeanlegg	48
7	Gode og dårlige varmepumpeanlegg	49
7.1	Kritiske faktorer for anleggets prestasjonsnivå	49
7.1.1	Varmepumpesystem	49
7.1.2	Varmepumpemodell	49
7.1.3	Størrelse på varmepumpe	49
7.1.4	Systemoppbygging og styring	49
7.1.5	Turtemperatur	50
7.1.6	Temperaturnivå på varmeopptakskilde	51
7.1.7	Isolasjon i teknisk rom	51
7.2	Kjennetegn for et godt varmepumpeanlegg	51
7.3	Kjennetegn for et dårlig varmepumpeanlegg	51
8	Konklusjon	52
9	Vedlegg	52

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Enova ønsker å vite hva som kjennetegner gode og dårlige varmepumpeanlegg i drift, og i den forbindelse har Enova i samarbeid med Norsk VVS Energi- og Miljøteknisk Forening (heretter kalt VVS-foreningen) gjennomført feltmålinger av varmepumper i eneboliger. Energibruk til drift av varmepumper er per i dag lite dokumentert og Enova ønsker en bedre oversikt over faktisk energibruk til varmepumper og deres tilhørende årsvarmefaktorer. Det er etterinstallert målere (som vist i Figur 2) i 15 eneboliger i området Oslo/Bærum i perioden 2012 - 2013. Alle anleggene har målinger for hvert 5. minutt for 2014.

Denne rapporten sammenstiller erfaringer fra feltmålingene, samt analyser av måleverdier med hensyn på årsvarmefaktor. På bakgrunn av dette belyses hva som kjennetegner gode varmepumpeanlegg og problemanlegg.

1.2 Formål

Formålet med dette prosjektet er å analysere feltmålinger for varmepumpeanlegg basert på faktiske systemløsninger og brukerinformasjon for å identifisere gode og dårlige anlegg. Kjennetegn ved utvalget er dokumentert i form av systemskisser og bakgrunnsinformasjon, i tillegg til selve analysen.

1.3 Forutsetninger

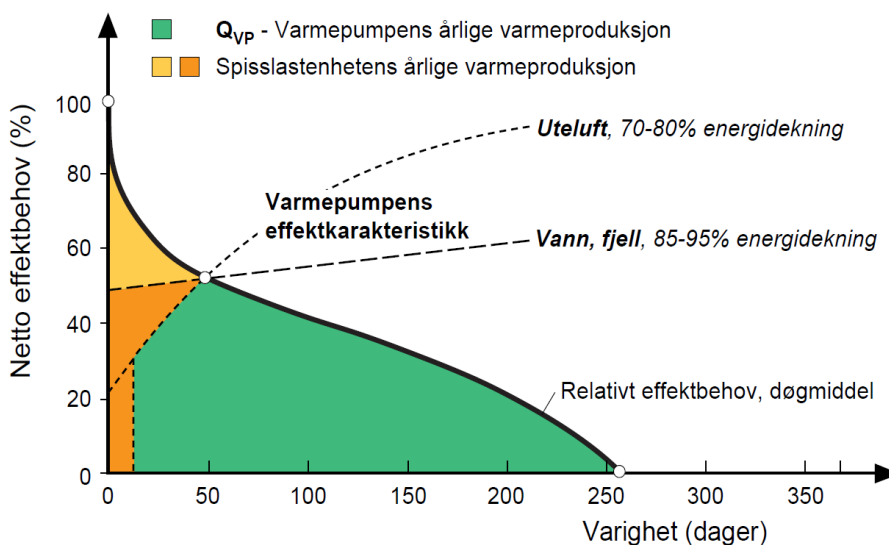
Forutsetninger for å gjøre en slik analyse er at målerplassering på anleggene er riktig og at man mottar riktige måledata fra alle målerne. Selve målerplasseringen er sjekket ved befarings. Eventuelle feil ved anleggene er registrert fortløpende og disse er blitt rettet opp så fort som mulig slik at måledata for lengre perioder ikke har gått tapt.

2 Varmepumper; energileveranse og årsvarmefaktorer

2.1 Årsvarmefaktorer

I dette prosjektet inngår både varmepumpeanlegg basert på luft og bergvarme som varmeopptakskilder. Figur 1 viser et effektvarighetsdiagram for romoppvarmingsbehov for et tenkt anlegg. Skissen viser at varmepumpen er dimensjonert for å dekke ca. 50 % av maks effektbehov til oppvarming. Dette kan gi en energidekning på 85 – 95 % ved bergvarme og 70 – 80 % ved uteluft som varmeopptakskilde. Luft/vann varmepumpens effektandel synker ved lave utetemperaturer og andel effektdekning i de kaldeste periodene kan være helt nede i null. For bergvarmepumper synker også andel effektdekning noe ved lave grunntemperaturer, men denne varmeopptakskilden er mye mindre avhengig av det kalde klimaet enn luft/vann varmepumpeanlegg.

I dette prosjektet har vi analysert årsvarmefaktorer for varmepumper basert på uteluft og bergvarme som varmekilder, samt sett på hvor stor forskjell det er på de ulike anleggene. Alle anleggene har vannbårne varmeavgivelsessystemer.



Figur 1 Skisse varighetskurve for varmebehov til romoppvarming som illustrerer mulig energidekning fra bergvarme og uteluft varmepumpeanlegg. (Figur fra Jørn Stene).

2.1.1 Bergvarme

Leverandørene oppgir ofte varmepumpens varmefaktor basert på en teoretisk beregningsmodell med gitte temperaturer for varmeopptakskrets og varmeanlegget. I disse dataene inngår aldri spisslast. Ofte er tallene også oppgitt uten strømforbruk til sirkulasjonspumper. Ytelsesdata fra varmepumpeprodusentene oppgis typisk etter EN 14511, EN 14825, EN 255 eller annen internasjonal standard. Oppgitt COP verdi fra en leverandør vil sjeldent være representativt for hva den enkelte boligeier vil oppleve siden varmebehov, tappevannsmengde, utetemperatur, varmeanleggets tur- og returtemperatur mv vil variere fra bygg til bygg.

Eksempler på COP² fra noen utvalgte bergvarmepumper er vist i Tabell 1. Alle faktorene er hentet fra de respektive leverandørenes hjemmesider og tilhørende produktblader for de ulike varmepumpene.

² COP – Coefficient Of Performance, effektfaktoren for varmepumpen under gitte driftsbetingelser. Forholdet mellom avgitt varmeeffekt og tilført elektrisitet til varmepumpens kompressor/styresystem.

Tabell 1 viser eksempler på at COP varierer og at leverandørene regner denne basert på gitte driftsbetingelser. Anleggene er tilfeldig valgt og korresponderer ikke til utvalget i feltundersøkelsen.

Tabell 1 Oversikt over COP faktorer ved gitte driftsbetingelser for et utvalg bergvarmepumper hentet fra leverandørenes hjemmesider.

Type varmepumpe	COP	Forutsetninger
NIBE F1255	4,72	0°C utetemp, 35 °C turtemp, eks elkolbe
Daikin Altherma EGSQH-A9W	4,35	EWB/LWB 0°C/-3°C - LWC 35°C (DT=5°C)
	3,29	EWB/LWB 0°C/-3°C - LWC 45°C (DT=5°C)
Thermia Diplomat SP 10 / Thermia Optimum 2G 10	4,80	10 kW, BOW35, delta T 10 k varmekrets, eks. sirkulasjonspumpe
	4,24	10 kW, BOW35, delta T 10 k varmekrets, inkl. sirkulasjonspumpe

I Sverige er det nylig gjennomført et måleprosjekt på 20 eneboliger med bergvarmepumper for å analysere faktiske årsvarmefaktorer. Måleperioden var fra mai 2012 til mai 2013. Byggene ble oppført i perioden fra 1940 til 1970, men ingen av dem var opprinnelig bygd for varmepumpeanlegg. Varmepumpene det ble målt på ble installert mellom 2001 og 2007. Feltemålingene, slik som i dette prosjektet, innebar målinger av hele varmepumpeinstallasjonen slik som kompressor, styreenheten, sirkulasjonspumper, spisslast. Gjennomsnittlig årsvarmefaktor for disse anleggene var 2,7 med en variasjon mellom det beste og dårligste anlegget på henholdsvis 3,4 og 1,9. ([Energimyndighetene, bergvarmepumper - målinger i hus](#))

I Sverige er det gjort omfattende labtester av 10 ulike modeller bergvarmepumper ([Energimyndighetene, måleprosjekt bergvarme](#)). Disse testene viser årsvarmefaktor (SPF_A) ved ulike driftsscenarioer slik som;

- ulike årlige energibehov til henholdsvis gulvvarme og radiatorer
- ulike turtemperaturer til henholdsvis gulvvarme og radiatorer
- ulike turtemperaturer i brinekretsen
- ved hvor mye varmtvann man får ut ved 40 grader Celsius

I tillegg har de testet maksimal effekt man faktisk får ut av varmepumpen ved leveranse til henholdsvis gulvvarme og radiatoranlegg. Varmefaktoren for anleggene i testen varierer fra høyest 5 og ned til lavest 2,8, noe som viser at det er store individuelle forskjeller mellom de ulike leverandørenes varmepumper og deres ulike modeller.

2.1.2 Luft /vann

Eksempler på leverandørens oppgitte COP fra noen utvalgte luft/vann varmepumper er vist i Tabell 2. Ytelsesdata fra varmepumpeprodusentene for luft/vann varmepumper oppgis også typisk etter EN 14511, EN 14825, EN 255 eller annen internasjonal standard.

Tabell 2 Oversikt over COP faktorer ved gitte driftsbetingelser for et utvalg bergvarmepumper.

Type varmepumpe	COP	Forutsetninger
NIBE SPLIT AMS 10-12/ ACVM 270	3,28	7 °C utetemp, 45 °C turtemp
	2,35	-7 °C utetemp, 45 °C turtemp
Daikin ERHQ014BV3	4,29	Ved maks effekt 14 kW (ingen spesifikasjoner gitt)
Thermia Atria Optimum 10 kW	3,82	Ved A7/W35 10 K varm side (EN255)
	3,59	Ved A7/W35 ihht EN14511

For luft/vann varmepumper er det også gjennomført en storskala test i Sverige basert på labmålinger for 16 anlegg, se [Energimyndighetene, måleprosjekt luft/vann vp](#). Her har de blant annet sett på varmeeffekten ut fra varmepumpen ved ulike turtemperaturer og ulike temperaturer på opptakskilden. Energimyndighetenes test viser tydelig hvordan både varmepumpens ytelse og COP faktor synker ved økende turtemperatur og synkende utetemperatur. I tillegg ble det testet dimensjonering av anleggene ved å se på årlig energileveranse og tilhørende årsvarmefaktor.

3 Befaringer

I dette kapittelet forklarer vi hvordan vi har gjennomført befaringene av anleggene, samt hva slags sjekklister og spørsmål vi har stilt til brukerne. En oppsummering av alle anleggene inklusive nøkkeltall er gitt i Tabell 3.

3.1 Metodikk befaringer

I første fase av prosjektet ble det utført befaring av varmepumpeanleggene for å komplementere informasjon vi mottok fra VVS-foreningen. Befaring av anleggene er en forutsetning for å kunne danne seg et godt grunnlag for å analysere gode varmepumpeanlegg og problemanlegg. Når vi først har vært på befaring, har vi samtidig registrert og verifisert installasjon av utstyr for en ekstra kontroll for å sikre riktig plassering av målere.

I forkant av befaringene ble det utarbeidet en sjekkliste for å forenkle og effektivisere både befaringene og sammenstillingen av informasjonen i etterkant. Sjekklisten ble utarbeidet i samarbeid med Enova og VVS-foreningen. Informasjonen ble innhentet både per mail og på selve befaringen ved gjennomgang av sjekklisten med brukeren. Etter befaringen ble systemskjemaet tegnet elektronisk med grunnlag i både håndskisse og datablad for varmepumpen.

Innhold sjekklister

Sjekklisten er inndelt i følgende underkategorier:

- Bygningsdata
- Varmeanlegg
 - Gulvvarme
 - Radiatorer
- Varmepumpeanlegg
- Målerplasseringer (til systemskjema)
- Beredere
- Måleravlesninger

Bygnings- og brukerdata

Denne kategorien inneholder info om bygning og bruksmønster, bl.a. følgende:

- Byggeår, rehabilitering, areal (totalt og hvor mye varmepumpen dekker) og årlig strømforbruk danner grunnlag for dimensjonering av varmeanlegget.
- Informasjon om beboerne (antall, alder, interesse for anlegget, opplevelse av komfort) gir utfyllende informasjon om bruken av varmeanlegget.
- Samtykkeskjema for innhenting av historisk strømforbruk ble samlet inn etter ønske fra Enova for å muliggjøre sammenligning av energiforbruk før og etter varmepumpeinstallasjon. I etterkant av befaringene ser vi at de aller fleste byggeierne har gjort oppgraderinger av sine boliger samtidig med installasjon av varmepumpen, slik at en slik sammenligning ikke vil gi et riktig bilde av før- og etter- energiforbruket.

Varmeanlegg

Under denne kategorien gis informasjon om dimensjonering, utforming og regulering av det vannbårne anlegget, bl.a. følgende:

- Spørsmålet om anlegget er prosjektert før eller etter varmepumpeinstallasjonen gir indikasjon på hvor godt det er tilpasset varmepumpen.
- Bruk av andre oppvarmingskilder gir indikasjon på hvor stor andel av maks effektbehov det vannbårne anlegget er dimensjonert for å dekke.

- Anleggets regulering; utekompensering og termostatregulering.
- Utforming av varmeavgivelsessystemet - gulvvarme og/eller radiatorer; hvor stor andel som dekkes, temperatur ut på anlegget. For gulvvarme er det også viktig hvor tett sløyfene ligger og hva og hvor mye overdekningen er.

Varmepumpeanlegg

Her gis informasjon om varmepumpeinstallasjonen:

- Varmeopptakssystem: vann/luft. For vannopptak er antall og lengde borehull viktig. For luftopptak er styring av avising viktig.
- Varmepumpens fabrikat, typebetegnelse, effekt, frekvensstyring, utføler for utekompensering. Installasjonsår, evt. spisslast integrert i varmepumpen.

Målerplasseringer

Innetemperaturmålers plassering har betydning for om det er realistisk innetemperatur som blir målt; om den er plassert i et hyppig brukt rom, i nærheten av vindu, om den kan flyttes på etc.

Øvrige målerplasseringer ble sjekket med tanke på om de er korrekt plassert i forhold til det de skal måle og hvilke systemgrenser dette gir mulighet for å skissere opp for anlegget.

Beredere

Her noteres antall, type, volum og elementer i berederne/akkumulatorene. Beredertypene er utformet forskjellig i forhold til varmeutveksling mellom varmeanlegg og tappevann, og anleggets spisslast kan være elementet i akkumulatordelen. Utformingen kan ha betydning både for effektiviteten til varmeanlegget /tappevannssystemet og for hvilke systemgrenser det er mulig å skissere. Det observeres om tappevannssystemet har varmtvannssirkulasjon, noe som medfører kontinuerlig energiforbruk til pumpe, samt varmetap fra sirkulasjonskretsen.

Måleravlesninger

Målerne leses av både for å verifisere hvilke målere som er installert og om de er operative.

3.2 Målerovervåking

Måleverdiene har blitt overvåket i hele måleperioden i overordnet system (Siemens Advantage Navigator) for å kontrollere at alle målinger registreres riktig. NE har hatt dialog med VVS-foreningen for oppretting av feil som er oppdaget.

Signalet til overordnet system har underveis i måleperioden forsvunnet midlertidig fra noen anlegg. Når forbindelsen igjen har blitt opprettet, har målingene kommet tilbake i hovedsystemet. I de fleste tilfeller har anleggseierne selv restartet routeren, men noen ganger har det vært nødvendig for VVS-foreningen å rette opp feilen. Noen problemanlegg som stadig har falt ut, har fått installert trådløs router. I følge VVS-foreningen, så har den største utfordringen med installasjon og måleroppfølging vært bortfall av signaler. Her vil VVS-foreningen velge en annen løsning hvis de skal gjøre tilsvarende prosjekter igjen.

Noen få enkeltmålere har feilet, og da har VVS-foreningen utført de aktuelle forbedringene.

3.3 Oppsummering anlegg og målerovervåking

Anleggene som er med i denne feltundersøkelsen er alle varmepumpeanlegg støttet av Enova. Et utvalg på 70 husstander fikk tilbud om å være med på måleprosjektet og deretter var det første-mann-

til-mølla-prinsippet som gjaldt. Dette gjør at utvalget er tilfeldig valgt blant de som fikk tilbud om å være med i måleprosjektet, men ikke helt tilfeldig i forhold til alle de som har fått installert nye varmepumper de siste årene. Utvalget er også geografisk bundet til Oslo og Bærum i forhold til kostnadsbesparelser vedrørende installasjon og befaring. Det å konsentrere seg om Oslo og Bærum ble også valgt fordi det dermed er større sannsynlighet for at varmepumpene opererer under samme klima.

Hovedgrunnene til at en del anlegg ble forkastet fra undersøkelsen var;

- plassmangel til installasjon av nye målere,
- problemer med nedtapping og seinere utlufting av anlegg pga. manglende avstengningsventiler og luftemuligheter,
- for komplekse og store anlegg,
- samt ett anlegg som var fylt med glykol

Basert på denne utvelgelsen satt vi igjen med 15 varmepumpeanlegg hvorav 5 luft/vann- og 10 væske/vann-anlegg.

Tabell 3 under oppsummerer noen nøkkeltall for de 15 utvalgte anleggene; byggeår, rehabiliteringsår, areal, varmepumpens installasjonsår, effekt varmepumpe, varmeopptaks- og varmeavgivelsessystem, mulige systemgrenser, samt evt. mangler og kommentarer. Systemskjema og sjekklister for alle anlegg er vedlagt denne rapporten.

Forklaring av systemgrenser/SPF-faktorer

SPF-faktorene er definert på bakgrunn av hvilke målinger for tilført el som er mulige å skille ut. Systemgrensene vil variere fra anlegg til anlegg.

SPF_A: inklusive kompressor + styresystem + brinepumpe + spisslast + sirkulasjonspumpe(r)³

SPF_B: SPF_A – sirkulasjonspumpe(r)

SPF_C: SPF_B – spisslast

SPF_D: SPF_C – brinepumpe

Tabell 3 Oppsummering av nøkkeltall fra befaringer

Nr	Bygge-år/ rehab	Antall beboere	Oppvarmet areal (m2)	Installasjons år VP	Effekt VP (kW)	Varme- opptak	Varme- avgivelse	Tur-/retur- Temperatur	Systemgrenser (SPF-faktor)	SPF_A
002	1900	3	240	2010	12	Uteluft	Radiator	59/51	A	1,91
003	1938	4	450	2010	16	Uteluft	Radiator	60/45	A	2,27
004	1959/ 2010	5	300	2010	10	Uteluft	Gulvvarme	33/28	A, B, C	1,14
005	1963/ 2009	4	245	2009	9	Uteluft	Gulvvarme	43/40,4	A	1,78
026	1964/ 70	4	360	2011	15	Uteluft	Radiator	42/38	A	1,57

³ Veldig mange anlegg har innebygd sirkulasjonspumpe i varmepumpen uten egen måling, så det har ikke vært mulig å finne SPF_B, og da heller ikke SPF_C, for mer enn to bygg. SPF_D har ikke vært mulig å finne for noen bygg da alle brinepumper er inkludert i fellesmåling for strøm til varmepumpen.

008	1926/ 2011	4	220	2010	8	Borehull 170m	Gulvvarme	45/42,5	A	2,96
009	1951/ 2010	3	595/250	2010	10	Borehull 215m	Gulvvarme	30/27	A	1,52
010	1930/ Ja	2	220	2010	10	Borehull 150m	Radiator	55/50	A	2,24
011	1952/ 1987	2	225	2011	10	Borehull 160m	Gulvvarme/ radiator	48/42	A	2,66
013	1953/ 2008/ 2010	8	350	2008	10	Borehull 185m	Radiator	44/42	A	2,25
014	1974/ 2011	7	300	2011	17	Borehull 2x200m	Gulvvarme	40/32	A	3,37
017	1900/ 2007	5	260	2007	6	Borehull 180m	Gulvvarme /radiator	45/40	A, B, C	2,02
021	2010	4	380	2010	10	Borehull 200m	Gulvvarme	40/39	A	1,51 (1,79)
023	1932/ 2010	4	230	2010	8	Borehull 190m	Gulvvarme/ radiator	32/29	A	3,95
024	2009	4	300	2009	10	Borehull	Gulvvarme	38/35	A	1,89

3.4 Erfaringer fra befaringene

I forbindelse med befaringene og seinere sammenstilling av spørreskjemaene har vi trukket noen hovedlinjer som sammenfatter de fleste anleggene. Dette inkluderer da informasjon om menneskene som bor i boligene, systemløsninger, hvor fornøyd brukerne er med anleggene sine m.m.

Under følger en oppsummering av disse erfaringer i forbindelse med befaringene:

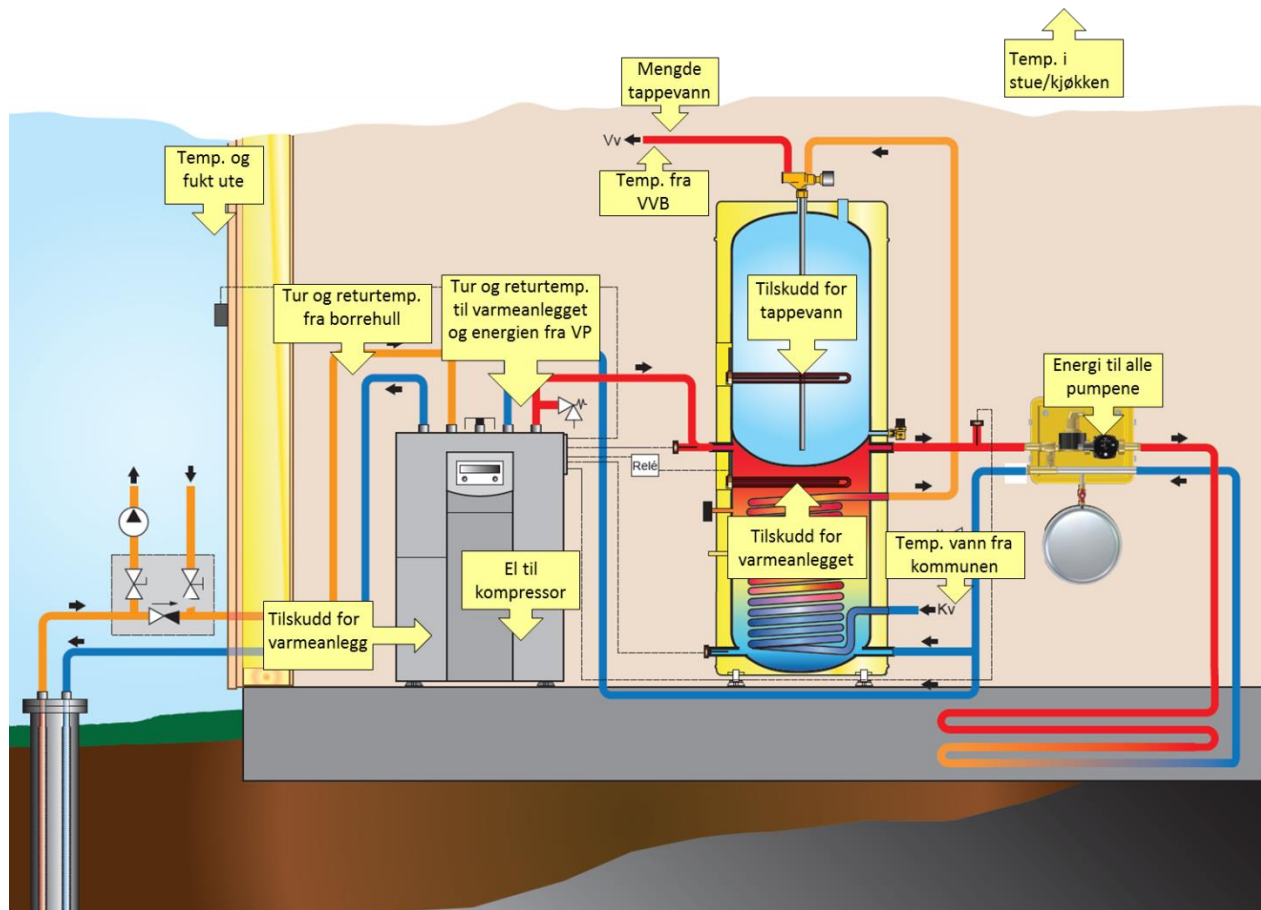
- Det er stor forskjell på kunnskapsnivå hos bygningseiere selv om interessen er stor hos de fleste.
- Det er flest barnefamilier blant beboerne; i snitt to voksne + to barn
- Brukergruppen består nesten utelukkende av høyt utdannede personer.
- Veldig mange ulike systemløsninger gjør det utfordrende å sammenligne de ulike anleggene.
- De fleste brukerne har endret på utekompenseringskurven etter det første driftsåret. Noen i samarbeid med leverandør, men de fleste har gjort dette selv ved litt prøving og feiling. Erfaringen er at anleggene trenger noe innkjøringstid.
- Ett anlegg fikk utført forbedringer i forbindelse med målerinstallasjonen i dette prosjektet.
- De aller fleste brukerne er godt fornøyd med anlegget sitt og opplever god komfort.
- De fleste har noe tilleggsvarme utover det vannbårne systemet; bl.a. vedfyring, panelovner, elektriske kabler på bad og mobile oljefyrte ovner. Bortsett fra panelovner/elektriske varmekabler på bad/wc, så benyttes tilleggskildene i liten grad.
- De fleste har gjort oppgraderinger på bygget ved installasjon av varmepumpen, slik som etterisolering og ombygging til vannbåren gulvvarme. Dette gjør det lite relevant med en sammenligning av energiforbruk før og etter installasjon.
- Alle radiatoranleggene eksisterte ved varmepumpeinstallasjon. Kun tre av dem har blitt gjort tilpasninger på etter installasjon av varmepumpen, dvs. at anleggene hadde samme temperaturbehov og flow både før og etter varmepumpeinstallasjon.
- Av gulvvarmeanleggene har over halvparten ett eller flere bad med vannbåren gulvvarme.

- Avising styres automatisk for alle luft/vannanleggene basert på innebygde algoritmer som i hovedsak er avhengig av behov, men også inkluderer noe tidsstyring.
- Flertallet av anleggene har vekselventil for tappevann.

4 Målemetodikk

4.1 Målepunkter

For installasjon av målepunkter er det tatt utgangspunkt i at man skal kunne finne den totale SPF-faktoren og varmebehovet, samt beregne energibruk til tappevann for hvert varmepumpeanlegg. Antall målepunkter varierer fra anlegg til anlegg, men prinsippet er som vist i Figur 2 og listet opp under.



Figur 2 Standard måleroppsett for etterinstallasjon av målere i varmepumpeanlegg i eneboliger (laget av Knut Olav Knudsen i VVS-foreningen i forbindelse med dette måleprosjektet).

Målepunkter for varmepumpeanlegg:

- Levert termisk energi til varmeanlegget
- Elforbruk til varmepumpen (minimum inklusive kompressor og brinepumpe)
- Elforbruk til spisslast slik som elektriske varmekolber
- Elforbruk til sirkulasjonspumper
- Elforbruk til eventuell ekstra varmtvannsbereider
- Tappevannsmenge
- Fuktmåler ute
- Temperaturmåler ute og innendørs (hovedsakelig i stue/kjøkken)
- Temperaturmåler til turlledning varmeanlegget
- Temperaturmåler til returledning varmeanlegget
- Temperaturmåler til turlledning fra borehull eller utedel
- Temperaturmåler til returledning fra borehull eller utedel
- Temperaturmåler til varmt tappevann
- Temperaturmåler til kaldt tappevann/råvann inn på anlegget

De fleste anlegg er bygd opp på samme måte i forhold til temperatur, fukt, tappevannsmengde og levert termisk energi. Hovedforskjellen for varmpumpeanleggene er antall målepunkter for elektrisk energi da noen varmpumper kun har ett målepunkt for alle elektriske funksjoner, mens andre har dette oppdelt på ulike kurser. Systemløsningene varierer fra varmpumpe til varmpumpe og dette gjør også store utslag i hvor mange elektriske målepunkter de ulike anleggene har.

For å finne energimengden til varmt tappevann har det vært nødvendig å gjøre en forenkling da det ikke er mulig å benytte formelen for energi⁴ direkte da temperaturen på kaldt vann inn ikke viser riktig temperatur før anlegget har tappet over en periode. Dette vil da gi for lav energimengde til tappevann hvis formelen basert på vannvolum og differanse i temperatur brukes direkte. Tapping foregår også gjerne i korte perioder og vi har i hovedsak benyttet timesmidlede målinger for tappevannsoppvarming.

Slik beregnet vi energimengden til varmt tappevann:

- Fant maks og min temperatur for råvann inn for ulike perioder av året for alle anlegg; en vinterperiode og en sommerperiode. Benyttet da målinger med tidsintervaller på fem minutter for å finne dette. Minimumstemperatur lå mellom 5 – 6 grader Celsius og maks temperatur lå rundt 13 grader Celsius.
- Turtemperatur varmt tappevann ble plottet for samme tidsperiode for anlegget og vi fant da delta T.
- Mengde tappevann ut på anlegget er målt per time som en volummengde (liter vann per time) og vi benyttet en fast delta T for vinter og sommerhalvår for å finne energimengden per time.

Denne metoden er da en tilnærming til faktisk tappevannsforbruk, men vil ikke gi helt nøyaktig forbruk. For bedre nøyaktighet kan man se på tappevannsforbruket per måned eller uke for hvert bygg og finne maksimum og minimumstemperatur som over.

4.2 Komplettering av måleserier

Selv om det har vært overvåkning av alle målere underveis i måleperioden, forekommer det fortsatt feilmålinger og mangler i måleseriene for 2014. Dette kan for eksempel være:

- At en måler har sluttet å fungere samtidig som signalet fra routeren i boligen har vært borte. Da har det ikke vært mulig å fange opp at denne måleren er ute av drift før kontakten med routeren er på plass igjen.
- Ved gjennomgang av alle måleserier har vi også oppdaget at det må være noen feilmålinger blant utvalgets målepunkter, slik som alt for høy temperatur på turledningen i brinekretsen
- Varme, volummåler eller strømmåler kan ha manglet loggføring i en kortere eller lengre periode. Timesverdiene i denne perioden blir da en gjennomsnittsverdi for forbruket over perioden da akkumulert energimengde/volum leses av. Disse målingene kan benyttes for årsvarmefaktorer, men kan gi noe feil resultat når analyseperiodene blir kortere hvis dette har inntruffet innenfor analyseintervallet.
- Noen volummålinger gir negative verdier. Komponent for å måle vannmengde er WFH21. Denne måler vannmengde hvor impeller roterer med vannet og kan gjøre dette i begge retninger. Vannmåler kan da rotere negativt når det ikke brukes varmt tappevann og resultatet er at lavere totalforbruk blir registrert på måler.

⁴ Energi til tappevann = tappevannsvolum * spesifikk varmekapasitet for vann *(temperatur på varmt tappevann ut på anlegget – råvannstemperatur)

- Temperaturmålingene av råvannet inn til huset har ikke vært tilfredsstillende. Det viser seg at vannrøret opptar temperaturen i rommet ganske fort og derfor viser ikke måleverdiene så godt den reelle verdien til råvannet. Dette er bakgrunnen for metoden for beregning av tappevannsenergien.

For å komplettere måleverdier der måleverdier mangler for kortere perioder har vi benyttet en metodikk som vi har gode erfaringer med fra andre måleprosjekter slik som doktorgraden «Load Modelling of Buildings in Mixed Energy Distribution Systems» (Pedersen, 2007). Den baserer seg på å hente måleverdier fra tilsvarende ukedag (hverdag/helg) med samme gjennomsnittlig utetemperatur som dagene vi mangler. Dagene bør ligge innenfor samme årstid og så nært som mulig i tid for at dataene skal være tilfredsstillende erstatning for de tapte dataene. Jo lengre perioder med manglende måleverdier, jo vanskeligere er det å finne sammenlignbare data. Dette er kun gjort i et begrenset omfang og gjelder kun svært korte måleserier som mangler data.

Alle bygg er med i analysen, men der det forekommer feilmålinger eller gjennomsnittsverdier over lengre perioder, er dette spesifikt oppgitt for det faktiske anlegget.

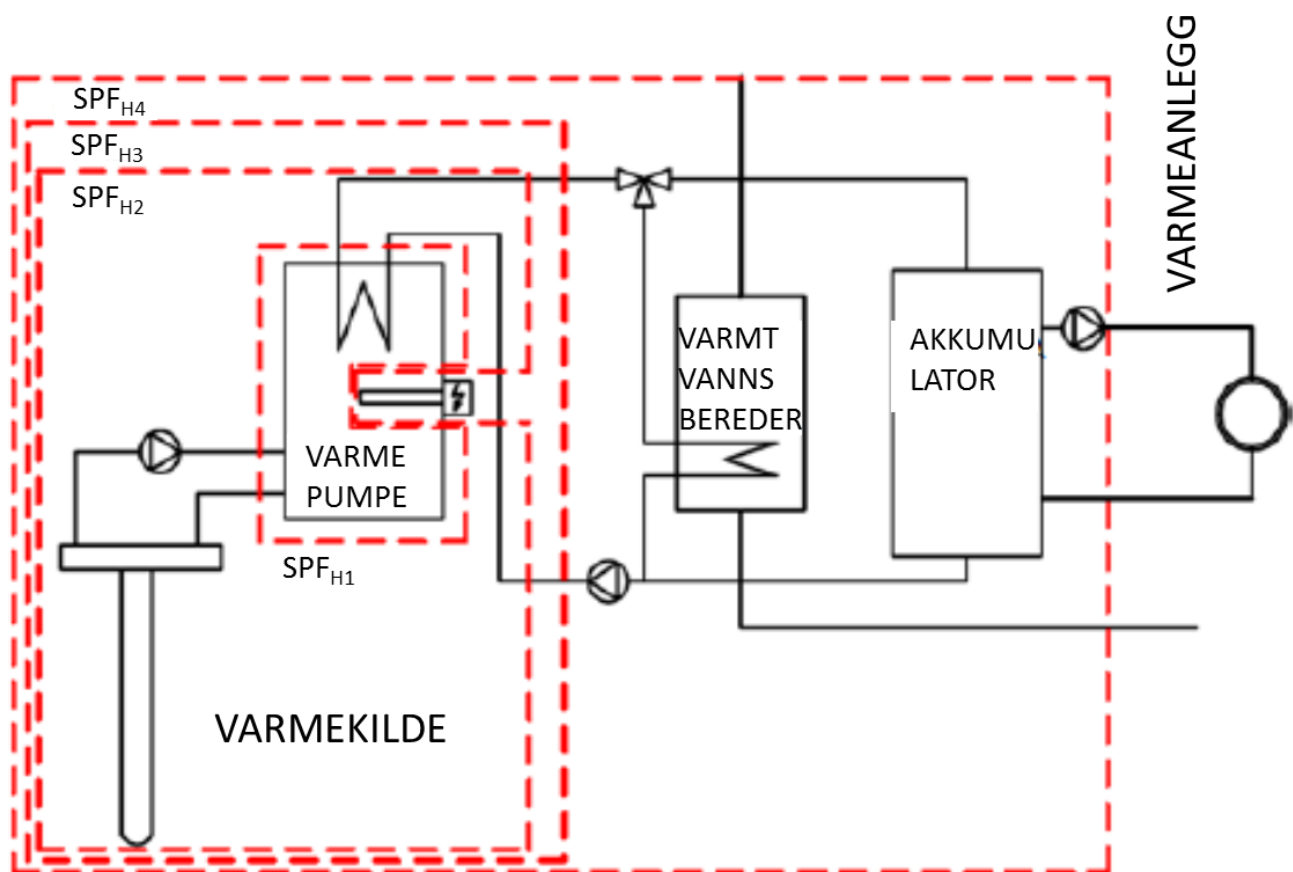
5 Systemgrenser

I dette måleprosjektet har fokuset vært på å finne overordnet årsvarmefaktor for hele varmepumpeanlegget inkludert spisslast og tappevannsberedere. Det er denne faktoren som sier noe om faktisk mulig besparelse i energikostnader for brukerne.

Som tidligere nevnt i Kapittel 3 så er SPF faktoren (Seasonal Performance Factor) delt inn i fire mulige detaljeringsnivå for utvalget i undersøkelsen:

- SPF_A: inklusive kompressor + styresystem + brinepumpe + spisslast + distribusjonspumpe(r)
- SPF_B: SPF_A – distribusjonspumpe(r)
- SPF_C: SPF_B – spisslast
- SPF_D: SPF_C – brinepumpe

Gjennom EU-prosjektet SEPEMO-build 2009 – 2012 (SEasonal PERFORMANCE faktor and MONitoring for heat pump systems in the building sector) ble det etablert retningslinjer for feltmålinger av varmepumpeanlegg. Systemgrenser for feltmålinger som EU-prosjektet SEPEMP-build har etablert, og som er benyttet i masteroppgaven til Andreas Riiser, er vist i Figur 3. Figuren er hentet fra masteroppgaven til Riiser («Analyse av feltmålinger for luft/vann og væske/vann boligvarmepumper», 2013).



Figur 3 Oversikt over systemgrenser for SPF hentet fra Riiser (2013).

Tabell 4 gir en forklaring på de ulike SPF faktorene relatert til Figur 3 (Riiser, 2013).

Tabell 4 Oversikt over systemgrenser inklusive beskrivelse som vist i Figur 3 (Riiser, 2013).

Systemgrense SEPEMO	Systemgrense masteroppgave og feltmålinger	Beskrivelse
SPF _{H1}	SPF_D	Kompressor og styresystem i selve varmepumpeaggregatet (Varmepumpen)
SPF _{H2}	SPF_C	Varmepumpen + brinepumpen for sirkulert frostvæske
SPF _{H3}	SPF_B	Varmepumpen + brinepumpen/viften + spisslast
SPF _{H4}	SPF_A	Varmepumpen + brinepumpen/viften og spisslast + sirkulasjonspumper for distribusjon av vann ut på varmeanlegget

Varmepumpeleverandørene oppgir hovedsakelig faktorer tilsvarende SPF_D og/eller SPF_C i sine produktblader, men disse er da relatert til gitte driftsforhold for varmepumpen slik som utetemperatur, turtemperatur og delta T for anlegget. Denne faktoren kalles COP – Coefficient of Performance (effektfaktor). COP for en varmepumpe kan også oppgis fra leverandørene uten spisslast, men inklusive sirkulasjonspumpe. Denne tilsvarer da ingen av SPF faktorene fra SEPEMO-build.

Ved etterinstallasjon av målere har det vært en utfordring å sette inn elektriske målere i henhold til inndelingen i SPF-faktorer. Det var ikke mulig å skille ut målinger på brinepumpen for noen av anleggene og det var derfor ikke praktisk mulig å analysere SPF_D basert på disse feltmålingene. For de aller fleste anleggene har det heller ikke vært mulig å måle energibruk til spisslast og sirkulasjonspumpe(r) hver for seg da disse ofte ligger inne på samme kursen. Ambisjonen har da vært å få gode nok målinger til å kunne analysere SPF_A faktoren for alle anleggene.

Ved etterinstallasjon av termiske målere har utfordringen vært å måle der det er tilstrekkelig rettstrekk før og etter målerplassering. Noen varmemålere er også installert før akkumulatortank (uten spisslast), og måler da ikke direkte varmemengden som går ut på anlegget grunnet noe varmetap fra akkumulatoren. For tappevannsmålinger har målingene vist at temperaturen på råvann opptar omgivelsestemperaturen meget rask og kan gi et noe feil bilde av tappevannsforbruket ved å benytte formelen direkte (måler volum, kaldtvann og varmtvann).

6 Analyse av måledata

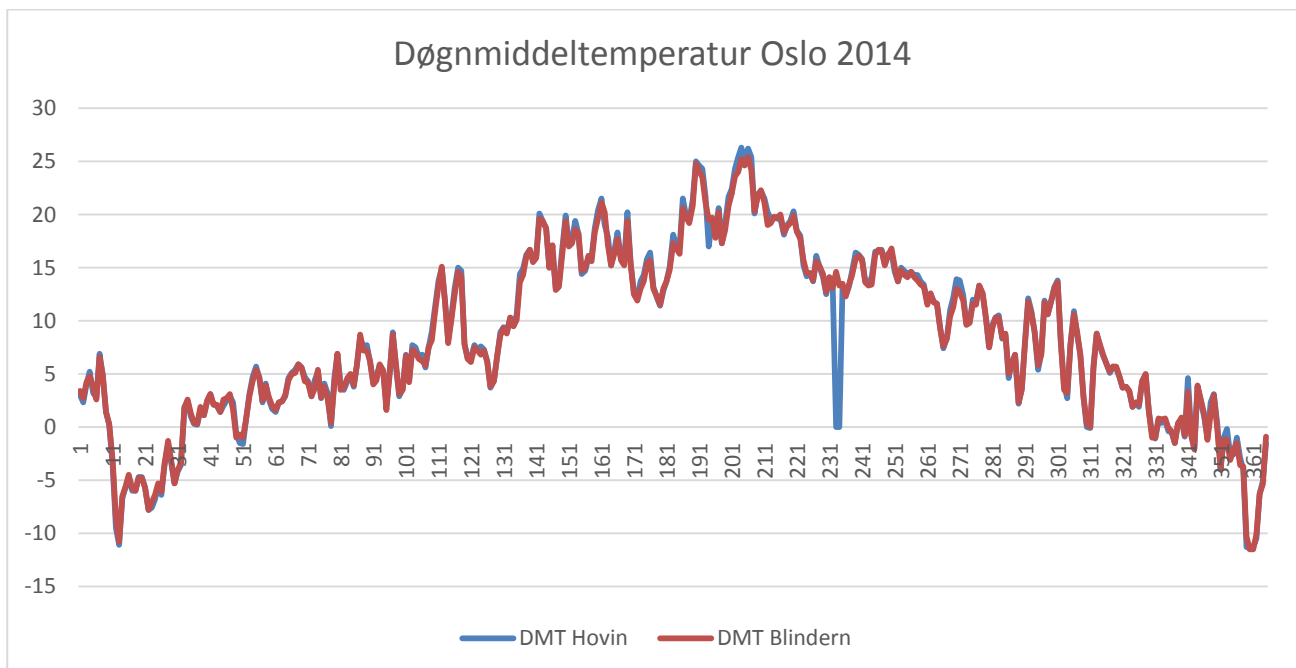
Analyser av feltmålinger relatert til anleggenes SPF-faktor har vært hovedfokus i dette prosjektet. I dette kapitlet har vi først sett på klimaåret 2014 for å relatere feltmålinger for varmebehov for 2014 til normalår.

Videre har vi sett på følgende sammenhenger:

- SPF faktor over året for alle anlegg
- Variasjon av SPF faktor over året ved å se på månedsverdier for alle anlegg
- SPF faktor og andel tappevannsforbruk
- SPF faktor og temperatur varmeopptakskrets
- SPF faktor og temperatur varmeavgiverkrets
- SPF faktor og luftfuktighet
- SPF faktor og installert effekt
- Energibruk

6.1 Døgnmiddeltemperatur 2014

Figur 4 viser døgnmiddeltemperatur for målestasjonene Oslo-Hovin og Oslo-Blindern for 2014 hentet fra eKlima.no (her ligger det inne en feilmåling rundt dag 231 for Hovin). Oslo hadde en kuldeperiode fra ca. 10. januar og til 2. februar og en liten kuldeperiode fra midten av desember og ut året. Gjennomsnittstemperaturen for disse to målestasjonene ligger på mellom 8,3 og 8,4 grader Celsius. Til sammenligning er gjennomsnittstemperaturen for et normalår i Oslo 5,7 grader Celsius (Store norske leksikon), noe som viser at 2014 var et meget varmt år.



Figur 4 Døgnmiddeltemperatur for målestasjonene Oslo-Hovin og Oslo-Blindern hentet fra eKlima.no.

Gjennomsnittsverdien for utetemperaturfølere blant utvalget i denne undersøkelsen ligger på 8,6 grader Celsius med en variasjon fra 7,51 til 10,46 grader Celsius. 4 bygg er utelatt fra dette gjennomsnittet grunnet feil og/eller manglende måleserier for utetemperatur.

Kommentar:

Basert på feltmålinger av utetemperaturen ser vårt utvalg ut til å være representativt med hensyn til utetemperaturen.

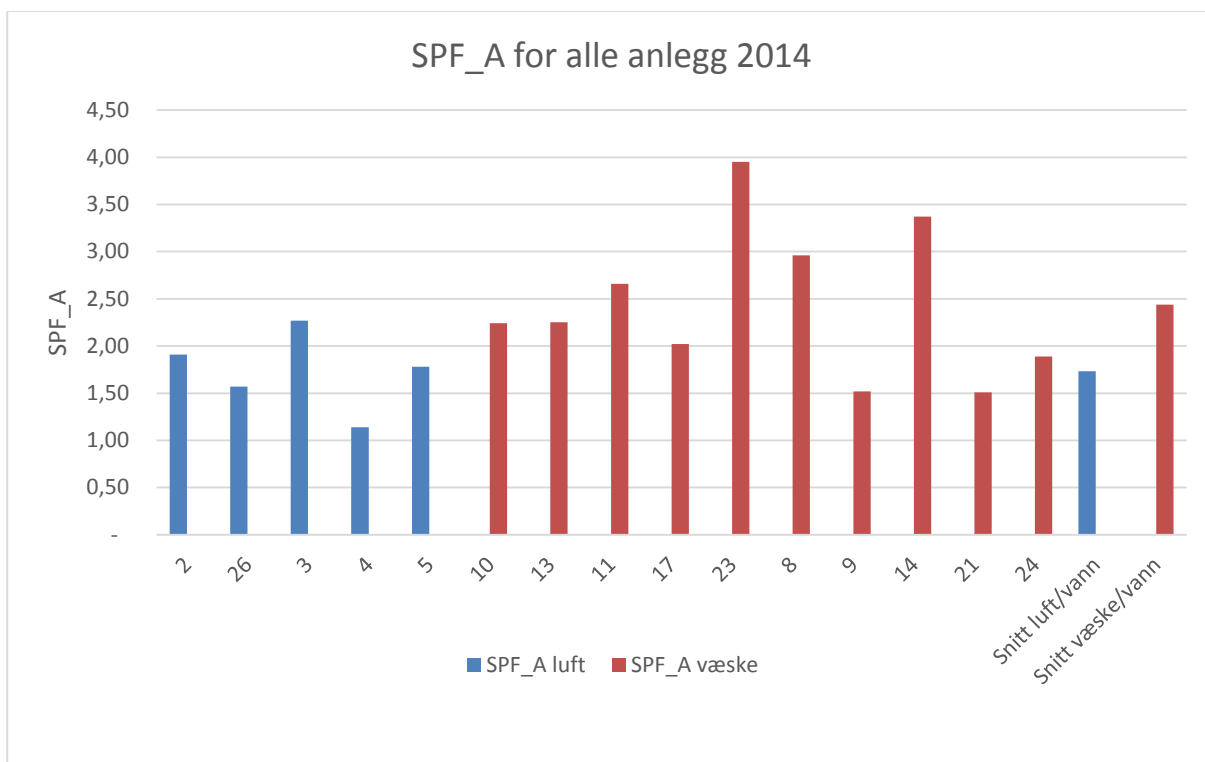
6.2 SPF faktor over året

6.2.1 SPF_A faktor over året for alle anlegg

SPF_A faktor for alle anleggene som er med i feltmålingene er vist i Figur 5 for 2014. Anleggene er sortert etter type varmeopptakssystem (luft/vann og væske/vann). Anleggene er også sortert etter varmeavgivelsessystem med radiatoranlegg lengst til venstre, kombinasjonsanlegg i midten og gulvvarmeanlegg lengst til høyre for de respektive varmeopptakssystemene.

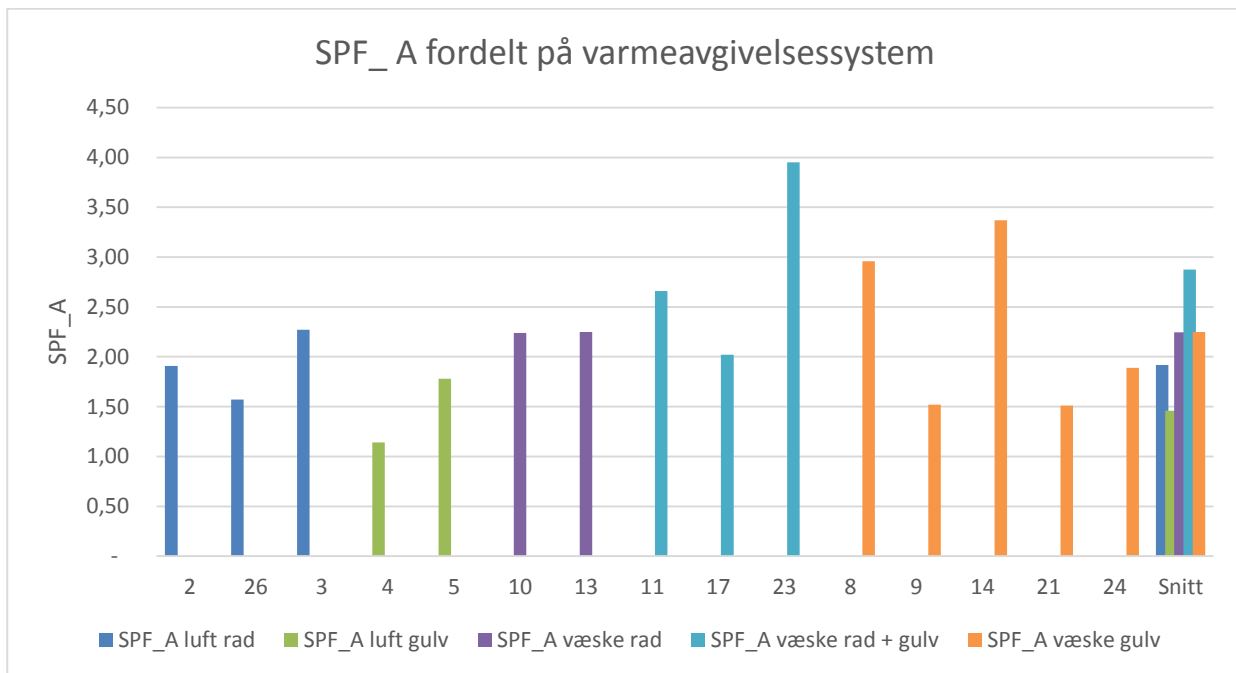
Gjennomsnittlig SPF_A faktor fra luft/vann varmepumpeanlegg er 1,73 hvor det beste anlegget har SPF_A på 2,27 og det dårligste har 1,14. Gjennomsnittlig SPF_A faktor for væske/vann varmepumpeanlegg er på 2,44 for vårt utvalg. Det beste anlegget har en SPF_A faktor på 3,95 og det dårligste anlegget er nede i 1,51.

Basert på utvalget i feltundersøkelsen viser det seg at varmepumpeanlegg med grunnvarme som opptakskilde gir bedre varmfaktor over året enn varmepumpeanlegg basert på luft-til-vann systemer. Dette hovedsakelig fordi varmeopptakskilden i grunnvarmen har høyere temperatur gjennom hele året, mens uteluften har lavest temperatur når varmebehovet er størst om vinteren. SPF_A faktoren for utvalget er 0,71 bedre for væske/vann varmepumper enn for luft/vann varmepumper.



Figur 5 Oversikt over SPF_A for alle anlegg for måleperioden 2014.

I Figur 6 er SPF_A faktoren for de ulike anleggene delt opp i både opptakskilde og varmeavgivelsessystem. Utvalget innenfor hver opptaks-/varmeavgivelsessystem er for lite til å trekke noen konklusjon direkte fra en slik sammenstilling og grundigere analyse av de ulike varmepumpeløsningene inkl. turtemperatur, systemoppbygging med mer vil bli belyst videre i denne rapporten.



Figur 6 Oversikt over SPF_A faktorer for varmepumpeanlegg sortert på opptakskilde og varmeavgivelsessystem.

Noen kommentarer i forhold til lave SPF_A faktorer

- Anlegg 4 og 5 er betydelig overdimensjonert ifølge målingene og utnytter en veldig liten andel av installert effekt for varmepumpen.
- Anlegg 9 benytter mer elektrisitet til tappevannsberedere enn levert tappevann målt ut fra anlegget til tappestedene. I tillegg har det vært et problem med negative volumsmålinger som gjør at tappevannsbehovet fremstår som for lavt.
- Anlegg 21 har veldig lav varmeleveranse ut på anlegget de 14 – 1500 første timene av 2014. Dette samsvarer ikke med utetemperaturer og målinger for resten av året. Hvis man antar samme varmeforbruk i januar/februar som i november/desember, så blir årsvarmefaktoren 1,79 i stedet for 1,51.

Noen kommentarer i forhold til høye SPF_A faktorer

- Anlegg 23 har gjort utbedringer i samarbeide med leverandøren i forbindelse med dette måleprosjektet. Blant annet ble det satt inn en ny akkumulatortank.
- Anlegg 14 har hverken akkumulatortank eller spisslast, men benytter kun installert effekt i varmepumpen. Kompressoren er frekvensregulert og tilpasser seg dermed varmebehovet til enhver tid. (Eier har gjort egne modifiseringer på anlegget)
- Anlegg 8 har akkumulator og gulvvarmesystem. Virker å fungere bra.
- Anlegg 3 er et to-trinns luft/vann varmepumpeanlegg uten akkumulator. Elkjel er installert etter varmemålinger, men benyttes svært lite. Dette utgjør en forskjell i SPF_A faktor før og etter elkjelen på 0,02 ved en antatt virkningsgrad på elkjelen på 0,98.

Kommentar:

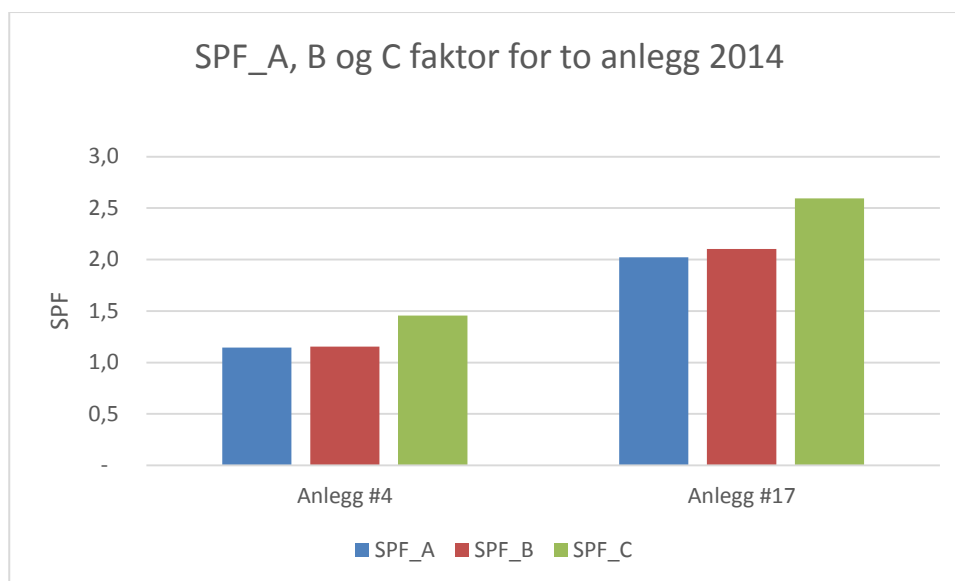
Basert på feltundersøkelsene bør man forvente en høyere SPF_A faktor for væske/vann varmepumpeanlegg enn luft/vann varmepumpeanlegg.

6.2.2 SPF_B og SPF_C faktor over året for utvalgte anlegg

Som vi har sett fra Tabell 3 er det ikke mulig å finne SPF_B og SPF_C faktor for så mange anlegg da de fleste anleggene i feltundersøkelsen har innebygde sirkulasjonspumper og manglende målinger av

spisslast. Det er kun for anlegg # 4 og #17 det har vært mulig å beregne SPF_B og SPF_C faktorene. SPF_D faktoren har ikke vært mulig å beregne for noen av anleggene. For SPF_B faktoren har vi kun trukket fra strømforbruket til sirkulasjonspumpene, mens for beregning av SPF_C faktor har vi trukket fra varmen generert ved hjelp av spisslasten(e) ved å legge inn en virkningsgrad på 0,98. Vi har ikke tatt hensyn til varmetap i bereder/akkumulator ved disse beregningene.

Fra Figur 7 ser vi at det er liten forskjell mellom SPF_A og SPF_B faktorene da årlig strømbehov til distribusjonspumper er liten i forhold til resterende strømforbruk til anlegget. For anlegg #4 og anlegg #17 er det en økning i SPF faktor fra A til B på henholdsvis 1 og 4 % relatert til SPF_A. For begge anleggene øker SPF faktoren fra A til C med rett over 20 % (henholdsvis 21 og 22 %). SPF_C er den varmefaktoren de fleste leverandørene oppgir for sine anlegg, men da under gitte forutsetninger for turtemperatur, delta T, utetemperatur og temperatur varmeopptakskilde. Det er derfor ikke mulig med en direkte sammenligning mellom leverandørens COP –faktor og målt årlig SPF_C faktor.



Figur 7 Forskjell i SPF_A, B og C faktor for anlegg #4 og #17 for 2014.

Kommentar:

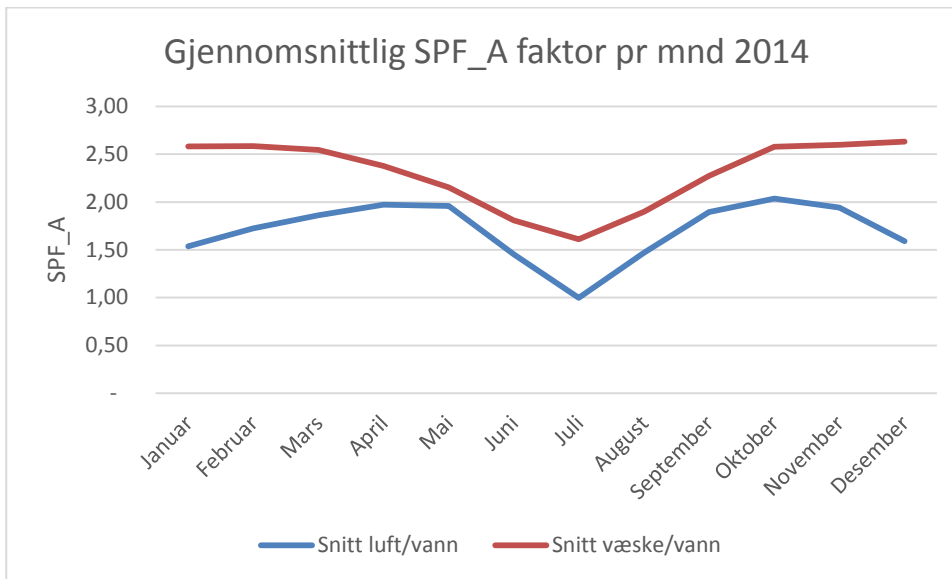
Det er liten gevinst i å måle SPF_B for disse anleggene. Målinger av SPF_C viser en større forskjell i årsvarmefaktor i forhold til SPF_A og kan være mer representativ i forhold til COP-faktoren som leverandørene oppgir.

6.3 Månedlig SPF_A faktor for alle anleggene

Gjennomsnittlig SPF_A faktor for de ulike varmeopptakssystemene er vist i Figur 8. SPF_A faktoren for luft/vann er mer avhengig av utetemperaturen enn væske/vann varmpumpeanlegg. Dette kan vi se fra figuren fordi SPF_A faktoren for luft/vann er lavere i vintermånedene enn i høst/vår perioden. Begge systemløsningene har en lavere SPF_A faktor om sommeren da varmebehovet er lavest og andel tappevannsoppvarming er størst.

Kommentar:

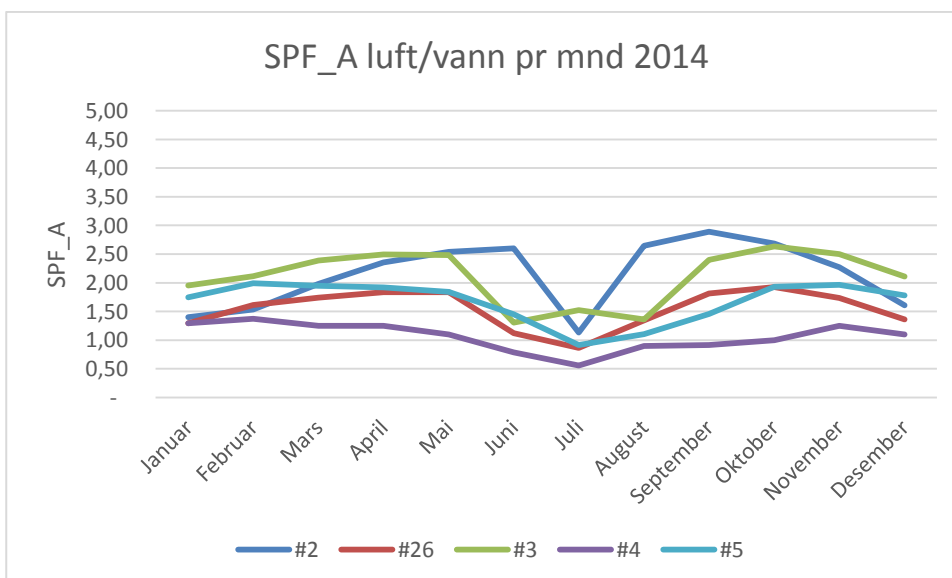
For vårt utvalg er SPF_A faktoren for væske/vann anlegg høyere for hver måned over året selv om temperaturen på varmeopptakssystemet for luft/vann er høyere enn for væske/vann i sommerperioden. Dette viser at det er andre faktorer som også spiller inn på SPF_A faktoren enn kun temperaturen på varmeopptakskretsen. Dette er for eksempel andel tappevannsoppvarming, turtemperatur og overdimensjonering av varmeanlegget som er belyst i de neste kapitlene. Prinsipielt så bør høyest temperatur på varmeopptakskilden gi best SPF_A faktor.



Figur 8 Gjennomsnittlig SPF_A faktor pr mnd for 2014 fordelt på varmeopptakssystem

Variasjonen i SPF_A faktor fra måned til måned for alle anleggene er vist i Figur 9 til Figur 11 med noe mer utdypende kommentarer til forskjellene.

Figur 9 viser at SPF_A faktoren for luft/vann varmepumpeanlegg synker på vinteren pga. lave utetemperaturer og dermed lav temperatur på varmeopptakskretsen. I tillegg benyttes mer tilleggsvarme i form av elkolber i spisslast/beredere, noe som også fører til lavere effektivitet på anlegget. SPF_A faktoren er også lav på sommeren grunnet lav effekt/lite varmebehov og stor andel tappevann. SPF_A faktoren for luft/vann varmepumpeanlegg er høyest på våren og høsten. Da er oppvarmingskilden god, samtidig med at varmebehovet er relativt høyt og kan dekkes av varmepumpeanlegget alene uten for mye tilleggsvarme i form av elektrisitet.



Figur 9 SPF_A for luft/vann varmepumpeanlegg per måned for 2014.

Kommentar til noen av anleggene følger under:

Anlegg #2 (blå kurve)

Dette anlegget har erstattet en oljekjel i et gammelt hus med radiatorer der det ikke er foretatt noen oppgraderinger av bygningskropp eller radiatoranlegg. SPF_A faktoren over året viser store forskjeller mellom vinter og vår/høst-perioden. Dette fordi anlegget trenger stor effekt vinterstid, målt opp til maks 12 kW som også er installert effekt for varmepumpen. Det betyr at anlegget benytter en stor andel spisslast på vinteren grunnet dårligere utnyttelse av varmeopptakskilden, men at varmepumpen er optimalt tilpasset vår/høst-perioden i forhold til å kunne dekke mesteparten av oppvarmingsbehovet uten tilleggsilder. Bygningen har ikke vannbåren gulvvarme, noe som gjør at det kun er tappevannsbehov om sommeren og dette er relativt lavt da det kun er tre personer som bor i boligen. Spesifikt varmebehov til romoppvarming for 2014 var 182 kWh/m².

Anlegg #3 (grønn kurve)

To-trinns varmepumpeanlegg på 16 kW uten akkumulatortank, men med en frekvensstyrt kompressor som tilpasser varmebehovet til enhver tid. Dette anlegget har den høyeste SPF_A faktoren over året av luft/vann-anleggene. Anlegget har radiatorer og elektriske varmekabler på bad. Dette forklarer den lave SPF_A faktoren på sommeren da det hovedsakelig er tappevannsbehovet varmepumpen dekker i denne perioden. Spesifikt varmebehov til romoppvarming for 2014 var 79 kWh/m².

Anlegg #4 (lilla kurve)

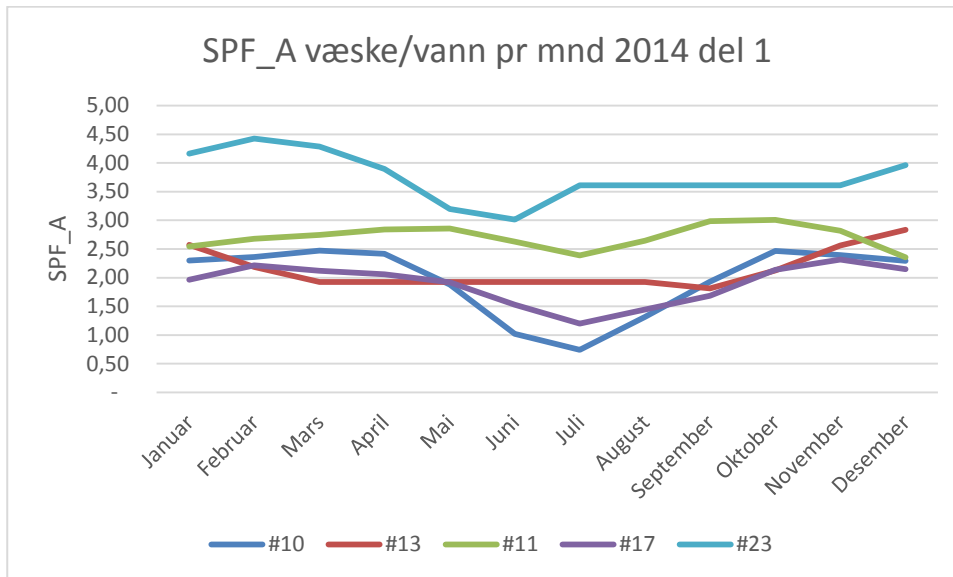
Anlegget har installert 10 kW varmepumpe, men benytter ifølge målinger aldri over 4 kW. Dette inntreffer også kun noen få timer i året og stort sett så ligger varmebehovet på 3 kW eller lavere. Oppvarmet areal er oppgitt til 150 m², noe som gir et spesifikt varmebehov til oppvarming på 24 kWh/m², noe som er meget lavt selv om bygget er totalrenovert. SPF_A faktoren per måned viser liten avhengighet av utetemperatur slik som for andre luft/vann anlegg da anlegget er meget overdimensjonert. I dette tilfellet kan det også være snakk om feil i varmemåleren og at denne må kalibreres.

Anlegg #5 (lyseblå kurve)

Overdimensjonert anlegg som pr i dag kun dekker 70 m² av en tomannsbolig på 245 m². Installert effekt for varmepumpen er på 9 kW, men anlegget har ikke brukt over 5 kW, bortsett fra et par timer med 7 kW, i 2014. Dette har ført til at elforbruket til spisslast er svært lavt i forhold til andre bygg, og dette anleggets SPF_A faktor har derfor ikke like store toppunkt på vår/høst som #2, #26 og #5. Spesifikt varmebehov til romoppvarming for 2014 var 188 kWh/m², noe som er meget høyt for den delen av tomannsboligen som er ny fra 2009. En forklaring kan være at varmepumpen i praksis varmer opp et større areal enn det som er oppgitt av brukeren.

Figur 10 viser at SPF_A faktoren er mindre avhengig av utetemperatur for væske/vann varmepumpeanlegg enn for luft/vann varmepumpeanlegg, men det er store variasjoner mellom de ulike anleggene. Tur- og returtemperatur på brinekretsen varierer mindre over året enn utetemperaturen, selv om måldata viser at det også er store årsvariasjoner for denne varmekilden.

For anlegg #13 og #23 er det feil i målingene i henholdsvis perioden mars til august og juli til november. Her vises kun SPF_A faktoren som er fast verdi da varmemåleren var ute av drift og vi kun har snittmålinger per time over disse periodene.



Figur 10 SPF_A for væske/vann varmepumpeanlegg per måned for 2014. Anleggene har radiatorer eller kombinasjon radiatorer/gulvvarme som varmeavgivelsessystem.

Kommentar til noen av anleggene følger under:

Anlegg #10 (blå kurve)

Totalrehabilitert bolig fra 1930 med opprinnelig radiatoranlegg og installert effekt på varmepumpen på 10 kW. Spesifikt varmebehov til romoppvarming for 2014 var 98 kWh/m². Varmepumpeanlegget er installert uten akkumulatortank og med av og på styring av kompressoren. Sirkulasjonspumpen går også på fast turtall. Anlegget har elektrisk oppvarming av bad, noe som resulterer i den laveste SPF_A faktoren om sommeren for anleggene i Figur 10 da det er elkolbe i varmtvannsberederen. Andel tappevannsoppvarming i forhold til total varmeleveranse fra anlegget var hele 75 % for juli måned.

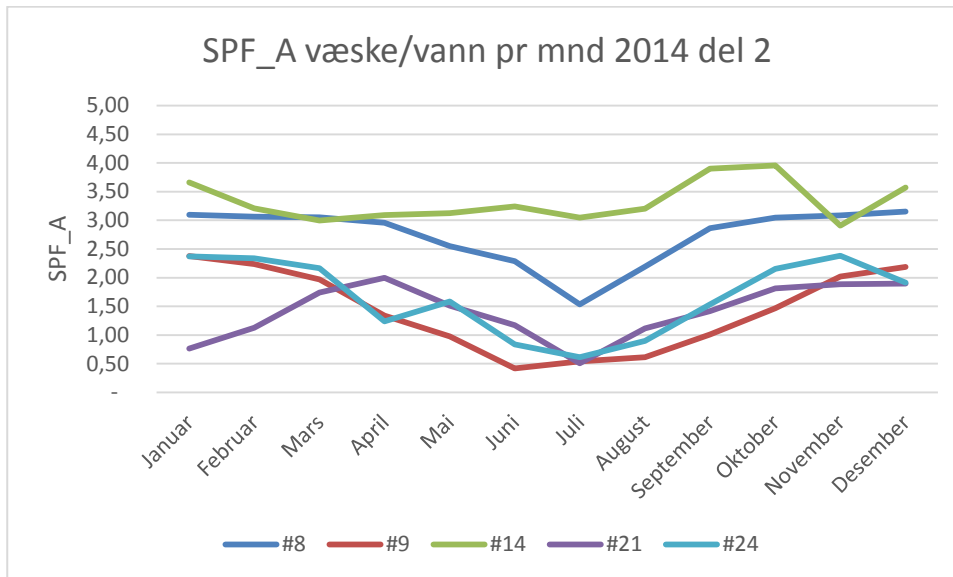
Anlegg #11 (grønn kurve)

Bolig fra 1952/73 med tilbygg fra 1987 der det ikke er gjort noen store moderniseringer. Boligen har hovedsakelig radiatorer, men gulvvarme i to rom. Spesifikt varmebehov til romoppvarming for 2014 var 124 kWh/m². Varmepumpeanlegget er installert uten akkumulator og med av og på styring av kompressoren. Varmepumpen har heller ikke noe elkolbe i varmtvannsberederen, noe som gjør at varmepumpen leverer både gulvvarme og tappevann om sommeren ved en relativt høy SPF_A faktor relatert de andre anleggene. Anleggets integrerte sirkulasjonspumpe er turtallsstyrt.

Anlegg #23 (lys blå kurve)

I forbindelse med førstegangsbeferingen VVS-foreningen hadde av dette anlegget møtte også leverandøren av anlegget opp. Dette førte til at det ble gjort tilpasninger på anlegget ifm måleprosjektet og ny akkumulatortank og bereder uten elkolbe ble etterinstallert. Dette anlegget har den høyeste årsvarmefaktoren av alle anleggene i feltundersøkelsen og det kan tyde på at det er gode muligheter for å optimalisere anlegg.

Boligen er fra 1932 med storstilt rehabilitering i 2010 med blant annet installasjon av gulvvarme i alle rom bortsett fra en opprinnelig radiator i kjøkken. Månedlig SPF_A faktor gir kun riktig bilde i første halvdel av 2014 da det var problemer med målingene i store deler av høsthalvåret. Spesifikt varmebehov til romoppvarming for 2014 var 79 kWh/m². Anlegget er blant de anleggene som kjører lavest turtemperatur av vårt utvalg, noe som er gunstig for varmepumpens SPF. Varmepumpen har av/på-styrt kompressor og en etterinstallasjon av akkumulatortank har da vært veldig gunstig for å optimalisere akkurat dette anlegget.



Figur 11 SPF_A for væske/vann varmepumpeanlegg per måned for 2014. Anleggene har gulvvarme som varmeavgivelsessystem.

Kommentar til noen av anleggene følger under:

Anlegg #9 (Rød kurve)

Generasjonsbolig fra 1951 med et bruttoareal på ca. 600 m² hvorav et bruksareal på 250 m² varmes opp av varmepumpeanlegget. Begge boenhetene får varmt tappevann fra varmepumpeanlegget. Varmepumpen har en integrert bereder i varmepumpen, samt to beredere med element som forsyner til de to boenhetene. Anlegget måler mye lavere tappevannsforbruk ut fra varmepumpen enn tilført elektrisk energi til elementene over året. En mulig forklaring kan være at det er store varmetap i forbindelse med varmtvannsberederne. Høyt forbruk av direkte elektrisitet til tappevannsoppvarming fører til at dette anlegget får en meget dårlig årsvarmefaktor.

For anlegg #9 har det vært noen feilmålinger i volumsmåleren til tappevann som har gitt negative verdier for deler av juni og juli. Ved å anta samme tappevannsforbruk i disse månedene som for august, øker årlig SPF_A faktor fra 1,52 til 1,58. Fremdeles er andel elektrisitet fra berederne meget stor.

Anlegg #14 (grønn kurve)

Boligen er fra 1974, men totalrehabilitert med gulvvarme og installasjon varmepumpe i 2011. Varmepumpeanlegget har frekvensstyrt kompressor som dekker all oppvarming og anlegget har kombinert akkumulator/bereder uten tilleggsvarme (spisslast i bereder er slått av). Tappevannet forvarmes i akkumulatoren før det går inn i berederen. Varmesløyvene er innregulert med manuelle ventiler. Badet har kun vannbåren varme og dermed varmebehov også om sommeren til romoppvarming. Dette anlegget har den nest høyeste SPF_A faktoren i vårt utvalg.

Anlegg #21

Målingene for de 14 – 1500 første timene av 2014 er veldig lave i forhold til resten av året og de er ikke realistiske relatert til utetemperatur. Dette fører til en lav SPF_A faktor for de første to månedene av året. Resten av året har gode målinger.

Kommentar:

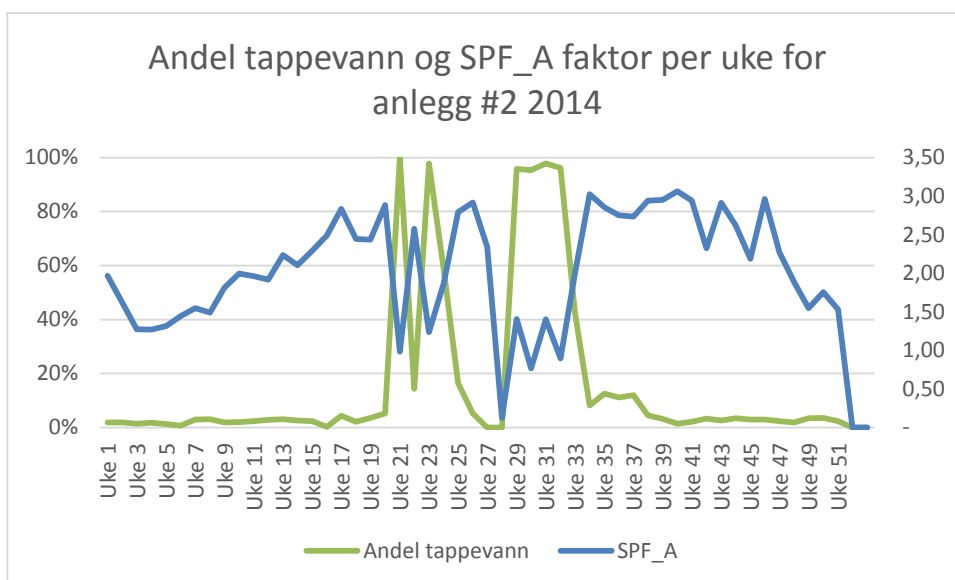
Det er meget store variasjoner mellom de ulike anleggene i feltmålingene og mulige forklaringer varierer fra anlegg til anlegg. Oppsummert kan vi si at de fleste anleggene har et stort forbedringspotensial i forhold til hvert anleggs belyste tema; alt fra overdimensjonering, stor/liten andel tappevann, for dårlig styring mellom varmepumpen og bereder med element, systemoppbygging m.m.

6.4 Tappevannsforbruk

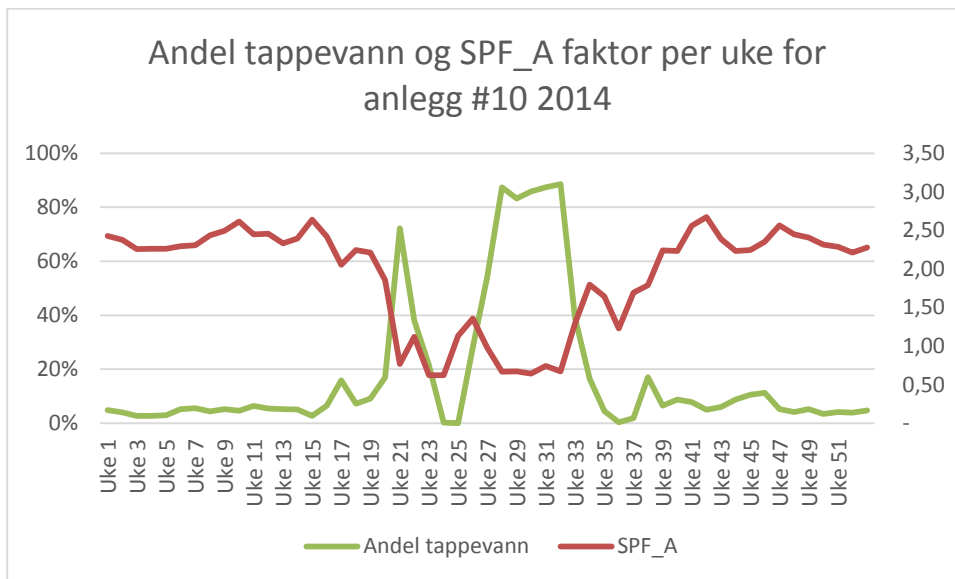
Sammenhengen mellom prosentvis andel tappevann som varmpumpen produserer og SPF_A faktoren for anlegget er vist for luft/vann- og væske/vann varmpumpe i henholdsvis Figur 12 og Figur 13. Begge figurene viser en tydelig sammenheng mellom andel tappevann og SPF_A faktoren for de utvalgte anleggene per uke. Når andel tappevannsoppvarming øker, så reduseres varmfaktoren til anlegget. Dette gjelder særlig for sommermånedene da romoppvarmingsbehovet er redusert, mens tappevannsbehovet mer eller mindre er konstant over året.

For luft/vann anlegg #2 ser vi også tydelig hvordan SPF_A faktoren synker med lave utetemperaturer i starten og slutten av året (målinger mangler her fra 21. desember slik at SPF_A for uke 51 og 52 ikke er riktige).

Anlegg #2 klarer å oppnå en relativt sett høyere SPF_A faktor om sommeren (se uke 21 og uke 24 – 26) enn anlegg #10. Dette fordi varmeopptakskilden til luft/vann anlegget holder en høyere temperatur enn borehullet som anlegg #10 benytter på denne tiden av året. Snittemperatur juni/juli/august for varmeopptakskilden #2 ligger på 18,1 grader Celsius mot 10,9 grader Celsius for #10. Null andel tappevannsforbruk om sommeren antyder at familiene er bortreist. Dette inntreffer i fellesferien for begge boligene og antas derfor å være en korrekt slutning.

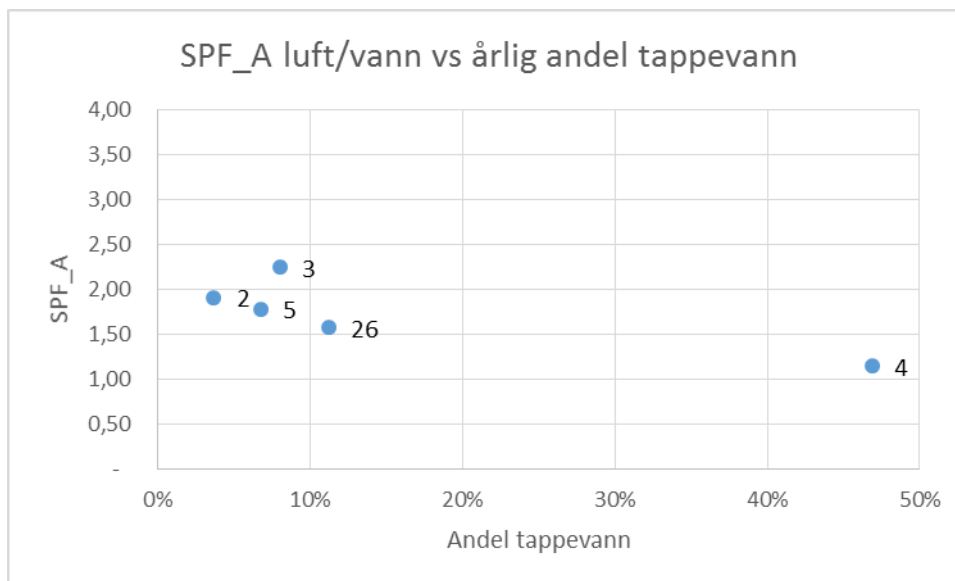


Figur 12 Andel tappevannsoppvarming og SPF_A faktor for #2 plotter per uke for 2014. Anlegget er et luft/vann varmpumpeanlegg.



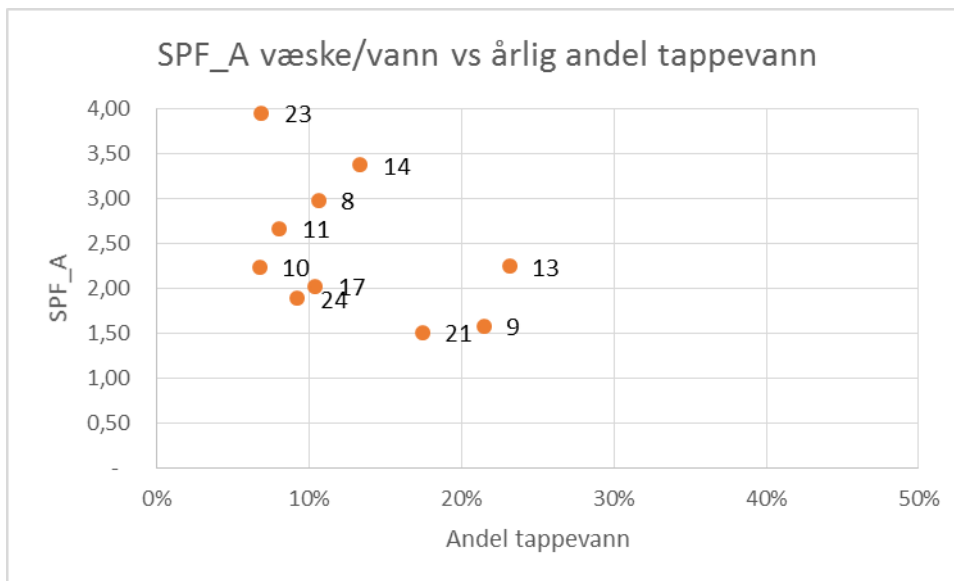
Figur 13 Andel tappevannsoppvarming og SPF_A faktor for #10 plotter per uke for 2014. Anlegget er et væske/vann varmpumpeanlegg.

Figur 14 viser årlig SPF_A faktor for luft/vann anlegg plottet mot årlig andel varme til tappevannsoppvarming. Anlegg #4 ligger lengst til høyre i figuren. Dette anlegget leverer nest mest tappevann i kWh og har den dårligste årsvarmefaktoren av alle anleggene.



Figur 14 SPF_A faktor over året for luft/vann anlegg vs. årlig andel varme til tappevannsoppvarming.

Tilsvarende, så viser Figur 15 årlig SPF_A faktor for væske/vann anlegg plottet mot årlig andel varme til tappevannsoppvarming. Som vi har sett av tidligere figurer, så er utslaget for SPF_A faktor størst om sommeren relatert til andel tappevannsoppvarming. I disse periodene er varmeopptakskilden for luft/vann varmpumper noe høyere enn for væske/vann varmpumper. Figur 14 og Figur 15 antyder at væske/vann anleggenes SPF_A faktor er noe mer avhengig av tappevannsandelen enn luft/vann varmpumpeanlegg; dvs. en brattere lineær sammenheng som antyder større betydning av en endring i tappevannsandelen for disse anleggene.



Figur 15 SPF_A faktor over året for væske/vann anlegg vs. årlig andel varme til tappevannsoppvarming.

En annen tematikk i forhold til tappevann i lavtemperaturanlegg er problematikken rundt Legionella. Her har vi pratet med to leverandører for å høre hvordan de tar hensyn til dette i sine varmpumpeanlegg. Fra leverandørens side ligger det ofte inne en heving av temperaturen mot tappevann som skal skje en gang per sjuende dag. Da heves vannet opp til 65 – 70 grader Celsius. Dette intervallet har brukeren mulighet til å justere selv. Vi har sett at det er vanlig med vekselventil til tappevann på anleggene i feltmålingene. I vanlig driftstilfelle så kjører da varmpumpen start/stopp mot tappevannsleveranse og pumpen leverer gjerne vann opp mot 45 – 50 grader Celsius som standard.

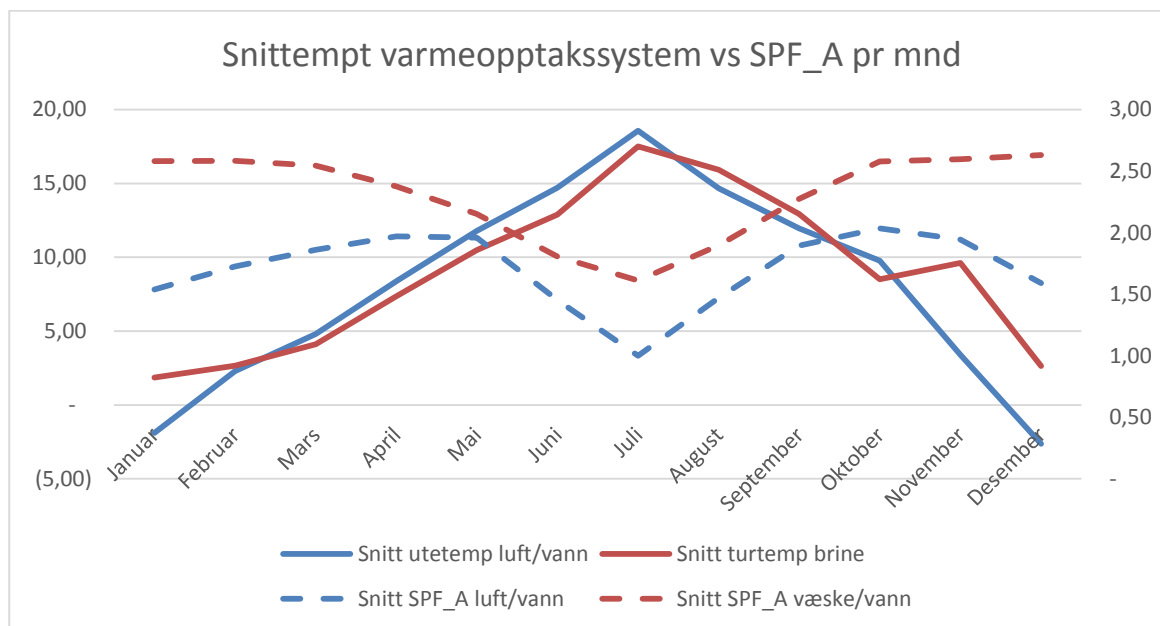
Kommentar:

En stor andel tappevann fører til at varmpumpen må levere turvann til tappevann ved høyere temperaturer enn det romoppvarmingssystemet trenger i store deler av året. Dette fører til lavere SPF_A faktor for de anleggene som relativt sett leverer mye tappevann i forhold til total varmeleveranse. En annen faktor som også spiller inn her er anleggets systemoppbygging i forhold til hvordan anlegget benytter spisslast til tappevannsoppvarming; om denne er integrert i varmpumpen eller sitter i berederen. Gode anlegg benytter lite spisslast til tappevannsoppvarming, mens for dårlige anlegg er det motsatt.

6.5 Temperatur på varmeopptakskrets

For å sammenligne temperatur på varmeopptakssystemene har vi plottet både gjennomsnittlig utetemperatur for luft/vann anlegg og gjennomsnittlig turtemperatur brinekrets for alle anlegg, se Figur 16. Tilhørende gjennomsnittlige SPF_A faktorer for de ulike varmeopptakssystemene er også vist. Figur 16.

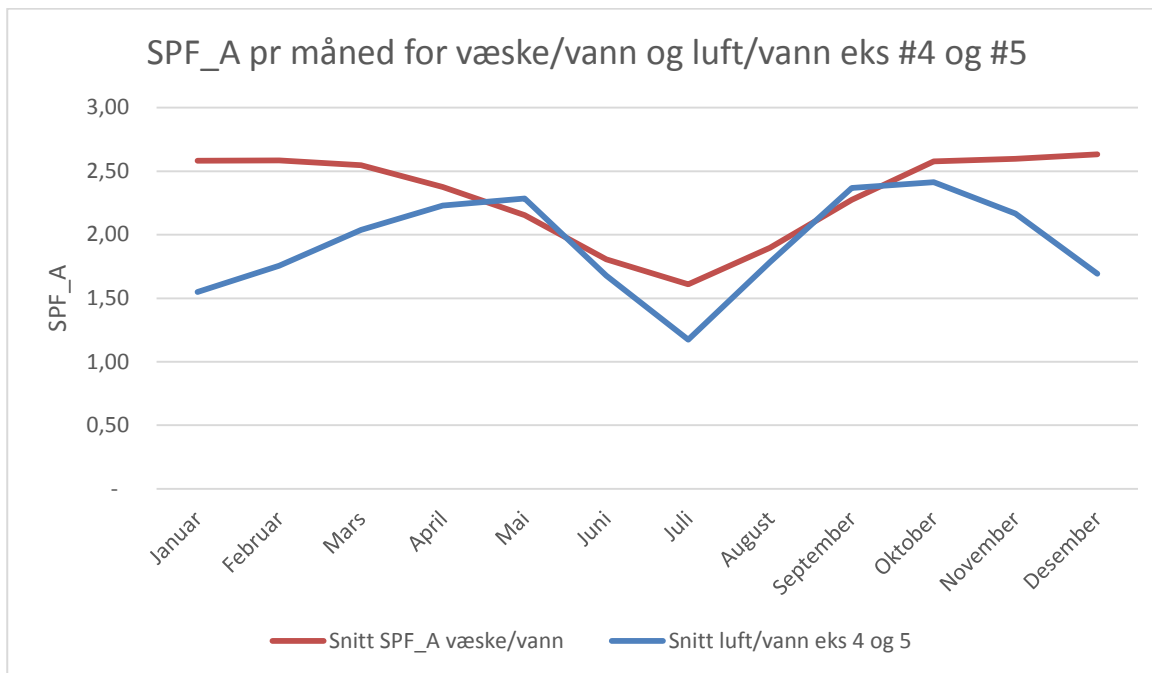
Utetemperatur og brinetemperatur følger hverandre store deler av året bortsett fra månedene november, desember og januar. Likevel ligger SPF_A faktoren for luft/vann varmpumpeanlegg lavere enn væsk/vann over hele året. Dette kan være tilfeldig da utvalget er lite og to anlegg innenfor luft/vann anleggene har vist seg å være svært overdimensjonert. Dette utgjør da nesten halvparten av de fem anleggene som er med i undersøkelsen og kan dermed gi et veldig skjevt bilde.



Figur 16 Gjennomsnittlig temperatur for varmeopptakssystem, hhv utetemperatur og turtemperatur brinekrets, for alle anlegg fordelt på luft/vann og væske/vann varmepumpeanlegg, samt tilhørende SPF_A faktor for utvalget per måned.

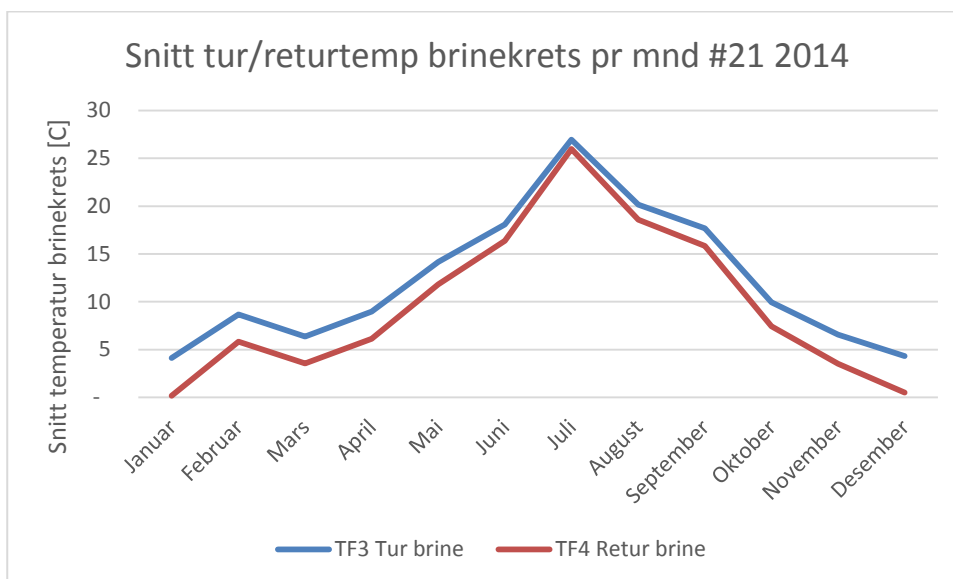
I Figur 17 er derfor månedlig SPF_A faktor for væske/vann og luft/vann, eksklusiv anlegg #4 og #5, plottet. Her kan vi tydeligere se at luft/vann anlegg kan ha bedre varmfaktor i perioder av året der varmeopptakstemperaturen er høyere eller på samme nivå. Lavere SPF_A faktor om sommeren for luft/vann anlegg skyldes andre ting enn varmeopptakstemperaturen da denne er tilnærmet lik i denne perioden. Mulige forklaringer her er at utvalget innenfor luft/vann har en stor andel av bygg som ikke har vannbåren oppvarming av baderom og dermed hovedsakelig tappevannsoppvarming om sommeren. Da vil varmepumpene gå mye av og på (intermittent drift) samtidig som effektbehovet er meget lavt, og dette er ikke gunstig for årsvarmfaktoren.

Det er fortsatt store forskjeller i SPF_A faktoren i vinterhalvåret selv om temperaturen på varmeopptakskilden er relativt lik i februar, mars, april og oktober. En mulig forklaring her er luft/vann varmepumpenes behov for avising av utedelen i perioder med utetemperaturer rundt null grader. Islag på fordampere forringer også varmeopptaksevnen til luft/vann varmepumpen før denne går i avrimingsmodus. Dette vil kunne føre til lavere SPF_A faktor i de overnevnte månedene.



Figur 17 Månedlig SPF_A faktor for væske/vann og luft/vann (eks anlegg #4 og #5) plotter for 2014.

Et eksempel på målt gjennomsnittlig tur-/returtemperatur for brinekrets per måned er vist i Figur 18 for anlegg #21. Fra figuren kan man se at delta T ligger opp mot 3 – 4 grader Celsius i snitt i vintermånedene og ned mot 1 – 2 grader Celsius i snitt for sommermånedene.



Figur 18 Gjennomsnittlig tur-/returtemperatur per måned for brinekrets for anlegg #21 i 2014.

Kommentar:

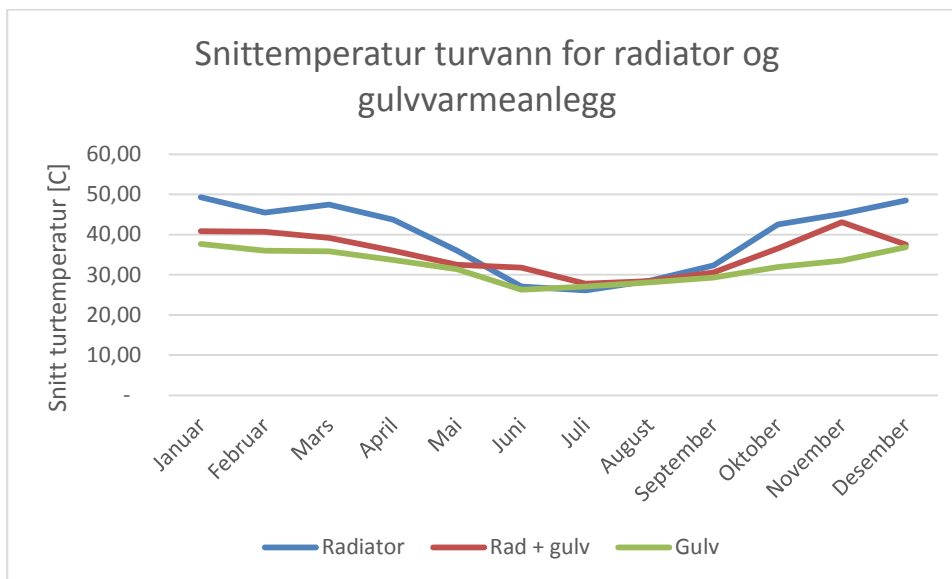
Prinsipielt kan man forvente en høyere SPF_A faktor fra luft/vann anlegg i de periodene der temperaturen på uteluften er høyere enn temperaturen på grunnvarmen/brinekretsen.

6.6 Turtemperatur varmeavgiverkrets

Varmepumpens årsvarmefaktor er i teorien avhengig av hvor høy temperatur varmepumpen må løfte turvannet til. Det vil si at jo høyere turtemperatur anlegget krever, desto lavere vil årlig SPF faktor være for varmepumpeanlegget. I dette tilfellet har vi kun måledata for SPF_A faktoren som omfatter hele

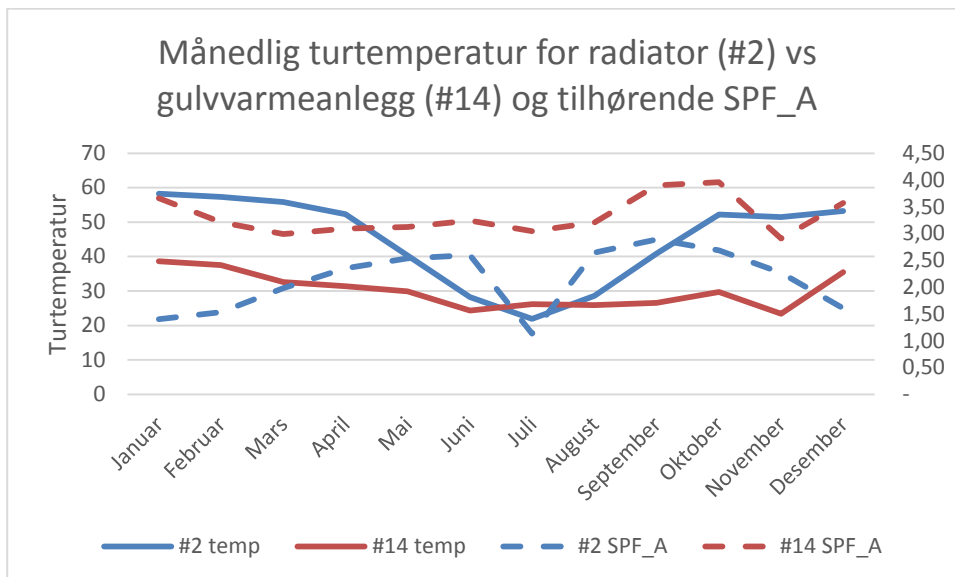
varmepumpesystemet og vi har derfor sett på denne opp mot gjennomsnittlig turtemperatur for varmeavgivelsessystemet over året for både luft/vann og væske/vann anlegg.

Snittemperatur for turvannet per måned for de ulike anleggene er plottet i Figur 19 fordelt på rene radiatoranlegg, kombinasjonsanlegg med både radiatorer og gulvvarme, samt rene gulvvarmeanlegg. Turtemperaturen i snitt for radiatoranlegg varierer fra 49 grader Celsius på vinteren og ned til 26 grader Celsius om sommeren. For kombinasjonsanlegg er maks og min temperaturer 43 og 28 grader Celsius, mens for gulvvarmeanlegg er de henholdsvis 38 og 26 grader Celsius. Dette viser at de fleste anlegg kjører med ca. samme temperatur sommerstid, mens differanse i turtemperatur er i snitt opp mot 11 grader Celsius om vinteren.



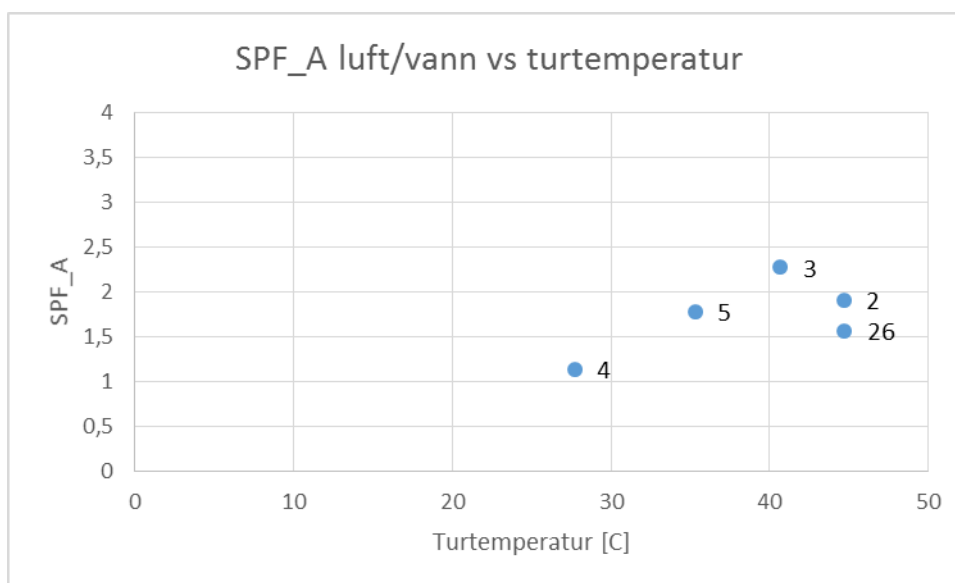
Figur 19 Snittemperatur på turvannet pr mnd for alle anlegg fordelt på radiator, radiator og gulvvarme og rene gulvvarmeanlegg.

Blant utvalget i feltmålingene er det anlegg #2, som er et rent radiatoranlegg uten oppgraderinger, som har de høyeste turtemperaturene, se Figur 20. Anlegg #14 er et rent gulvvarmeanlegg som er installert samtidig med innkjøp av varmepumpe og dette anlegget har en av de laveste turtemperaturene i utvalget. Anlegg #23 kan ha vært det anlegget med lavest turtemperatur over året, men her mangler det temperaturmålinger for perioden juni – november. Maks temperaturforskjell mellom anlegg #2 og #14 er litt over 20 grader Celsius i vinterhalvåret, mens forskjellen i turtemperatur i juli er motsatt der anlegg #14 har høyest turtemperatur. Dette fordi anlegg #2 ikke har vannbåren gulvvarme i baderom slik som anlegg #14 har.



Figur 20 Forskjell i månedlig turtemperatur for ett anlegg med radiatorer (#2) og ett anlegg med gulvvarme (#14), samt tilhørende månedlig SPF_A faktor for begge anleggene.

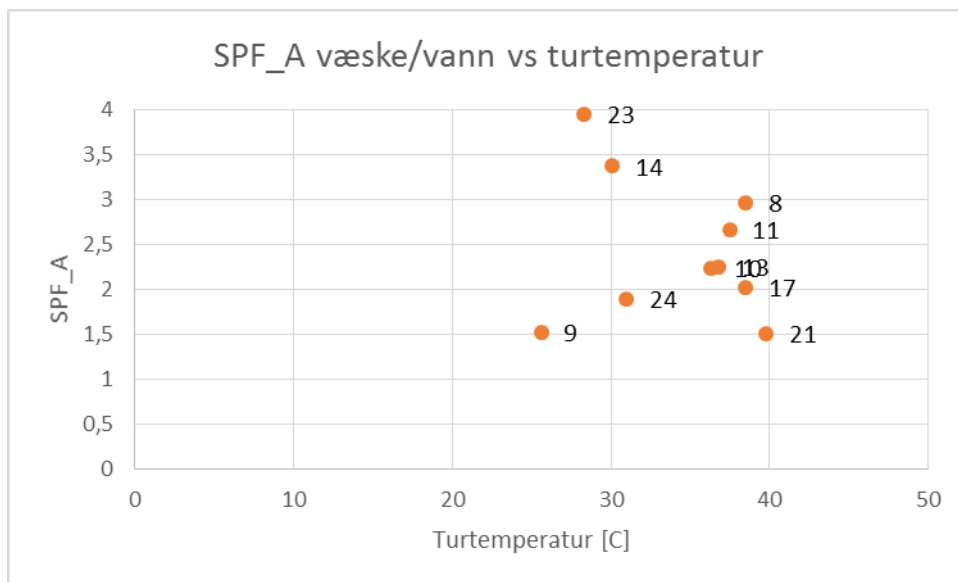
For anlegg med luft som varmeopptakskilde er det ikke mulig å trekke noen entydig konklusjon i forhold til sammenhengen mellom SPF_A faktor og turtemperatur, se Figur 21. Her er det kun fem anlegg og to av anleggene bryter med teorien som tilsier at lavere turtemperatur fører til bedre årsvarmefaktor. Dette gjelder særlig anlegg #4 og til dels anlegg #5 (de to punktene lengst til venstre i figuren). Det siste anlegget kan ligge innenfor normal spredning og kan dermed aksepteres i denne sammenheng, mens anlegg #4 har store avvik fra denne teorien med den laveste SPF-A faktoren på 1,14 og gjennomsnittlig turtemperatur på 27,7 grader Celsius. Både anlegg #4 og #5 har gulvvarme som avgivelsessystem og begge anleggene er overdimensjonert.



Figur 21 SPF_A for luft/vann VP plottet mot gjennomsnittlig turtemperatur til varmeanlegget for 2014.

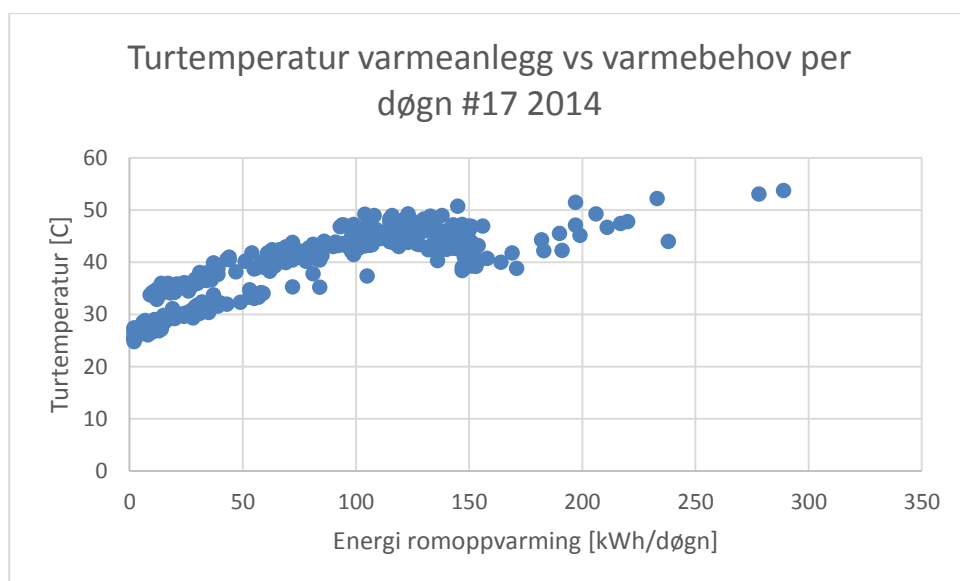
For væske/vann varmpumpeanlegg kan man se en viss sammenheng hvis man ser bort i fra anlegg #21 og til dels anlegg #24 (de to laveste punktene lengst til venstre). Begge disse anleggene har gulvvarmesystem slik som anlegg # 4 og #5 for luft/vann varmpumper. Anlegg #21 har meget lave og dermed litt mistenkelige målinger for de to første månedene av 2014, noe som kan tyde på at SPF_A faktoren over året ikke viser et helt riktig bilde av anlegget.

For væske/vann er utvalget litt større enn luft/vann, men samtidig gir ikke figuren et helt entydig bilde selv om trenden er at lavere turtemperatur gir høyere SPF_A faktor. Samtidig viser figuren at det er flere andre faktorer enn kun turtemperatur som spiller inn for å kunne konkludere med hva som er gode og hva som er dårlige varmepumpeanlegg.



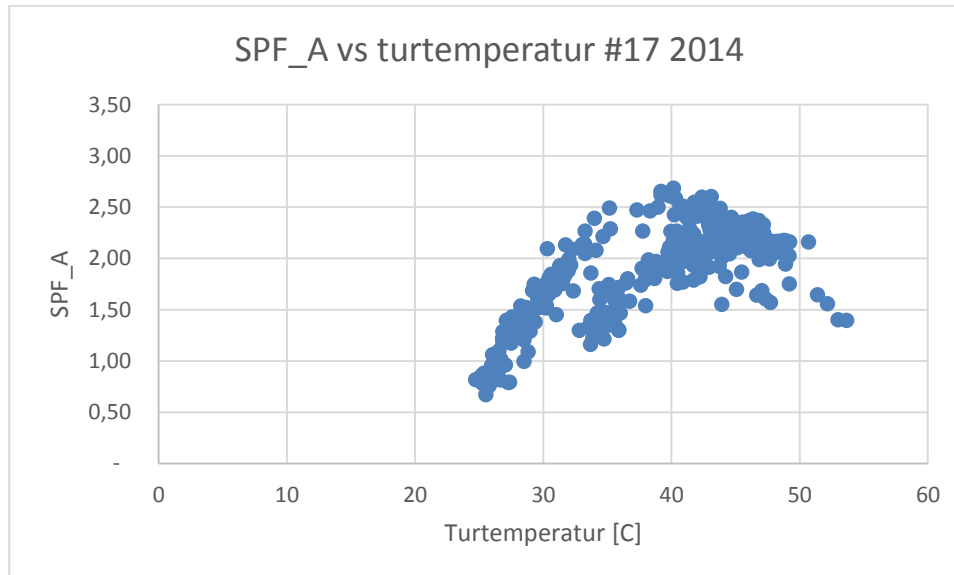
Figur 22 SPF_A for væske/vann VP plottet mot gjennomsnittlig turtemperatur til varmeanlegget for 2014.

Varmebehov til romoppvarming er lineært avhengig av utetemperaturen. De aller fleste varmepumpeanlegg styres etter en gitt fyringskurve som skal være tilpasset hvert enkelt anlegg. Denne fyringskurven er satt opp som en lineær sammenheng mellom utetemperatur og turtemperatur, dvs. mellom varmebehov og turtemperatur. Figur 23 viser sammenheng mellom daglig energibehov til oppvarming og anleggets turtemperatur for anlegg #17 som er et kombinasjonsanlegg med både gulvvarme og radiatorer. Her kan det se ut som fyringskurven er blitt justert i løpet av året da plottet viser to ulike nivå for lineære sammenheng mellom turtemperatur og energibehov. Dette blir også bekreftet av brukeren ved befaring da brukeren gjør en manuell endring av kurven avhengig av sesong. Endrer da gjerne ved utetemperatur rundt 3 – 4 grader Celsius.



Figur 23 Sammenheng mellom turtemperatur og daglig energibehov til romoppvarming for anlegg #17 for 2014.

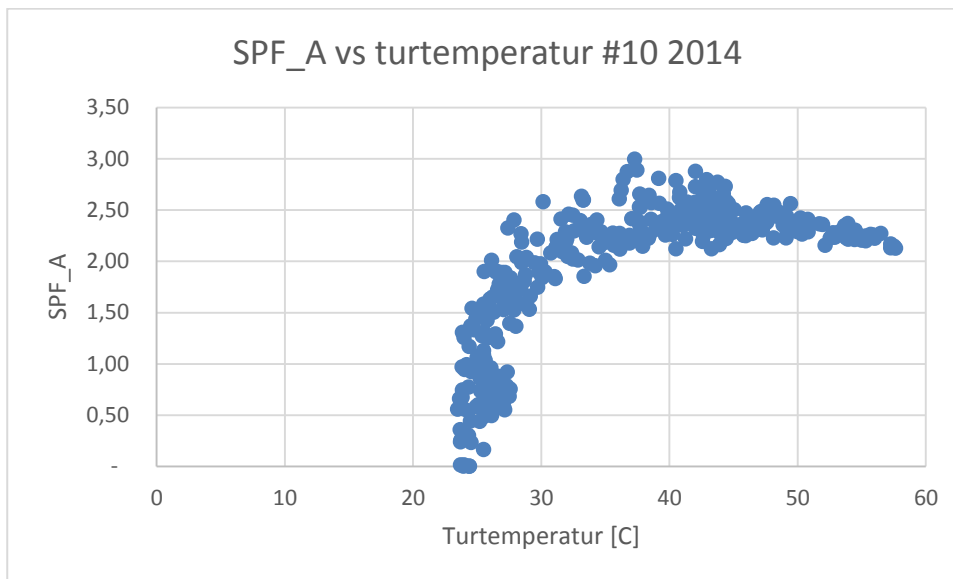
Hvis vi videre plotter SPF_A faktoren for sammen anlegg mot turtemperaturen, se Figur 24, kan vi også se disse to styringsmønstrene. Figuren viser også at anlegget når sin høyeste SPF_A faktor ved en turtemperatur på rundt 40 grader Celsius for så å falle ved økende turtemperaturer opp til ca. 55 grader Celsius.



Figur 24 Sammenheng mellom SPF_A faktor og turtemperatur over døgnet for anlegg #17 for 2014.

Et annet eksempel på en slik sammenheng er vist i Figur 25 for anlegg #10. Her ser vi at SPF_A faktoren er mye mindre avhengig av høye turtemperaturer for anlegg #10 enn anlegg #17. Årsvarmefaktorene for anleggene er henholdsvis 2,24 og 2,02 for #10 og #17, begge anleggene har radiatorer som krever høye temperaturer og begge anleggene har grunnvarme som energikilde. Hovedforskjellen mellom disse to anleggene er at anlegg #17 er underdimensjonert med en installert effekt på varmepumpen på 6 kW og et maks målt behov på 15 kW for 2014, mens anlegg #10 har en installert varmepumpeeffekt på 10 kW mot et maks målt effektbehov på 9 kW. Dette fører til at anlegg #17 må benytte en stor andel spisslast ved høyt effektbehov, noe som fører til en tydelig reduksjon i SPF_A faktor for dette anlegget ved høye turtemperaturer.

Grunnen til at anlegg #17 likevel kommer relativt likt ut med årsvarmefaktor i forhold til anlegg #10 er at det førstnevnte anlegget har høyere SPF_A faktor i alle sommermånedene juni, juli og august, se Figur 10. Dette fordi anlegg #17 har romoppvarmingsbehov om sommeren i form av gulvvarme på baderom, samt at den underdimensjonerte varmepumpen har bedre SPF_A faktor ved lavere effektbehov enn anlegg #10. Tappevannsandelen for henholdsvis anlegg #10 og #17 er på 7 % og 10 % noen som igjen er en fordel tilskrevet anlegg #10 i forhold til bedre årsvarmefaktor.



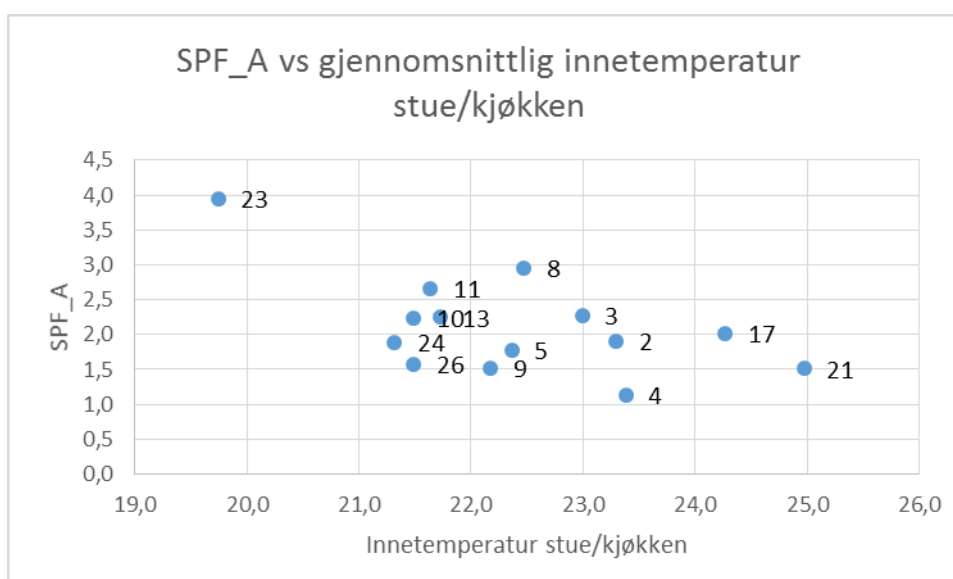
Figur 25 Sammenheng mellom SPF_A faktor og turtemperatur over døgnet for anlegg #10 for 2014.

Kommentar:

Ved en optimal dimensjonering av varmepumpeanlegget, bør man tilstrebe lavest mulig turtemperatur for å oppnå best mulig årsvarmefaktor. Dette innebærer da en best mulig innregulering av anleggets varmesløyfer, i tillegg til innjustering av optimal fyringskurve. Da vil anlegget levere nok effekt, det vil si ønsket innetemperatur, ved lavest mulig turtemperatur.

6.7 Innetemperatur

I forbindelse med måleprosjektet ble det installert en termometer for måling av innetemperaturen. Denne ble plassert i området rundt stue/kjøkken for alle måleobjektene. Dette gir ikke et helt riktig bilde av faktisk temperatur i hele huset, men en indikasjon på hvor varmt beboerne ønsker å ha det. Fra teorien om energibehov til oppvarming av bygninger vet vi at en økning i innetemperatur gir et økt varmebehov/høyere turtemperatur. Figur 26 viser årsvarmefaktor plottet mot gjennomsnittlig innetemperatur for alle anleggene. Her ser vi at det anlegget med best SPF_A faktor er det anlegget med lavest innetemperatur. Anlegg #14 er utelatt her grunnet manglende målinger av inne- og utetemperaturer.



Figur 26 Årlig SPF_A faktor vs. gjennomsnittlig innetemperatur målt i stue/kjøkken for alle anleggene.

6.8 Luftfuktighet ute

6.8.1 Avrimingssekvenser

I feltundersøkelsene inngår det fem luft/vann varmepumpeanlegg. Høy luftfuktighet har betydning for luft/vann varmepumpene pga. utkondensering av vann som fører til ising og behov for avriming av utedelen. Ising fører til lavere varmeopptaksevne, dvs. dårligere varmeovergang ved rim på rørene, for fordamperen/utedelen. Avriming fører til økt elektrisk energibruk for anlegget i perioder med kalde utetemperaturer. I forbindelse med befaringene ble det spurt om hva slags avrimingssekvenser de ulike varmepumpene hadde, men dette kunne ikke brukerne svare på.

NE har da tatt en ringerunde til noen av leverandørene av luft/vann varmepumpene for å høre om dette er behovsstyrt eller tidsstyrt, eller begge deler.

Leverandørene svarte at dette i hovedsak er behovsstyrt og at de ulike pumpene har sine algoritmer i forhold til avrimingssekvenser. Et eksempel var en luft/vann varmepumpe som styrer avriming etter delta T mellom utetemperatur og coiltemperatur på fordamperen. Ved en for stor differanse i delta T, så går pumpen i avrimingsmodus, men dette er igjen tidsbegrenset opp mot en makstid på 14 minutter. I tillegg går varmepumpen i avrimingsmodus hvis effektleveransen ut på varmeanlegget (dvs. målt turtemperatur ut fra varmepumpen) er for lav. En annen leverandør har også oppgitt at det er en lagt inn en minimumstid mellom forrige avriming til varmepumpen får lov til å gå i avrimingsmodus igjen.

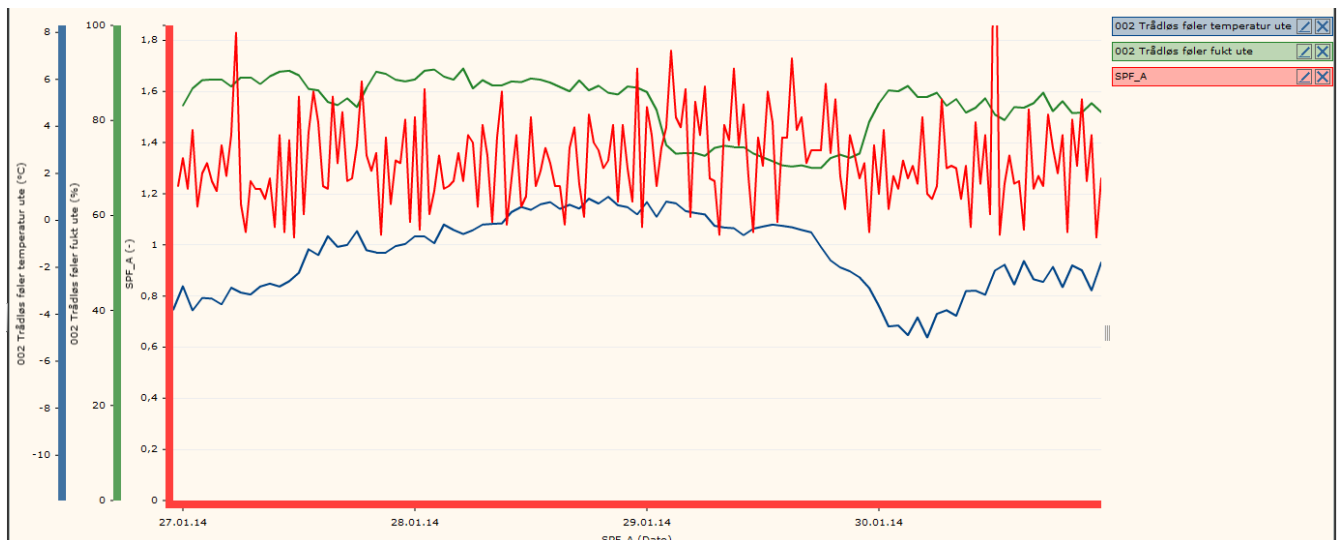
Basert på tidligere resultater vist i Figur 16 og særlig i Figur 17, så kan vi se at det er andre ting enn kun temperaturen på varmeopptakskretsen som spiller inn i forhold til årsvarmefaktor og at dette for månedene februar, mars, april og oktober kan skyldes luft/vann varmepumpenes økte elbehov til avriming og manglende varmeopptak i samme periode som avriming foregår. I disse månedene er snittemperaturen for varmeopptakskildene relativt lik.

6.8.2 Endring i luftfuktighet

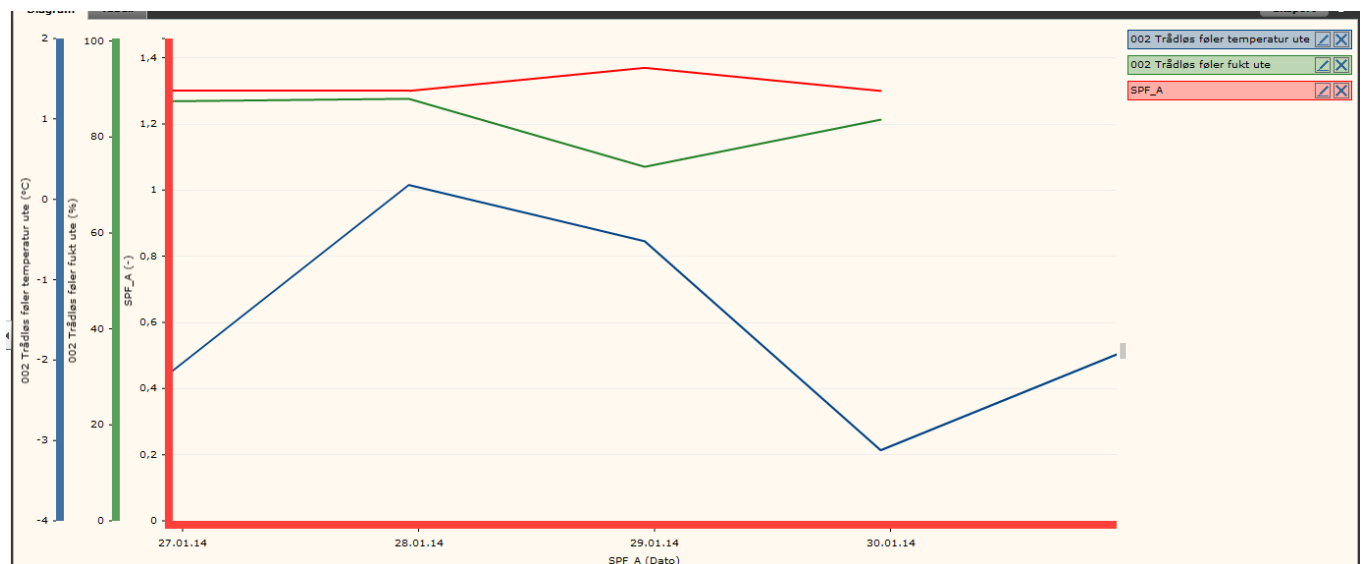
For å studere en mulig sammenheng med SPF-faktoren og luftfuktighet ute har vi hentet ut noen utsnitt fra Siemens sitt loggeprogram for å kunne analysere perioder der utetemperaturen er rundt null grader samtidig som det inntreffer en endring i luftfuktigheten.

For perioden fra 28. til 30. januar 2014 har vi eksempel på at utetemperaturen er rundt null grader samtidig med en endring i luftfuktigheten ute og dette er vist for anlegg #2 i Figur 27 og Figur 28 for henholdsvis timesmålinger og døgnmiddelverdier.

Anlegg #2 plottet henholdsvis per time og per døgn. Timesplottet er vist for å synliggjøre utetemperaturen og luftfuktigheten i den aktuelle perioden, men sammenhengen mellom SPF_A faktor og luftfuktighet kommer tydeligere frem i døgnplottet. Normalt ville SPF_A faktoren sunket med synkende utetemperatur fra 28. til 29. januar, men dette er ikke tilfelle her. Vi ser at i samme periode synker luftfuktigheten og SPF_A faktoren stiger noe i forhold til døgnet før. Når relativ luftfuktighet igjen stiger samtidig med at utetemperaturen synker ytterligere, følger SPF_A faktoren med nedover.



Figur 27 Utetemperatur, luftfuktighet og SPF_A faktor plottet per time fra 27. – 31. januar 2014 for anlegg #2



Figur 28 Utetemperatur, luftfuktighet og SPF_A faktor plottet per døgn fra 27. – 31. januar 2014 for anlegg #2

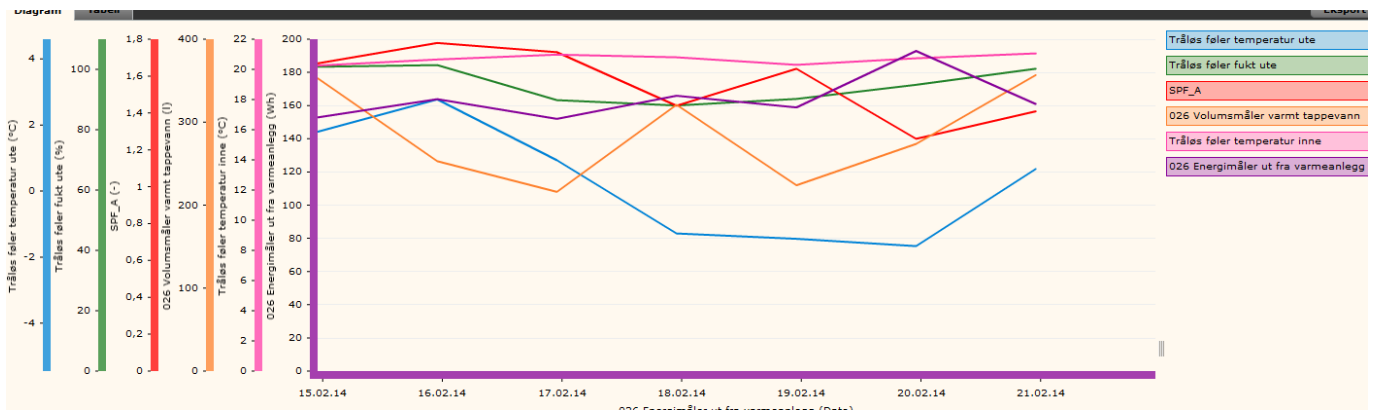
Det har vært vanskelig å finne måleperioder for luft/vann varmepumper der utetemperaturen, effektbehovet og tappevannsbehovet er relativt konstant, samtidig med en merkbar endring i luftfuktigheten. Det er da ikke så enkelt å konkludere med en entydig sammenheng her basert på vårt målerutvalg.

Eksempelvis viser anlegg #26 at det ikke er så enkelt for varmepumpeanlegg basert på luft/vann å skille mellom hvor stor påvirkning endring i luftfuktighet har på SPF_A faktor kontra andre faktorer som økt effektbehov til oppvarming og endring i tappevannsbehov.

I Figur 29 er utetemperatur, luftfuktighet, SPF_A faktor, tappevann, innetemperatur og energimengde ut fra varmeanlegget plottet fra 15. – 22. februar per døgn:

- Utetemperatur – blå kurve, skala -5 til +4 grader Celsius
- Relativ luftfuktighet – grønn kurve, skala 0 – 100 %
- SPF_A – rød kurve, skala 0 – 1,8
- Volumsmåler tappevann – oransje kurve, skala 0 – 400 liter
- Trådløs føler temperatur inne – rosa kurve, skala 0 – 22 grader Celsius
- Energimåler ut fra varmeanlegget – lilla kurve, skala 0 – 200 kWh

Relativ luftfuktighet synker i perioden 17. – 19. februar samtidig med en liten nedgang i utetemperaturen. Dette fører til økt oppvarmingsbehov og lavere SPF_A faktor. Fortsatt høy SPF_A faktor for 17. februar kan enten tilskrives redusert relativ fuktighet eller redusert tappevannsbehov. 18. og 19. februar viser en tydeligere sammenheng mellom tappevannsbehov og SPF_A enn relativ fuktighet. Reduksjon i SPF_A faktor for 20. februar skyldes økt energimengde fra varmeanlegget.



Figur 29 Utetemperatur, luftfuktighet, SPF_A faktor, tappevann, innetemperatur og energimengde ut fra varmeanlegget plottet fra 15. – 22. februar per døgn for anlegg #26.

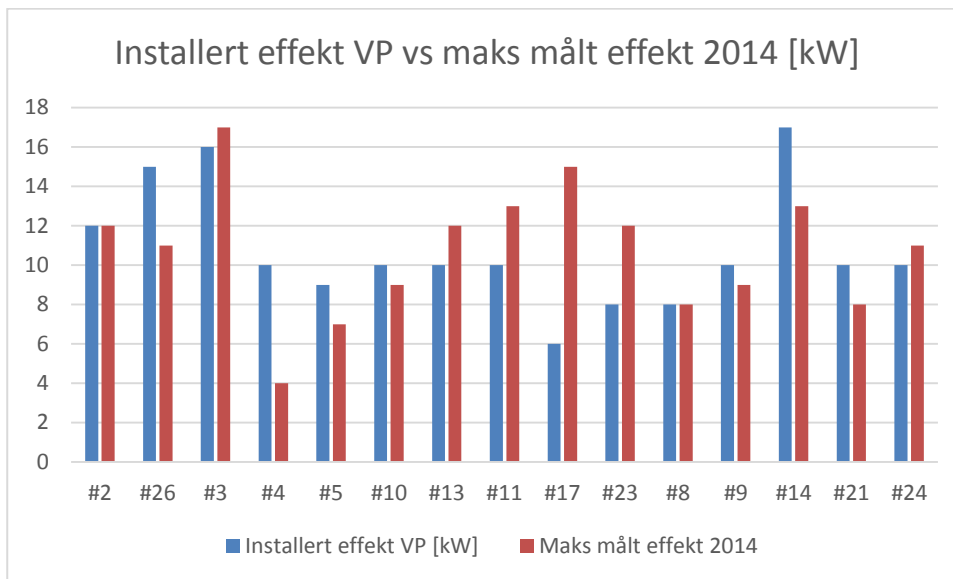
Kommentar:

Luftfuktighet og avrimingssekvenser har betydning for SPF_A faktoren til luft/vann varmpumpeanlegg, men feltmålingene har ikke klart å gi noen indikasjon på hvor stor betydning dette har. Høy luftfuktighet og stor isdannelse på utedelen fører da til reduksjon i årsvarmefaktoren for luft/vann varmpumper.

6.9 Størrelse varmpumpen

Installert effekt for varmpumpene i feltundersøkelsene varierer fra 6 og opp til 17 kW, se Figur 30, mens maks målt effekt varierer fra 4 og opp til 17 kW. Alle byggene i undersøkelsene er relativt store eneboliger som varierer i bruksareal fra rundt 200 – 400 m². Det er store forskjeller mellom de ulike boligene i forhold til hvor stor andel av bygningen som faktisk varmes opp av varmpumpen og noen byggeiere har tatt ut varmpumper for et mulig fremtidig økt varmebehov. Dette vil føre til at noen anlegg per i dag er svært overdimensjonert. Det er ikke like lett å se om anleggene er underdimensjonert basert på måledata da 2014 var et relativt mildt år og vi ikke hadde noen ekstreme kuldeperioder.

I dette kapittelet skal vi se litt nærmere på varmpumpens effektdekning og brukstid for maks effekt for utvalget basert på målinger for 2014. I tillegg har vi laget en illustrasjon av forskjellen mellom luft/vann og væske/vann varmpumper relatert til høyt og lavt energibehov over døgnet.



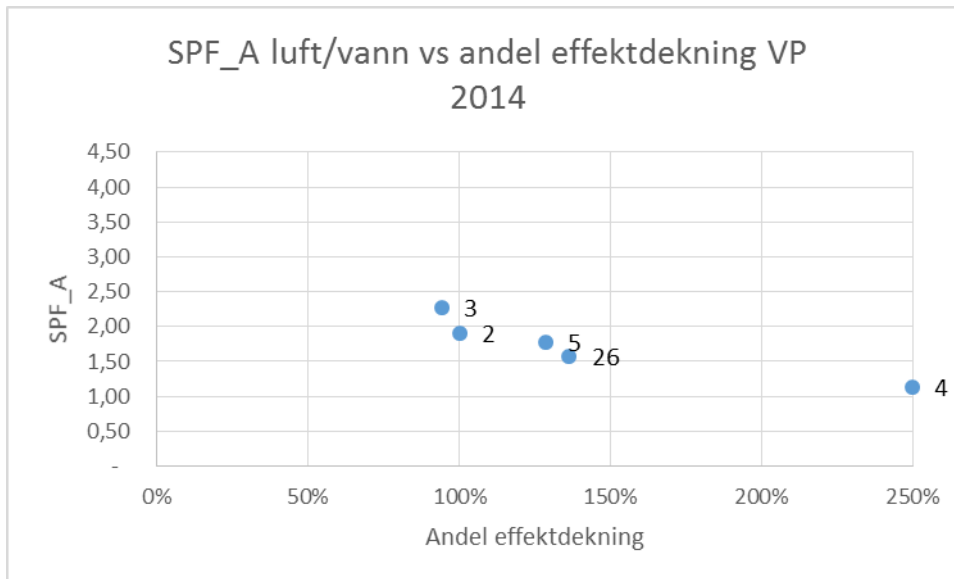
Figur 30 Sammenstilling av installert effekt for varmepumpene for alle anleggene i feltstudien og maks målt effekt for 2014. De fem første er luft/vann og de ti siste er væske/vann varmepumpeanlegg.

6.9.1 Effektdekning

Når en varmepumpe er tatt ut for å dekke en liten andel av effektbehovet, vil den i større grad gå på maks effekt og få høyere SPF faktor, men samtidig vil det for det totale anlegget brukes mer direkte el. Motsatt, når varmepumpen dekker en høy andel, vil det være mindre behov for direkte el, men varmepumpen vil få en lavere SPF faktor.

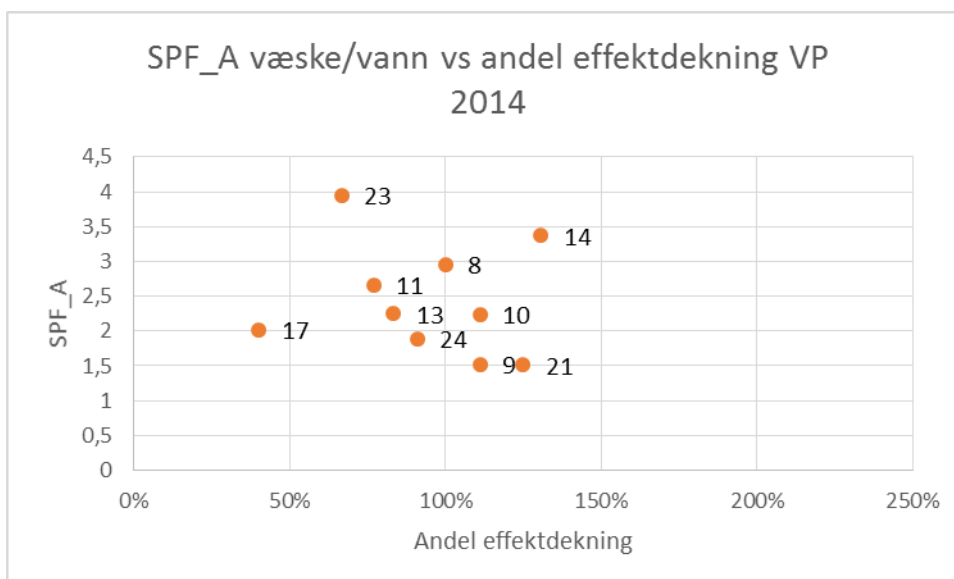
Ut i fra teorien rundt varmepumpeanlegg bør slike anlegg dimensjoneres for å dekke mellom 50 – 70 % av effektbehovet og dermed 80 – 95 % av årlig energibehov til oppvarming. Den optimale sammenhengen varierer fra år til år avhengig av klima og varmebehov, samt installasjonskostnader og årlige strømkostnader for et gitt anlegg. Ved en gitt effekt har et luft/vann varmepumpeanlegg lavere installasjonskostnader enn et væske/vann varmepumpeanlegg da man slipper borekostnadene. Årlige energikostnader til luft/vann anlegg er høyere enn for væske/vann da årsvarmefaktoren er lavere for luft/vann enn væske/vann (som vist i denne rapporten basert på utvalget for målinger i 2014, samt labtester fra Svensk Energimyndigheten).

For å se nærmere på anleggenes effektdekning og hva som er optimal effektandel, har installert effekt delt på maks målt effekt ut fra varmeanlegget vs. SPF_A faktor for det aktuelle anlegget blitt plottet mot hverandre. Dette er vist i Figur 31 og Figur 32 for henholdsvis luft/vann og væske/vann varmepumpeanlegg. For luft/vann ser vi en tydelig sammenheng mellom varmepumpens effektdekning og anleggets SPF_A faktor der overdimensjonerte anlegg har lavere årsvarmefaktor. Ingen anlegg har lavere effektdekning fra varmepumpen enn 94 % for 2014, så det er ikke mulig å se når toppen/optimal andel effektdekning inntreffer for slike anlegg.



Figur 31 Andel effektdekning fra varmepumpen i forhold til maks målt effekt 2014 vs. SPF_A faktor for luft/vann anlegg.

For væske/vann anlegg ser vi ut i fra Figur 32 at anlegg med høyest årsvarmefaktor ligger mellom 67 – 100 %. Unntaket fra dette er anlegg #14 som ligger på 131 % med en SPF_A faktor på 3,37. Dette anlegget har ingen spisslast eller tilleggsvarme for tappevann og varmepumpens kompressor er frekvensstyrt og kan tilpasse seg varmebehovet til enhver tid. De fleste andre anlegg har intermittert drift der de enten er av eller på, samt at noen anlegg har trinnvis effekt på spisslastelementene.



Figur 32 Andel effektdekning fra varmepumpen i forhold til maks målt effekt 2014 vs. SPF_A faktor for væske/vann anlegg.

Kommentar:

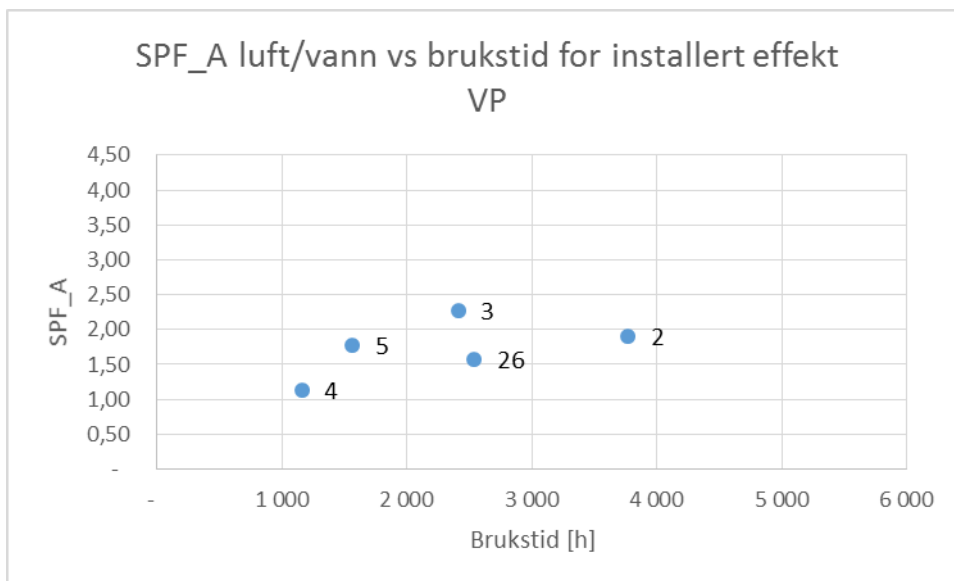
For å kunne trekke en entydig konklusjon i forhold til dette trenger man et større utvalg og målinger over flere år der man har lengre kuldeperioder. Men trenden for både luft/vann og væske/vann varmepumpeanlegg viser at det er viktig å dimensjonere varmepumpen slik at den gir optimal effektdekning og ikke blir over- eller underdimensjonert i forhold til bygningens faktiske varmebehov.

6.9.2 Brukstil for maks effekt

Det er i mange sammenhenger antatt at en brukstid på rundt 3000 timer er optimal dimensjonering for et varmepumpeanlegg, da dette gir en optimal fordeling mellom installert effekt og andel energidekning

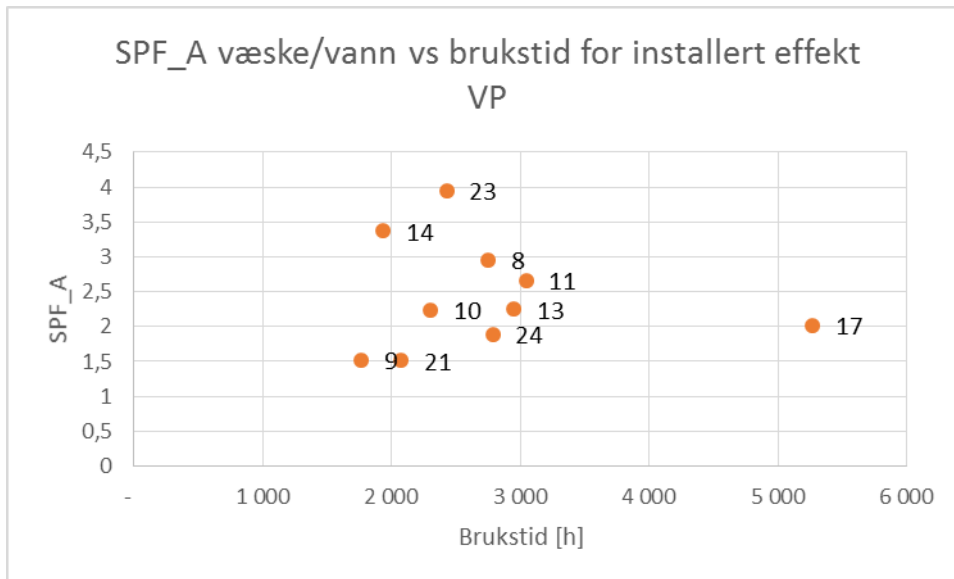
for anlegget i forhold til total kostnader. For alle anleggene har vi plottet SPF_A faktoren mot brukstid for installert varmepumpeeffekt, se Figur 33 og Figur 34 for henholdsvis luft/vann og væske/vann varmepumpeanlegg. Brukstiden er beregnet ut i fra summen av varme til romoppvarming og tappevannsoppvarming og delt på installert effekt til selve varmepumpen.

For luft/vann varmepumper viser ett anlegg høyest SPF_A faktor mellom 2 – 3000 timer med synkende faktorer for både lavere og høyere brukstider for installert effekt ut til hver side. Anlegg #4 er plottet lengst til venstre og viser at dette anlegget er overdimensjonert. Anlegg #26 har en brukstid på 2500 timer, men er også overdimensjonert i forhold til installert effekt (målt maks 11 kW mot installert 15 kW). Dette er en av årsakene til den lave årsvarmefaktoren på 1,57.



Figur 33 SPF_A faktor plottet mot brukstid for installert effekt for varmepumpeanlegget for luft/vann.

For væske/vann anlegg viser Figur 34 også høyest SPF_A faktor mellom 2 – 3000 timer, noe som tyder på at en riktig dimensjonering av anleggene er særlig viktig for å få et godt anlegg. Anlegg #17 er plottet lengst til høyre. Dette anlegget har en installert effekt for varmepumpen på 6 kW, mens faktisk målt maks effektbehov for 2014 var 15 kW. Varmepumpen kan da dekke kun 40 % av maks effektbehov og det viser seg å ikke være en optimal dimensjon for denne varmepumpen. Anleggene lengst til venstre og nederst (#9 og #21) er blant de mest overdimensjonerte anleggene som tidligere vist i Figur 32. Anlegget lengst til venstre og øverst (#14) er som tidligere kommentert et anlegg uten spisslast der varmepumpens kompressor til enhver tid kan tilpasse seg varmebehovet. Dette gir en relativt lav brukstid for 2014, men fortsatt en god årsvarmefaktor.



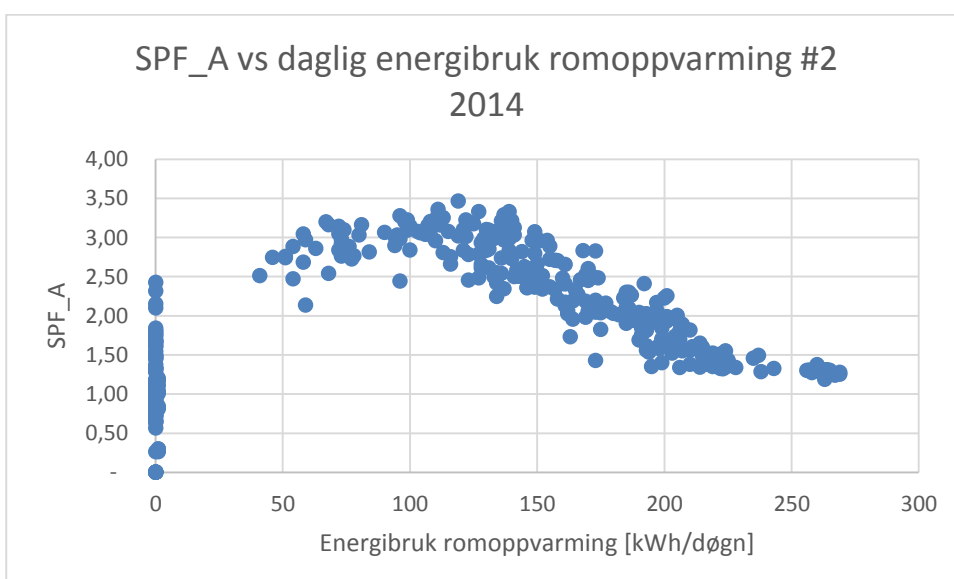
Figur 34 SPF_A faktor plottet mot brukstid for installert effekt for varmepumpeanlegget for væske/vann.

6.9.3 SPF_A vs daglig energibehov

Varmepumpens varmfaktor er avhengig av om denne kan benyttes på maks effekt under ideelle forhold eller må gå på dellast. Varmefaktoren synker med synkende effektbehov, samtidig som varmfaktoren for luft/vann varmepumper synker med lave utetemperaturer og høy avrimingsfrekvens.

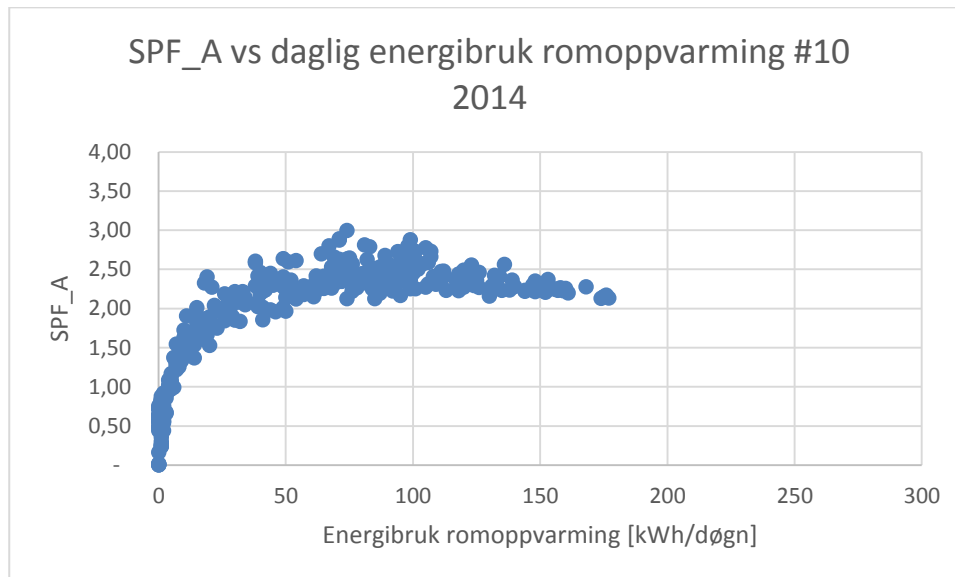
Anlegg #2 og anlegg #10 er tilfeldig valgt for å illustrere forskjellene mellom luft/vann og væske/vann anlegg i forhold til daglig energibehov. Figurene viser at luft/vann varmepumpens varmfaktor reduseres ved høyt energibehov til romoppvarming. Årsaken til dette er som tidligere vist lavere varmekilde i perioder med stort varmebehov, samt avriming og dårligere varmeopptak ved rim på fordampere (utedelen). Figuren viser også at varmfaktoren synker når energibehovet til oppvarming er lavt slik som i sommermånedene.

Anlegg #2 har en brukstid på over 3600 timer, samtidig som anlegget ikke leverer mer effekt enn installert varmepumpeeffekt for 2014. Dette tyder på at anlegget ikke klarer å levere 12 kW fra varmepumpen uten å benytte en stor andel spisslast og varmepumpen leverer da lav effekt ved lav årsvarmfaktor ved lave utetemperaturer og høyt energibehov.



Figur 35 Varmefaktor vs. daglig energiproduksjon luft/vann varmepumpeanlegg #2 2014.

Fra Figur 36 ser vi ut fra væske/vann varmepumpeanlegg #10 sin varmfaktor at anlegget klarer å levere en høy energimengde selv ved lave utetemperaturer da dette anlegget har en mer stabil varmeopptakskilde på kalde dager. Maks varmfaktor for anlegg #2 er høyere enn for anlegg #10 ved dellast, henholdsvis 3,5 mot 3. Årsvarmfaktoren for anlegg #10 er likevel høyere enn for #2 over året da denne er mindre avhengig av energimengden varmepumpen leverer ut på anlegget.



Figur 36 Varmefaktor vs. daglig energiproduksjon væske/vann varmepumpeanlegg #10 2014.

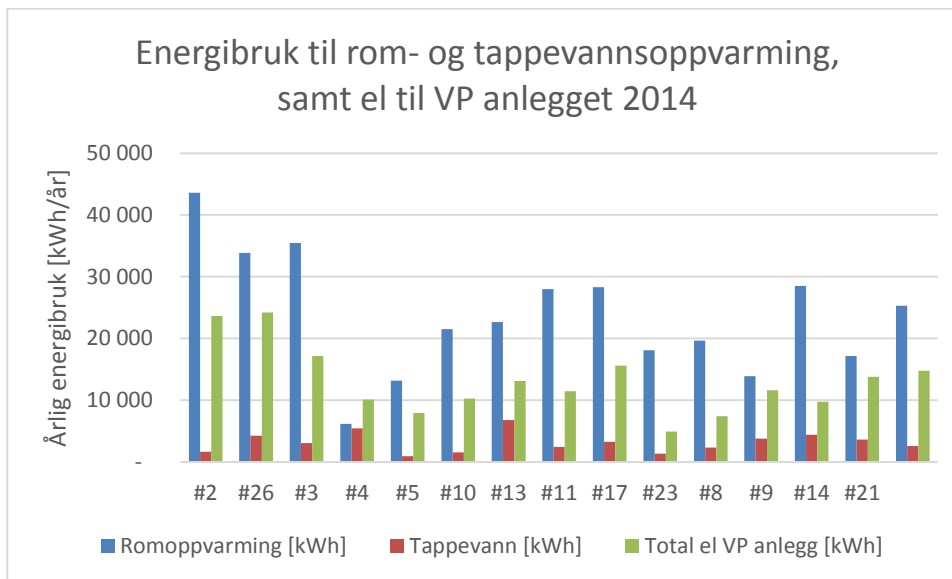
Kommentar:

Varmepumpens SPF_A faktor er høyest når varmepumpen kan gå på maks effekt i stedet for dellast. SPF_A faktoren synker når anleggets effektbehov overskrider varmepumpens installerte effekt og anlegget må benytte spisslast.

6.10 Energibruk

Årlig energibehov til oppvarming, tappevann og strøm til varmepumpeanlegget varierer mye fra anlegg til anlegg, se Figur 37. Årlig energibehov til romoppvarming varierer fra 6 150 kWh/år og opp til 43 600 kWh/år. Det laveste energibehovet tilhører anlegg #4 som kun benytter varmepumpen til oppvarming av ca. halvparten av boligen. Det høyeste varmebehovet har en stor enebolig med gamle radiatorer (opprinnelig oljefyringsanlegg) fra 1900 der det er gjort lite forbedringer på bygningskroppen. Dette anlegget, #2, har også det nest høyeste spesifikke varmebehovet av utvalget på 182 kWh/år, se Figur 38. Årsvarmfaktorene for disse to anleggene er henholdsvis 1,14 og 1,91.

Strømforbruk til varmepumpeanleggene varierer fra 4 900 kWh (#23, SPF_A 3,95) og opp til 24 200 kWh (#26, SPF_A 1,57), mens tappevannsforbruket varierer mellom 950 kWh (#5, SPF_A 1,78) til 6 800 kWh (#13, SPF_A 2,25).



Figur 37 Årlig målt energi til romoppvarming, tappevann og strømförbruk til varmpumpeanlegget for alle boligene i 2014 [kWh/år].

Spesifikt målt effektbehov til romoppvarming og spesifikt målt energi til romoppvarming er vist i Figur 38 sammen med spesifikt elförbruk til hele varmpumpeanlegget. Det sistnevnte inkluderer da varmpumpens kompressor, alle sirkulasjonspumper og all energi til spisslast i varmpumpen, akkumulatoren og berederen.

Alle tall for spesifikk effekt- og energi er basert på brukernes input på hvor stor del av boligen som varmes opp ved hjelp av varmpumpeanlegget. Det har ikke vært rom for å verifisere disse tallene ved befaring og vi har dermed ikke hatt mulighet til å kvalitetssikre disse. Usikkerheten rundt disse tallene er derfor stor.

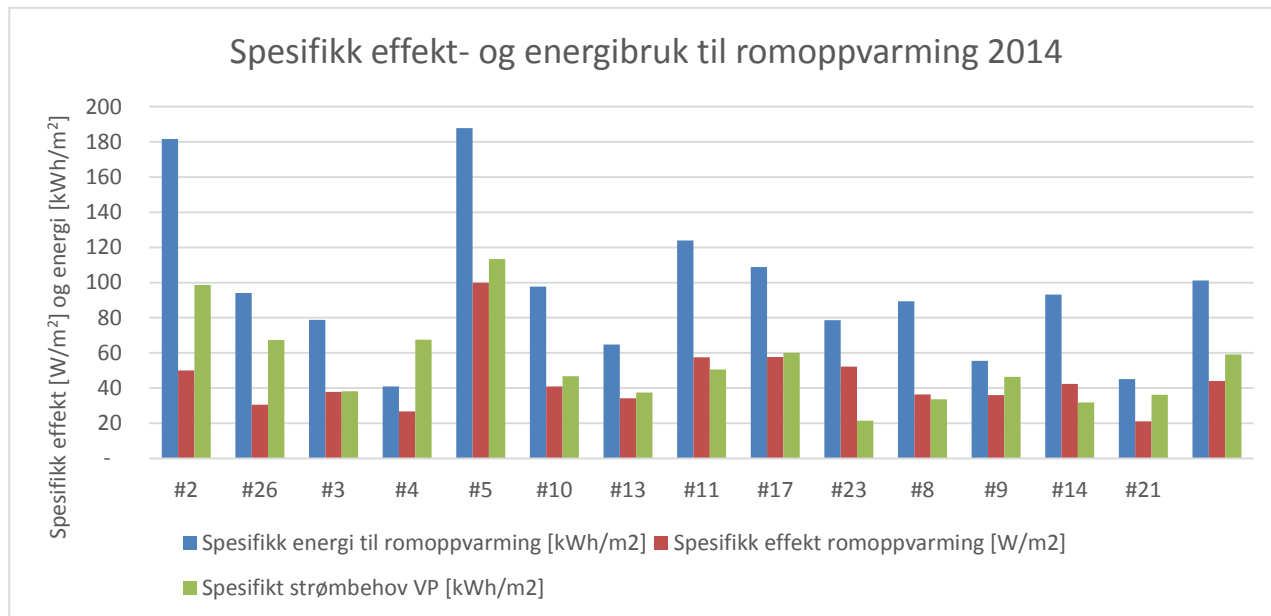
Maks spesifikk målt effekt til romoppvarming var 100 W/m^2 for anlegg #5 i 2014. Her har brukerne oppgitt at kun 70 m^2 av bygningens totale areal på 245 m^2 varmes opp med varmpumpeanlegget. Gammel del av huset varmes opp med luft/luft varmpumpe og vedfyring. Minimum spesifikk målt effekt til romoppvarming var 21 W/m^2 . Dette huset er blant de største i undersökelsen med et bruksareal på 380 m^2 . Den veldig lave spesifikke effekten kan også skyldes at det har vært noe rart med varmemaalningene de to-tre første månedene av 2014, men det var like kalde dager i desember som i januar 2014. Tabell 5 viser en oversikt over spesifikk effekt- og energibehov til oppvarmingsformål oppgitt i ENØK Normtall for eneboliger på Sør-Norge kyst.

Tabell 5 Oversikt over spesifikk effekt- og energibehov til oppvarmingsformål hentet fra ENØK Normtall Sør-Norge, enebolig kyst.

Årstall TEK	Spesifikk energi til romoppvarming [kWh/m ²]	Spesifikk effekt til romoppvarming [W/m ²]
Etter 1997	25	28
Mellom 1987 – 1997	47	38
Eldre enn 1987	82	53

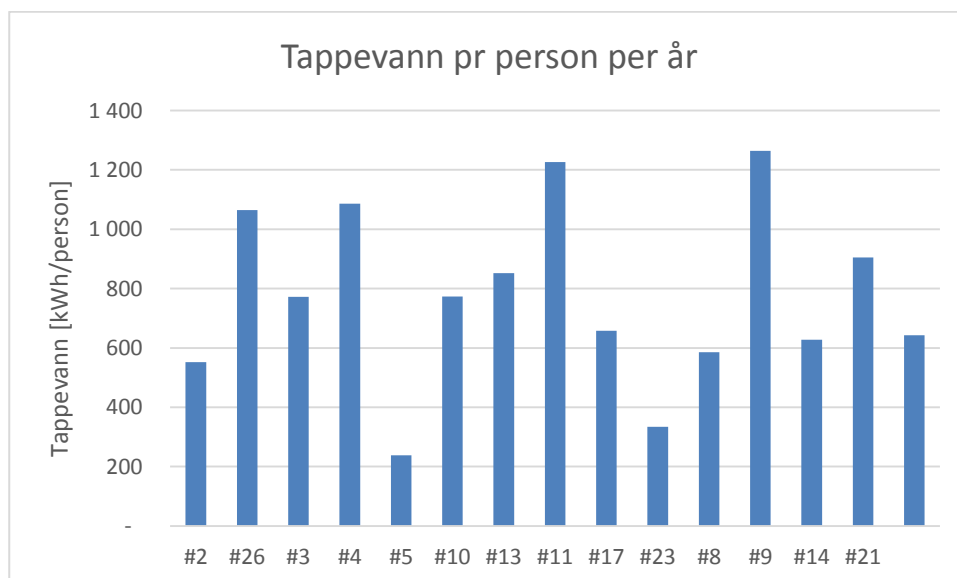
Spesifikt målt energibehov til oppvarming varierer fra 41 og opp til 188 kWh/m^2 . Hele 9 av 15 anlegg bruker mer energi til oppvarmingsformål enn det som er oppgitt for ENØK Normtall Sør-Norge kyst og bygg som er eldre enn 1987. Mange av disse byggene har gjort store oppgraderinger på bygningen i forbindelse med varmpumpeinstallasjonene i perioden 2009 – 2011. Samtidig var 2014 et meget varmt år sammenlignet med normalår og varmförbruket burde derfor vært lavere enn normalt.

Spesifikk målt elektrisk energi til varmepumpeanlegget inklusive kompressor, sirkulasjonspumper og all spisslast, varierer fra 21 og opp til 113 kWh/m². Vi har fått opplyst total strømforbruk for 2013 for en del av brukerne, men har ikke hatt tid til å innhente samme opplysninger for 2014 innenfor prosjektets rammer.



Figur 38 Spesifikk effekt- og energibruk til romoppvarming for alle anleggene i 2014. Effekt i [W/m²] og energibruk i [kWh/m²].

Tappevannsforbruket er mer avhengig av antall beboere i eneboligen og deres vaner i forhold til dusjing, bading, oppvask m.m. enn størrelsen på bygningen. Vi har derfor sett på tappevannsforbruket fordelt på antall personer som bor i de utvalgte boligene. Det er ikke gjort noen forskjell på om personen er barn, ungdom, voksen eller pensjonist. Personer i utleiedeler er også inkludert, selv om noen har oppgitt at disse personene ikke er her gjennom hele året (f. eks. studenter som er bortreist store deler av sommeren). Resultatene er vist i Figur 39 og tappevannsforbruket per person varierer fra 240 kWh/år og opp til 1 260 kWh/år.



Figur 39 Energibruk til tappevann fordelt per person som bor i de ulike boligene for 2014.

Kommentar:

Målt spesifikt effekt- og energibruk til oppvarming og tappevann for 2014 er basert på input fra beboerne på oppvarmet areal. Dette tallet er ikke kvalitetsjekkert ved målinger på stedet eller byggetegninger og kan følgelig være noe misvisende. Tallene for energibruk til varmeformål for 2014 er meget høye med tanke på at dette var et svært varmt år.

6.11 Videre analyser av varmepumpeanlegg

Innregulering

Vi har heller ikke sett noe nærmere på innregulering av anleggene eller styring av pådraget til de ulike varmesløyfene. Noen brukere har oppgitt at sløyfene er manuelt innregulert ved installasjon, noen har oppgitt at anlegget er manuelt innregulert og har termostatstyring i hvert rom, mens de fleste ikke har oppgitt noe her. Dette er en del av varmepumpeanlegget der det kan være feilinnstillinger og en undersøkelse relatert til innregulering og styring av varmesløyfene kunne vært interessant i forhold til varmepumpeanleggenes årsvarmefaktor. Fra undersøkelsen har vi tydelig sett at lavest mulig turtemperatur på varmeavgiverkretsen påvirker årsvarmefaktoren i positiv retning. En riktig innregulering for at hvert enkelt anlegg skal kunne tilfredsstille boligens varmebehov ved lavest mulig turtemperatur er da å tilstrebe.

Styring av varmepumpens kompressor

I forbindelse med befaringen av de ulike anleggene har de fleste brukerne ikke hatt kunnskap nok til å kunne svare på om anlegget har intermittert drift (av-/på styring av kompressoren) eller trinnløs styring av varmepumpens kompressor (frekvensstyrt eller inverter anlegg). NE har sjekket noen varmepumper direkte med leverandørene, men har ikke hatt rom innenfor prosjektets rammer til å sjekke alle. Vi har sett ut fra de anleggene vi har sjekket at dette kan ha en større betydning for oppbyggingen av anlegget i forhold til å oppnå en god årsvarmefaktor og vi vil derfor anbefale en grundigere undersøkelse av dette opp mot systemoppbyggingen av de ulike anleggene.

7 Gode og dårlige varmepumpeanlegg

7.1 Kritiske faktorer for anleggets prestasjonsnivå

På bakgrunn av teorien og erfaring fra dette måleprosjektet vil vi rette søkelyse mot kritiske faktorer for om anlegget skal få høy eller lav årsvarmefaktor (SPF – Seasonal Performance Factor):

1. Valg av varmepumpesystem
2. Varmepumpemodell
3. Størrelse på varmepumpe i forhold til byggets behov
4. Systemoppbygging og styring
5. Temperaturnivå i varmeanlegg
6. Temperaturnivå på varmeopptakskilde.
7. Isolasjon i teknisk rom

Forholdene er forklart nærmere under:

7.1.1 Varmepumpesystem

Både våre målinger og svensk undersøkelse utført av energimyndighetene i Sverige viser at bergvarmepumper gir bedre årsvarmefaktorer enn luft/vann varmepumper. Vi kan allikevel ikke konkludere med hvilken av disse typene som gir best økonomi over varmepumpenes levetid.

7.1.2 Varmepumpemodell

I en laboratorieundersøkelse av 10 bergvarmepumper utført av energimyndighetene i Sverige varierer årsvarmefaktoren for anlegg med gulvvarme fra **3,2 til 4,7** (forutsatt årlig varmebehov lik 20.000 kWh pluss 4.200 kWh tappevannsoppvarming). Forskjell i årsvarmefaktor kan forklares med ulik oppbygging, kvalitet og styring. Valg av rett varmepumpemodell er derfor en viktig faktor for å oppnå god energiutnyttelse.

7.1.3 Størrelse på varmepumpe

Når man skal ta ut egnet varmepumpestørrelse bør man skille mellom bergvarmepumper og luft/vann varmepumper.

For bergvarmepumper oppgis nominell effekt ved normale driftstemperaturer. Installert varmepumpe effekt bør være 40-60 % av totalt effektbehov.

For luft/vann varmepumper oppgis normalt nominell effekt ved +7 C utetemperatur. Når det blir kaldere ute reduseres kapasiteten. Det bør kontrolleres hvordan effektleveransen utvikler seg med lavere temperatur. Generelt bør installert varmepumpe effekt (oppgett ved +7 C ute) være 60-120 % av byggets maksimale effektbehov. Dette baserer seg på resultatene fra luft/vann varmepumper i vår undersøkelse og varmefaktorer fra den svenske undersøkelsen utført av Energimyndighetene.

7.1.4 Systemoppbygging og styring

Feltemålingene i denne undersøkelsen viser at flere av anleggene med dårlig årsvarmefaktor er bygget opp med ekstern spisslast. Det kan være en ekstra tappevannsbereider med elkolbe eller en akkumulatortank med elvarme.

Tilsvarende har flere av anleggene med gode årsvarmefaktorer kun spisslast internt i varmepumpeenheten.

Generelt blir ofte varmepumpesystemer relativt vanskelige å forstå både for installatører og brukere. Vi mener derfor at det er viktig at varmepumpeenheten har kontroll over mest mulig av anlegget.

Flere varmepumper har tappevannsoppvarming til ca. 50 °C. I tillegg har de et program for å heve temperaturen i berederen til for eksempel 65 °C en til to ganger pr uke. På denne måten får man sikret mest mulig varmtvannsproduksjon med varmepumpen samtidig som man hindrer oppblomstring av legionella. Ved montering av bereder med tilleggsvarme vil mye av varmeproduksjonen bli flyttet over fra varmepumpe til elkolbe. Dette er ugunstig. Tilsvarende kan fort skje dersom det monteres en akkumulatortank med elkolbe. Vi anbefaler derfor at **varmepumpeenheten kontrollerer all spisslast**.

Ved varmtvannsforsyning i bygg er det ikke behov for varmtvann sirkulasjonsledning. Et slikt system vil redusere årsvarmefaktoren for anlegget både på grunn av varmetap og på grunn av elforbruk til sirkulasjonspumpa. **System med varmtvann sirkulasjonsledning bør unngås på eneboliger.**

Undersøkelsen viser gode anlegg både med og uten akkumulatortank. Generelt anbefales det at:

- **Varmepumper som går på full effekt eller avkobles opp mot en akkumulatortank**
- **Varmepumper som har glidende pådrag med frekvensregulering kan installeres uten akkumulatortank (forutsatt tilstrekkelig sirkulasjon i varmeanlegget)**

Om maksimalt energieffektivitet skal oppnås anbefaler vi at varmepumpa styrer sirkulasjonspumper både på varm og kald side. I den grad varmepumpa er utstyrt med regulering for det kan disse pumpene i noe grad behovsstyres.

En kritisk suksessfaktor er at varmepumpeenhetene får kontroll over all spisslast I tillegg anbefales varmepumper som også styrer sirkulasjonspumpene på varm og kald side.

Supplering av varmepumpestyringen med ytterligere automatikk på anlegget bør unngås da det er stor fare for at systemene arbeider mot hverandre.

7.1.5 Turtemperatur

Jo lavere turtemperatur man kan levere til varmeanlegget, desto bedre blir varmefaktoren. Svensk laboratorietest utført av Energimyndigheten viser at varmefaktoren i driftsøyeblikket synker ved høyere temperatur. Tabellen under viser gjennomsnittet av 8 anlegg. COP er da effektfaktoren ved gitte driftsbetingelser og korresponderer som regel til momentan SPF_D der kun varmepumpens kompressor og styresystem er inkludert.

Temp [C]	COP
35	4,7
45	3,7
55	3,0

Nye anlegg bygges ofte med gulvvarme i rom med varmebehov og ofte er det baderomsgulvet som stiller størst krav til turtemperatur. I dette rommet er det spesielt **viktig å legge varmerørene med liten senteravstand, 10 cm anbefales. I tillegg må det passes på at tykkelsen på gulvet over varmekablene er minimal.**

For øvrige rom anbefales også så liten tykkelse på gulvet over varmekablene som mulig. Dette vil gi redusert krav til turtemperatur og gode forutsetninger for energieffektiv drift av varmepumpeanlegget.

For å drifte anlegget på så lav temperatur som mulig anbefaler vi **å aktivere utekompensert turtemperatur og stille denne så lavt som mulig.**

Innregulering er også viktig for å oppnå et anlegg som kan driftes med lave temperaturer. Da vil anlegget kunne levere tilstrekkelig varme ved lavest mulig turtemperatur og høyest mulig årsvarmefaktor.

7.1.6 Temperaturnivå på varmeopptakskilde

For at varmepumpen skal fungere er det viktig at temperaturen på kald side er akseptabel. Om temperaturen blir for kald slutter varmpumpa å virke. Dette er tilfelle på flere luft/vann varmepumper når temperaturen kryper ned mot -20 °C.

For luftvarmepumper er det viktig at ute-enhet installeres slik at det er gunstige forhold for luftgjennomstrømning og at man i minst mulig grad får sirkulasjon av luft fra utløp til innløp.

For bergvarmepumper er det viktig at borehullet har tilstrekkelig kapasitet til å hente varme fra grunnen. Over tid kan enkelte borehull bli kjølt ned slik at varmpumpa får dårligere eller uakseptable driftsbetingelser. Kapasitet på borehull varierer fra anlegg til anlegg og må vurderes individuelt.

7.1.7 Isolasjon i teknisk rom

I et teknisk rom kan det fort bli mye varmetap. Varmetap fra rør og beredere kan fort bli flere 1000 kWh over et år, referanse tester svenske Energimyndigheter. **Vi anbefaler derfor at det kjøpes inn varmpumpe med intern varmtvannsbereder som er godt isolert og at teknisk utstyr på utsiden av varmpumpeenhet minimeres. Rør og utstyr bør isoleres**

7.2 Kjennetegn for et godt varmpumpeanlegg

Et godt varmpumpeanlegg kjennetegnes ved følgende:

- Energieffektiv varmpumpemodell
- Godt samsvar mellom varmpumpens effekt og byggets varmebehov
 - Bergvarmepumper bør dimensjoneres for 40-60 % av maks effektbehov
 - Luft/Vann varmepumper bør dimensjoneres for 60-120 % av maks effektbehov (ved +7 °C).
- All spisslast er innebygget i og styres av varmpumpeenheten
- Anlegget har ikke varmtvann sirkulasjon
- Varmepumper med frekvensomformer oppnår gode årsvarmefaktorer uten akkumulatortank.
- Varmepumper uten frekvensomformer har akkumulatortank
- Varme leveres til byggets varmesystem med lav temperatur
- Borehull/varmeopptak har tilstrekkelig kapasitet.
- Anlegget har lite utstyr på utsiden av varmpumpeenheten

7.3 Kjennetegn for et dårlig varmpumpeanlegg

Et dårlig varmpumpeanlegg kjennetegnes ved det motsatte av punktene i forrige kapittel.

8 Konklusjon

Oppsummering av funn i forbindelse med feltmålingene:

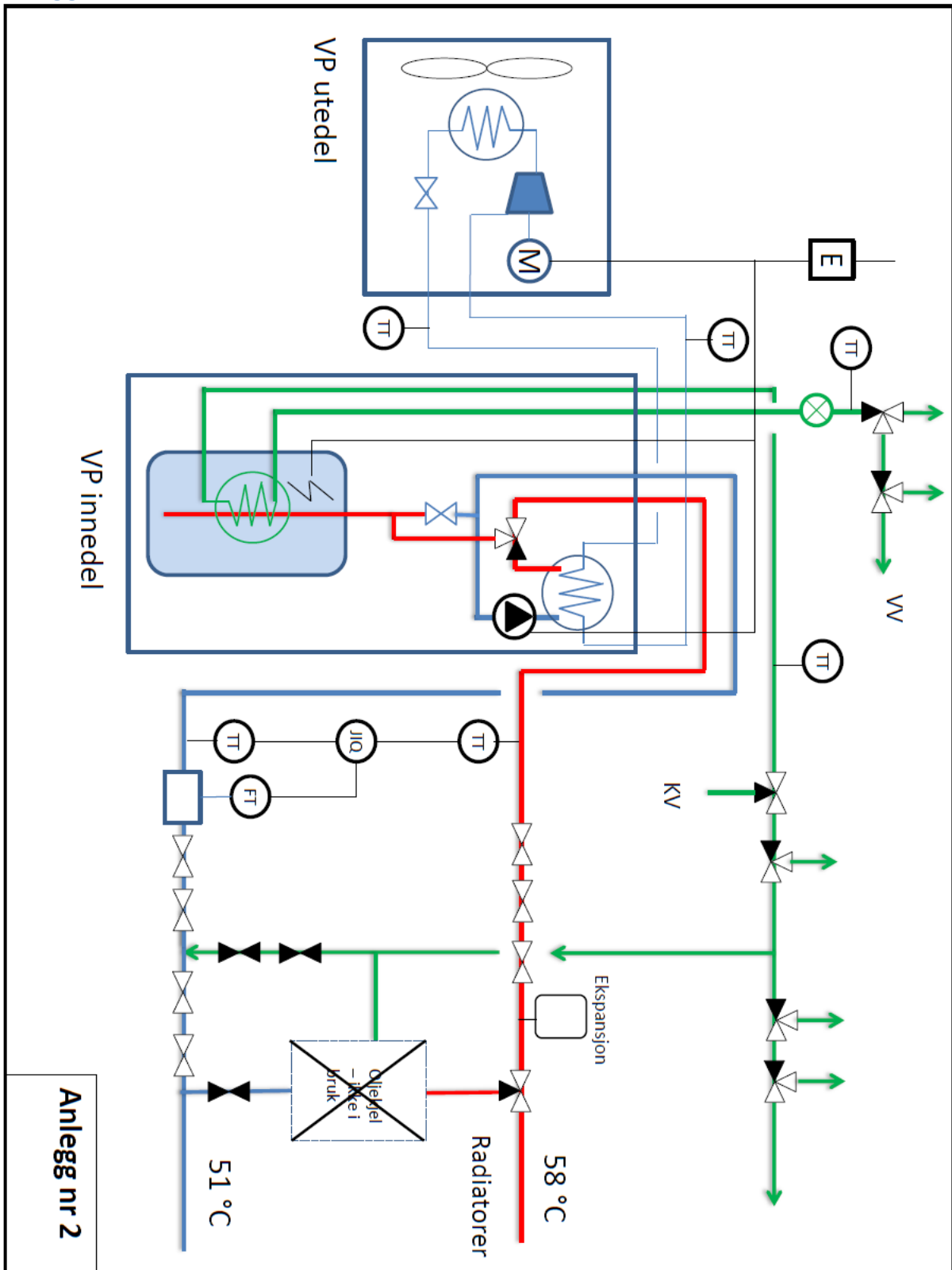
- Luft/vann varmpumpeanleggene i studien har en gjennomsnittlig årsvarmefaktor på 1,73 med en variasjon fra 1,14 til 2,27.
- Væske/vann varmpumpeanleggene i studien har en gjennomsnittlig årsvarmefaktor på 2,44 med en variasjon fra 1,51 til 3,97.
- Årsvarmefaktor for væske/vann varmpumpeanlegg er 0,71 bedre enn for luft/vann anlegg i studien. Dette var et forventet resultat da temperaturen på varmeopptakskilden for væske/vann varmpumper er høyere i perioder med høyt varmebehov.
- SPF_A (Seasonal Performance Factor) faktoren er avhengig av andel tappevann, særlig om sommeren da denne andelen er veldig stor. SPF_A faktoren synker ved økende andel tappevann, samtidig med generelt lavt effektbehov. Dette fordi tappevann krever høy turtemperatur fra varmpumpen i sommerperioden når turtemperaturen til varmeanlegget er lav, noe som reduserer anleggets varmefaktor.
- SPF_A faktoren er avhengig av riktig dimensjonert varmpumpeanlegg. Overdimensjonerte og underdimensjonerte anlegg i vårt utvalg har en lavere SPF_A faktor.
- SPF_A faktoren er avhengig av temperaturen på varmeopptakskilden.
- SPF_A faktoren er avhengig av temperaturen på varmeavgivelsessystemet. Lavtemperaturanlegg har høyere årsvarmefaktor enn anlegg som krever høy turtemperatur.
- SPF_A faktoren for luft/vann er avhengig av utetemperaturen, men også behovet for avriming av utedelen fører til en lavere SPF_A faktor.
- Hvis kompressor kun kan styres av/på bør det i mange tilfeller installeres akkumulatortank. Dette gjelder særlig der det er stor variasjon i effektbehovet. Turtallsregulert pumpe er også en fordel for anlegget.
- Hvis kompressoren kan styres trinnløst mellom min og maks effekt, er det mulig å oppnå høy SPF_A faktor uten akkumulatortank.
- Vannbåren gulvvarme på badrom gir økt effektbehov om sommeren da disse rommene har varmebehov året rundt. Dette kan føre til en forbedring av årlig SPF_A faktor da varmpumpen kan oppnå høyere brukstid om sommeren.

Denne analysen er basert på feltmålinger av anlegg der interessen for varmpumper er relativt stor. Våre resultater er dårligere enn tilsvarende feltmålinger gjort i Sverige for bergvarmpumper og vi ser tydelig ut i fra målingene og analysen at det ligger et stort forbedringspotensial i mange av varmpumpeanleggene. Dette gjelder både riktig dimensjonering i forhold til riktig effektbehov, oppbygging av varmpumpeanlegget med eventuelt tilhørende beredere og akkumulatortank, innjustering av anlegget i forhold til å kunne gi tilfredsstillende innetemperatur ved lavest mulig turtemperatur, oppvarming av tappevannet og hvordan dette styres, mm.

9 Vedlegg

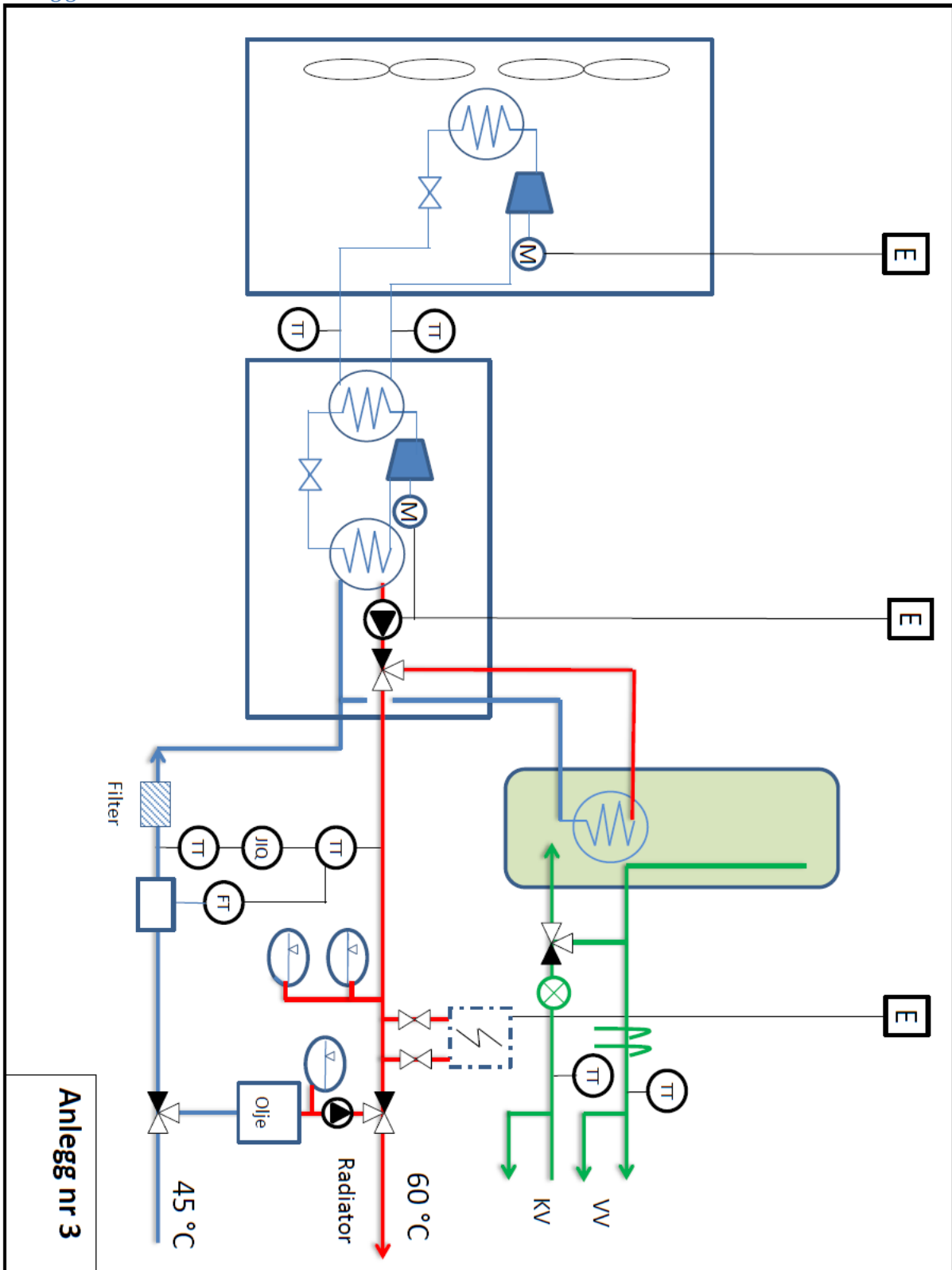
Systemskisser for alle bygg og utfylt spørreskjema for alle bygg, 2 sider per anlegg

Anlegg #2



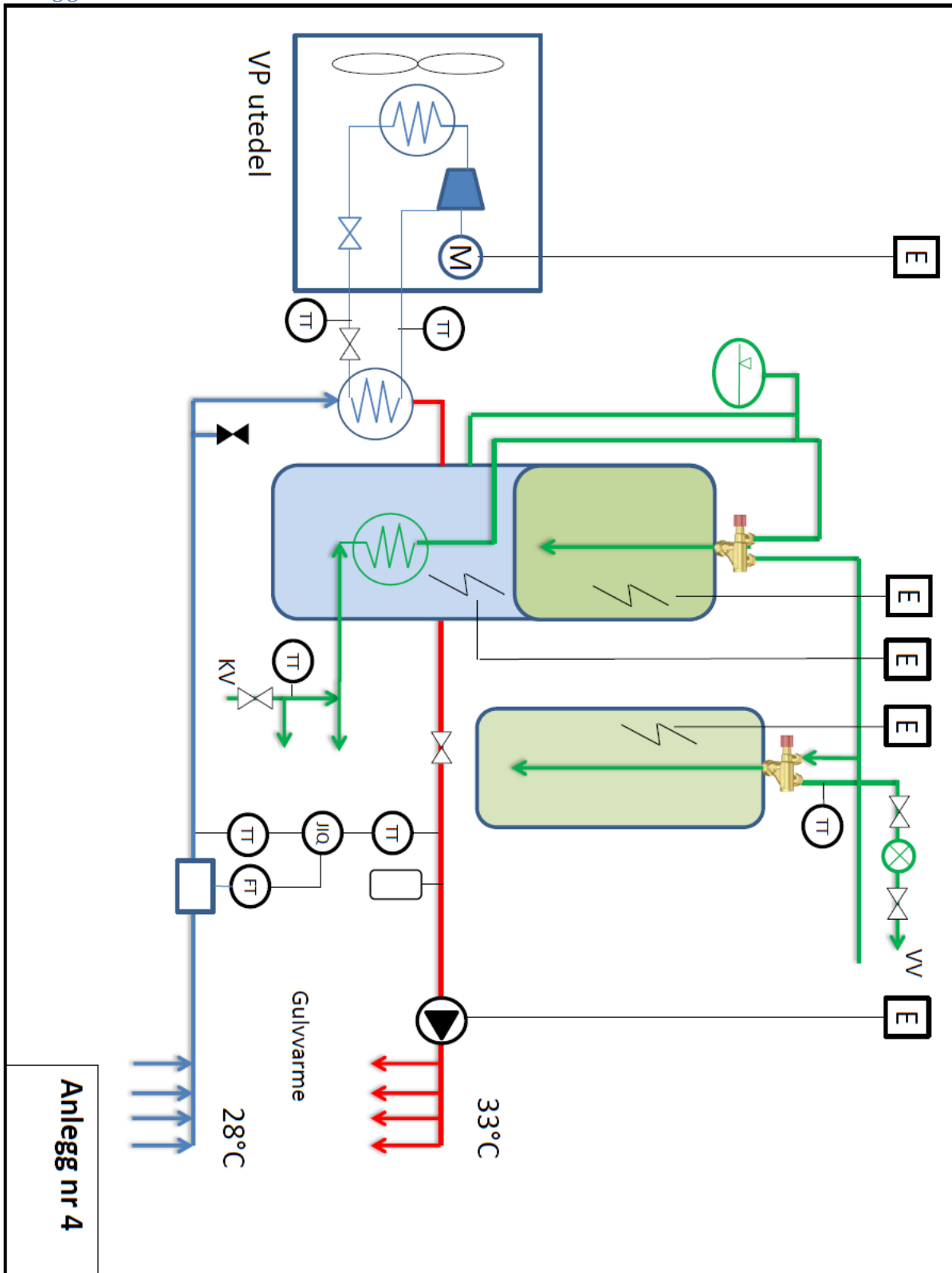
Sjekkliste beforing			
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 2
Bygningsdata			mangler
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat		240 m ²
Antall etg			2 etg, kjeller, kryploft (leietager 2. etg)
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført		1900, lite oppgradering, doble vinduer
Beboere, alder:			63 år, 2 x 30 år
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt		God komfort, men noe varmt i peiroder. Ved 10-15 minus blir det litt kaldt, men han synes det er ok.
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?		Nei (Viften utvendig har blitt reparert av leverandør)
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert		1 - så lenge det virker
Årlig strømforbruk til huset?	for siste år		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema		Samtykkeskjema ok - ønsker tilsendt målinger
Varmelegg			
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			Nei, oljekjel
Elektriske panelovner?			Nei, men portable oljeovner som tilleggsvarme i 2. etg. Elektrisk
Elektriske varmekabler på bad?			strålelampøe, radiatorer
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			nei
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			tatt bort - skrur manuelt
Termostat i hvert rom?			se over
Utekompensering?	Har varmepumpen utekompenseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?		antar det
Varmtvannssirkulasjon?			nei
Gulvvarme			nei
m ² /antall rom	Oppgi det dere vet		
Designtemperatur/driftstemperatur?			
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?		
Overdekning over vannrørene			
Radiatorer (noter designtemperaturer)			
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye		opprinnelige radiatorer fra 1960 80/60 tur 59 grader
Andel av bolig som dekkes med rad.			alt
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?		nei
VP anlegg			
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			luft
Hvis vann: Borehull - antall og lengde			
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?			mye is under fordampere store deler av vinter, automatisk avising
Fabrikk varmepumpe			NIBE
Typebetegnelse varmepumpe			AMS 10-12
Effekt varmepumpe			12 kW/ 9kW el i VP
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja
Frekvensstyrt VP?			vet ikke
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet		ja
Når ble VP installert?			feb/mars 2010, 4 år
Måling varme			
Hvor er innetemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning		i kjøkken - åpen løsning
Beredere			
		Type	Volum
Bereder		inkl i VP	270 l
Akkumulator			9
Måleravlesninger på stedet			
	Målemer	Formål	Målerstand
Måler 1		1478ET1 all strøm	47055kWh/4 kW
Måler 2		IRSSI	9
Måler 3		retur varme	96351 kWh
Måler 4		mengde vann	76,116 m ³
Måler 5			
Måler 6			
Måler 7			
Måler 8			
Måler 9			
Måler 10			

Anlegg #3



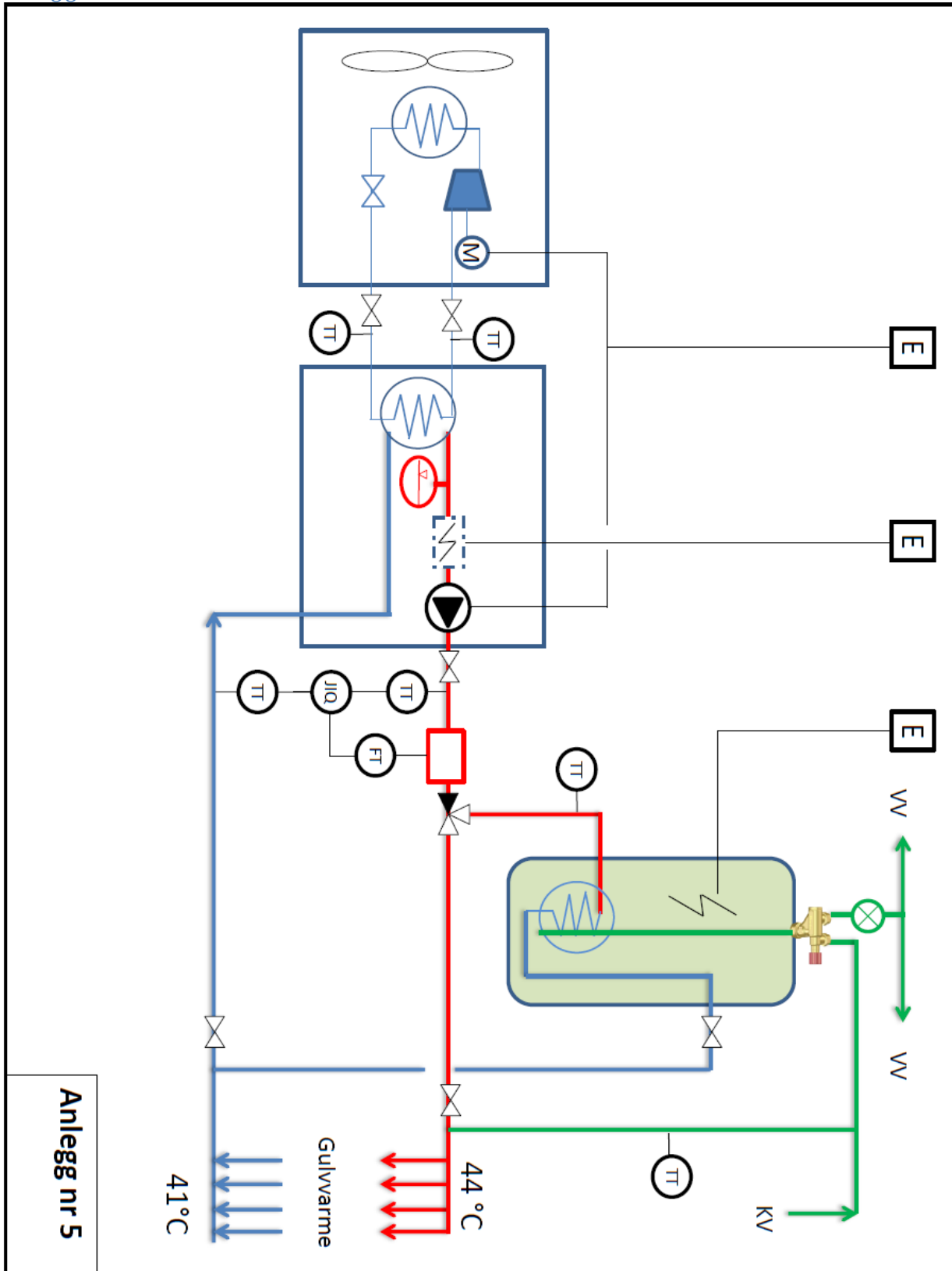
Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 3		
Bygningsdata					
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	150 m2 pr etg. + 2 utleieleiligheter 140m2 i 2. etg + kjeller + 150 m2 garasje med 12 C, 3 stk, 50 m2 uoppvarmet se over			
Antall etg	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1938, skiftet vinduer 17 år siden			
Byggeår/rehabilitering	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	2 pensjonister + 2 30-åring i utleieleil. (sjelden hjemme) den andre Han synes det er passe, kona synes det er for varmt, men det kan ha med å gjøre at de foretrekker å oppholde seg i to ulike stuer.			
Beboere, alder:	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Radiatorer byttet til nye med temperaturreguleringsventiler, unntatt i gang og kjøkken. Ikke byttet i 2. og i kjeller			
Opplevs god komfort?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	5			
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	for siste år	50000 kWh			
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	Signering av vedlagt samtykkeskjema	ok. 4 malere			
Årlig strømforbruk til huset?					
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata					
Varmelegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		nei, kullfyrte oljefyr etter hvert			
Elektriske panelovner?		nei, en i spisestuen som brukes sjelden			
Elektriske varmekabler på bad?		ja			
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		oljefyr som bck-up når VP er nede. 4 peiser til kos			
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		avtrekk			
Termostat i hvert rom?		ja, med nye radiatorer			
Utekompenisering?	Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	Ja, unntatt vinter. 65 grader utgående fast			
Varmtvannssirkulasjon?		Nei			
Gulvvarme		nei			
m2 /antall rom	Oppgi det dere vet				
Designtemperatur/driftstemperatur?					
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass					
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?				
Overdekning over vannrørene					
Radiatorer (noter designtemperaturer)					
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye	80/60 på gml. Antagelig 60/40			
Andel av bolig som dekkes med rad.		hele			
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?	ja, nye radiatorer			
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)		luft			
Hvis vann: Borehull - antall og lengde					
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?		samarbeid mellom ute- og innedel: varmgass fra innedelen varmer opp			
Fabrikkat varmepumpe		Dakin			
Typebetegnelse varmepumpe		Daikin Altherma HT			
Effekt varmepumpe		16kW/6kW element tilkoblet turledning			
Vekselventil (prioritering av tappevann)?		ja			
Frekvensstyrt VP?		Ja, begge kompr. Og pumpene			
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja			
Når ble VP installert?		des.10			
Måling varme					
Hvor er innetemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning	spisestue, ikke åpen løsning			
Beredere					
		Beredere			
		Type	Volum	Element (kW)	
Bereder		Daikin EKHTS260	260		
Akkumulator					
Måleravlesninger på stedet					
	Målemr		Måleravlesninger på stedet		
Måler 1		Formål	Målerstand	Kommentar	
Måler 2		Kompressor 1 inne	19857,9 kWh/800 W		
		Kompressor 2 ute	21755 kWh/ 854 W		
Måler 3		Tilleggsel	3235 kWh/ 5 W	var tidl.utkoblet fra 21.02 og het VVB	
Måler 4		flow vv	157,58 m3		
Måler 5		energivarmer	87072 kWh		
Måler 6		uteføler	10 C, 63%		
Måler 7		inneføler	, 23 C		
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					

Anlegg #4



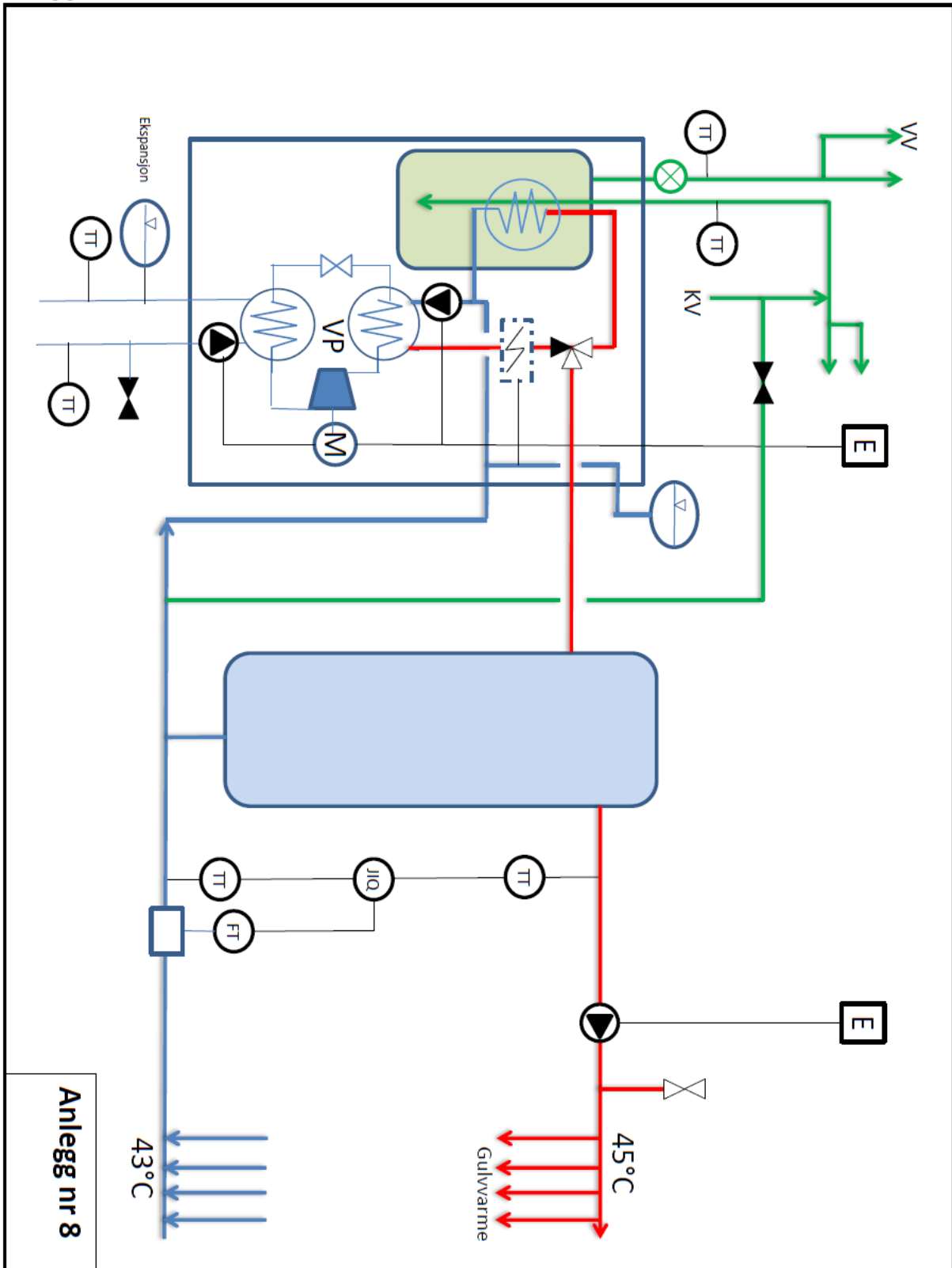
Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 4		
Bygningsdata			har sendt e-post om manglende data		
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	1. etg. Ca 105kvm, 2.etg. Ca 100kvm, kjeller 100kvm (oppholdsrom 20kvm)		
Antall etg			2 + kjeller		
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1959 / Totalrehabilitert 2010 inkl. Påbygg av hel etasje. "alt nytt" -		
Beboere, alder:			2 voksne, 3 barn; alder 41, 35, 12, 4, 1		
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	Stue og kjøkken har en tendens til å være litt for varme (24 gr), ellers veldig bra.		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Ingen endringer etter installasjon i 2010		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4		
Årlig strømforbruk til huset?		for siste år	32700kwh		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	ok		
Varmeanlegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			Ja		
Elektriske panelovner?			Frittstående oljefylte i 2. etg. v/behov. 3 stk.		
Elektriske varmekabler på bad?			Nei		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			Peisovn i stue. Ukjent forbruk - mest kos		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			Ja, uten vannvarme, med el. Varmegjenvinning		
Termostat i hvert rom?			Ja, alle rom i 1.etg, begge bad i 2.etg. Og i kjellestue		
Utekompenisering?		Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	vet ikke		
Varmtvannssirkulasjon?			nei		
Gulvvarme					
m ² /antall rom		Oppgi det dere vet	Ca. 150 kvm - 9 rom		
Designtemperatur/driftstemperatur?			Varmepumpen er vanligvis satt på 32-33 grader		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			Elektroniske termostater på alle sløyfer		
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?	Ukjent. 20mm rør overalt.		
Overdekning over vannrørene			Støpte gulv		
Radiatorer (noter designtemperaturer)			Nei		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye			
Andel av bolig som dekkes med rad.					
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?			
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			Luft		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde					
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?			Automatisk avisning		
Fabrikkat varmepumpe			Chofu		
Typebetegnelse varmepumpe			AEYC-7134SVFU-CH2		
Effekt varmepumpe			10kW		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			nei		
Frekvensstyrt VP?					
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet			
Når ble VP installert?			2010		
Måling varme					
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	Stue.		
Beredere					
			Type	Volum	Element (kW)
Bereder					
Akkumulator			EP 2300		9
Måleravlesninger på stedet			Måleravlesninger på stedet		
	Målemr		Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1			varmtvann	126990	
Måler 2			tur varme		
Måler 3					kom ikke inn i skapet.
Måler 4					Nøkkel mangler
Måler 5					
Måler 6					
Måler 7					
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					

Anlegg #5



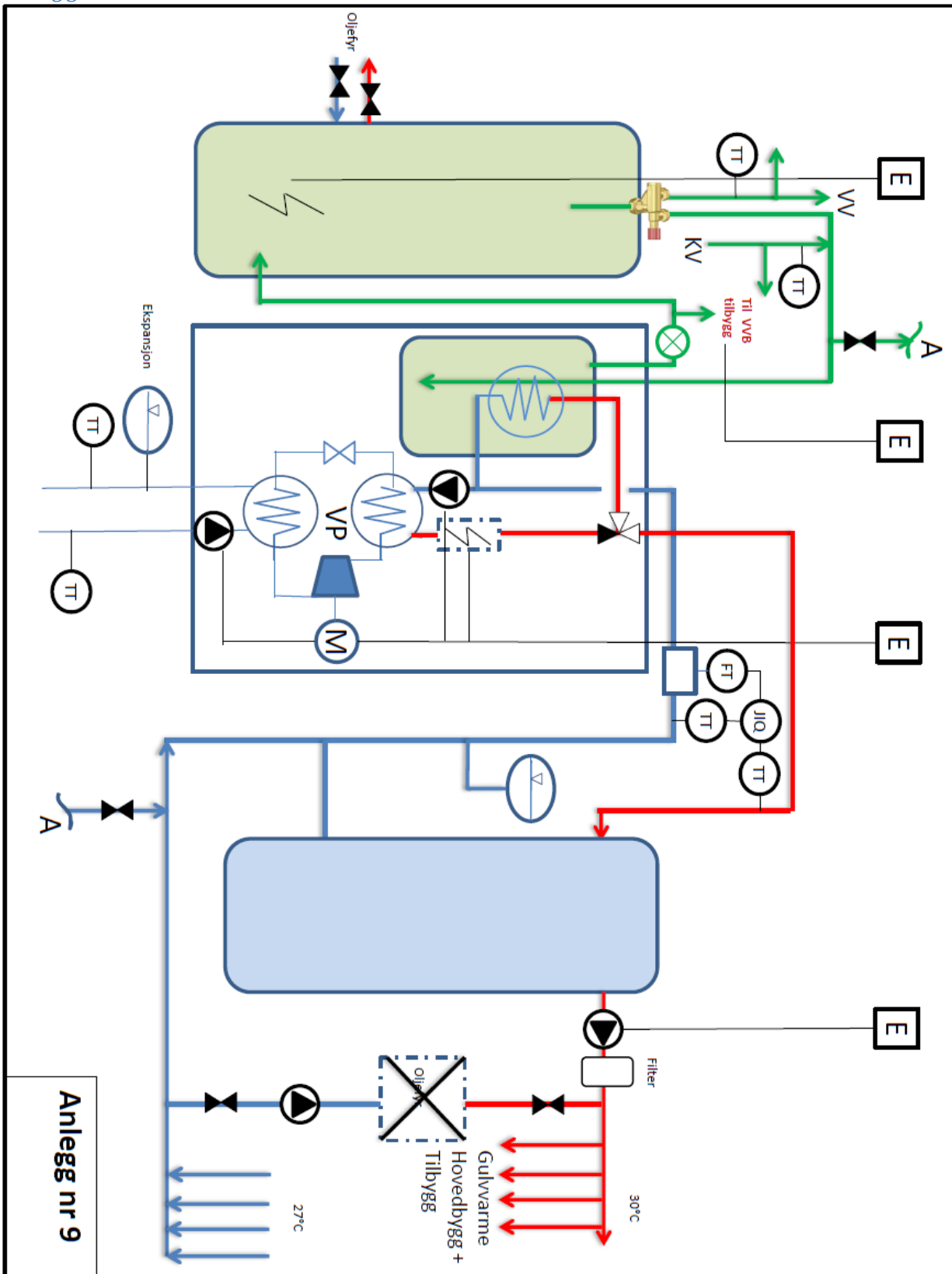
Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 5		
Bygningsdata					
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	245 m2		
Antall etg			2 etg		
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1963 + 2009		
Beboere, alder:			51, 49, 12 og 10 år		
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	Ja, fyrer med ved også. På badet kunne det vært varmere		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Kuttet ut sirkulasjonspumpe des 2012 + koblet ut termostater som ikke virket som forutsatt. Endret litt på fyringskurve i begynnelsen		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4		
Årlig strømforbruk til huset?		for siste år	25-28000 kWh		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	Ja, fyrer med ved også		
Varmelegg			Todelt system i gml del luft-luft til luft-vann. Ca 70 m2 VP-anlegg i ny		
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			ja, tilbygget fra 2009		
Elektriske panelovner?			ja, gammel del		
Elektriske varmekabler på bad?			ja, i 3 av 4 våtrom. 1 med vannbåren varme (ny del)		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			ved + luft-luft varmepumpe (i gammel del). Tilbygg: kun luft/vann VP		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			nei		
Termostat i hvert rom?			ja (ny del) - kuttet ut		
Utekompenisering?		Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	ja		
Varmtvannssirkulasjon?			nei		
Gulvvarme			ja		
m2 /antall rom		Oppgi det dere vet	70 m2/ 4 rom		
Designtemperatur/driftstemperatur?			Drift 44/41		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			opprinnelig termostater som er koblet ut fordi de ikke virket som		
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?	ukjent		
Overdekning over vannrørene			ukjent		
Radiatorer (noter designtemperaturer)			nei		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye			
Andel av bolig som dekkes med rad.					
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?			
VP anlegg					
Varmeoptaksanlegg (luft/vann)			luft		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde					
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?			Avising styres automatisk		
Fabrikk varmepumpe			Daikin LT		
Typebetegnelse varmepumpe			Type innedel: EKHBBH/X008A Utedel: ERHQ007ADV39. Utedel har 1		
Effekt varmepumpe			9 kW, spisslast 6 kW		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja		
Frekvensstyrt VP?			ja		
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja		
Når ble VP installert?			2009		
Måling varme					
Hvor er innetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	Innetemperaturmåler står i rommet mellom kjøkken og nytt tilbygg		
Beredere			Beredere		
			Type	Volum	Element (kW)
Bereder			Daikin	300 l	3 kW
Akkumulator					
Måleravlesninger på stedet			Måleravlesninger på stedet		
	Målemr		Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1			ET1	325027,97 kWh/ 0 W	innedel spisslast
Måler 2			ET3	7271,3kWh/OW	bereder
Måler 3			P1	11571,4/ 2 kW	utedel VP
Måler 4			P2	398,6/ 0kW	sirk.pumpe vv (utkoblet)
Måler 5			uteføler	9	
Måler 6			inneføler	22	
Måler 7					
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					

Anlegg #8



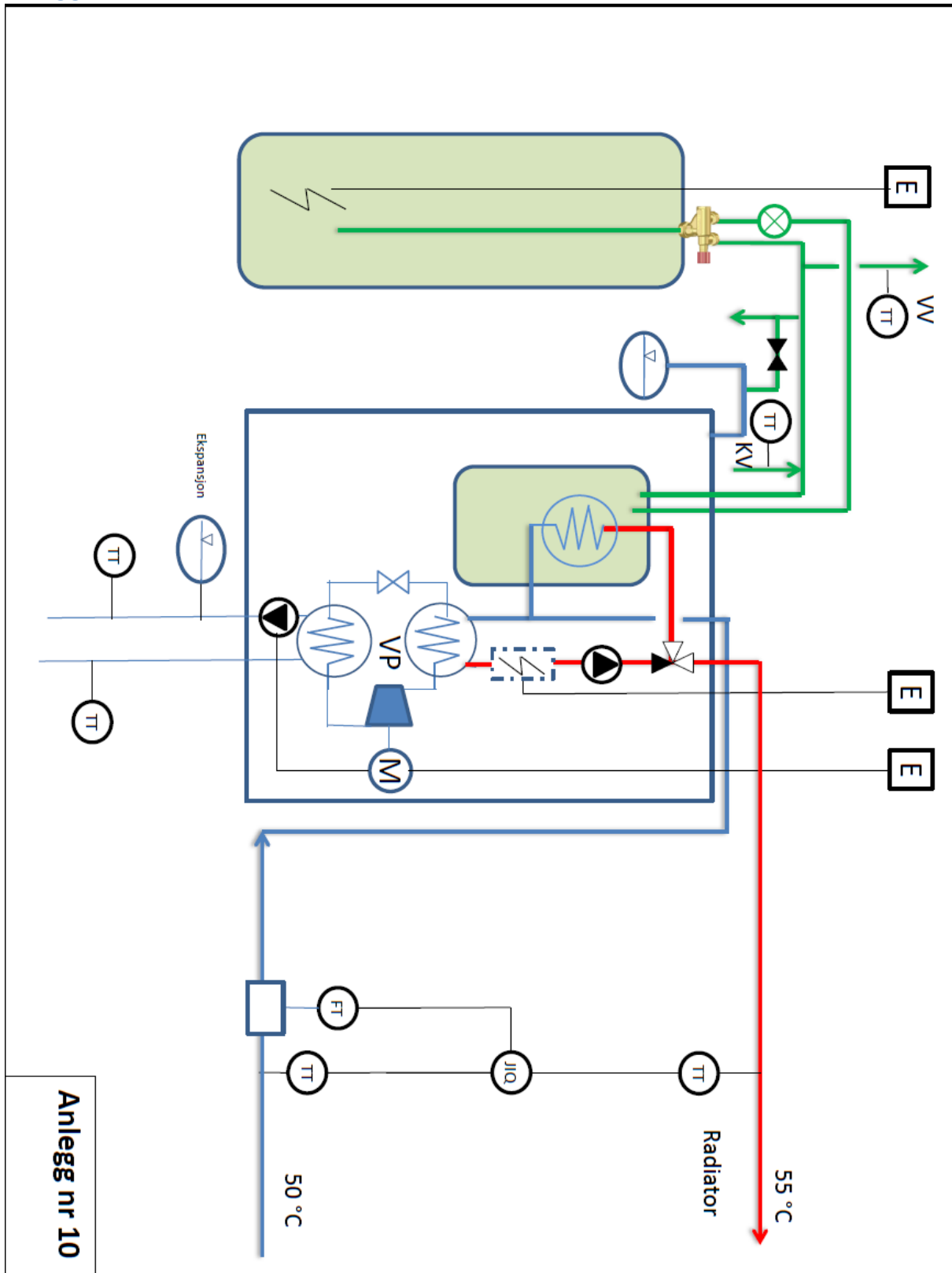
Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 8		
Bygningsdata					
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	220 kvm		
Antall etg			2+ kjeller		
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1926 / 2011		
Beboere, alder:			17 19 55		
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	ja, bortsett fra i overgangssesong med stor utetemp.variasjon grunnet tregt system å regulere.		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	ja, ekstra mye vann i rørene, høy pumpehastighet, skal snart bytte termostater fordi de ikke virker så bra.		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	5		
Årlig strømforbruk til huset?		for siste år	25000 kWh		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	nei		
Varmelegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			nei		
Elektriske panelovner?			Et par oljeovner - i bruk fra utetemp. - 12-13		
Elektriske varmekabler på bad?			ja, Ekstra varmekabler bad og gang		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			ved for kos		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			nei		
Termostat i hvert rom?			ja		
Utekompenisering?		Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	ja. Høy turtemp. Konstant 45 grC fra +5 og kaldere, ellers kurve. Tilpasset av leverandør etter en stunds drift.		
Varmtvannssirkulasjon?			nei		
Gulvvarme			ja		
m2 /antall rom		Oppgi det dere vet	220 11 rom		
Designtemperatur/driftstemperatur?			44. drift avlest ved beforing 14.mars		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			auto		
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?	30 bad har også varmekabel.		
Overdekning over vannrørene			22mm spon + 13mm parkett. Mer enn vanlig grunnet gml hus og tynt		
Radiatorer (noter designtemperaturer)			nei		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye			
Andel av bolig som dekkes med rad.					
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?			
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			vann		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde			1 stk 170 m		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?					
Fabrikkat varmepumpe			NIBE 1245-8R		
Typebetegnelse varmepumpe			NIBE 1245-8R		
Effekt varmepumpe			8 kW/ 9 kW el i varmepumpe		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja		
Frekvensstyrt VP?			nei		
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja		
Når ble VP installert?			2010		
Måling varme					
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	stue/kjøkken. Den flyttes litt rundt. På beforing lå den i vinduet.		
Beredere					
			Type	Volum	Element (kW)
Bereder			i varmepumpe	180	
Akkumulator			NIBE UKV 100	100	
Måleravlesninger på stedet					
	Målernr		Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1			tappevann	109,8 m3	
Måler 2			varme		ingen tall på display
Måler 3					
Måler 4					
Måler 5					
Måler 6					
Måler 7					
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					

Anlegg #9



Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 9		
Bygningsdata					
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	BRA 596 2 enheter (generasjonsbolig)		
Antall etg			2(3) etg. Oppvarmet (u.etg tilbygg har gulvvarme)		
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	2010-2011, 1951		
Beboere, alder:			2 + 5 stk (67-2 år) 2 gamle i tilbygg, 2 voksne + 3 barn hovedbygg		
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	ja		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	kjølebatteri		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4		
Årlig strømforbruk til huset?		for siste år	30427 kWh (varme + vvbereider 2 boliger samt øvrig)		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	ja. Flere målerid. Noen byttet ut		
Varmeanlegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			ja		
Elektriske panelovner?			2 stk i kjeller hovedhus		
Elektriske varmekabler på bad?			ja, brukes bare av og til da stner den		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			ved, bare for peiskos en sjlden gang		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			ja m/el varmebatteri, m/kjlebatteri på vannkurs		
Termostat i hvert rom?			nei		
Utekompenisering?		Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	tror det. Ja, har justert denne en gang 2 grader ned fordi det var for varmt inne		
Varmtvannssirkulasjon?			nei		
Gulvvarme			ja		
m ² /antall rom		Oppgi det dere vet			
Designtemperatur/driftstemperatur?			24,1 23,6 4,1 ute ved avlesning. Min.tur:20 grader. Ved - 30: 45 gr, ved sløyfer er regulert fast. Innregulert ved installasjon, ikke ved		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			se bilag/flowberegning. Ja 150/200mm		
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?	se bilag/flowberegning.		
Overdekning over vannrørene			nei		
Radiatorer (noter designtemperaturer)					
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye			
Andel av bolig som dekkes med rad.					
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?			
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			vnn/glycol		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde			1 hull, lengde 205 meter		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?					
Fabrikkat varmepumpe			NIBE F1245		
Typebetegnelse varmepumpe					
Effekt varmepumpe			10kW/ 9 kW spiss i VP		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja		
Frekvensstyrt VP?			nei		
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja		
Når ble VP installert?			2010 oktober		
Måling varme					
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	I 1. etg. Ved trapp. Åpen romløsning. Kun for registrering Siemens,		
Beredere			Beredere		
			Type	Volum	Element (kW)
Bereder			OSO RX200	198 l	3 kW
Akkumulator			NIBE UKV		nei
Måleravlesninger på stedet			Måleravlesninger på stedet		
	Målernr		Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1			1.1 varme tilbygg 7956897		tilhører anlegget
Måler 2			2.1 varme hovedbygg 7956763		tilhører anlegget
Måler 3			1.2 tappevann tilbygg		tilhører anlegget
Måler 4			2.2 tappevann hovedbygg		tilhører anlegget
Måler 5			heat meter		så ikke displayet
Måler 6			1670 VP	9665,22/ 52 W	
Måler 7			0732 VVB tekn.rom	05301,7/ 0 W	
Måler 8			0858 sirk.pumpe varmeanlegg	339,1 / 26 W	
Måler 9			0841 vvb hybel	3291,6/ 0W	
Måler 10			luftfuktighet	9	
Andre kommentarer			Temp.måler kaldtvann plisert etter avgrensing hovedhus. oljefyr ikke i bruk		

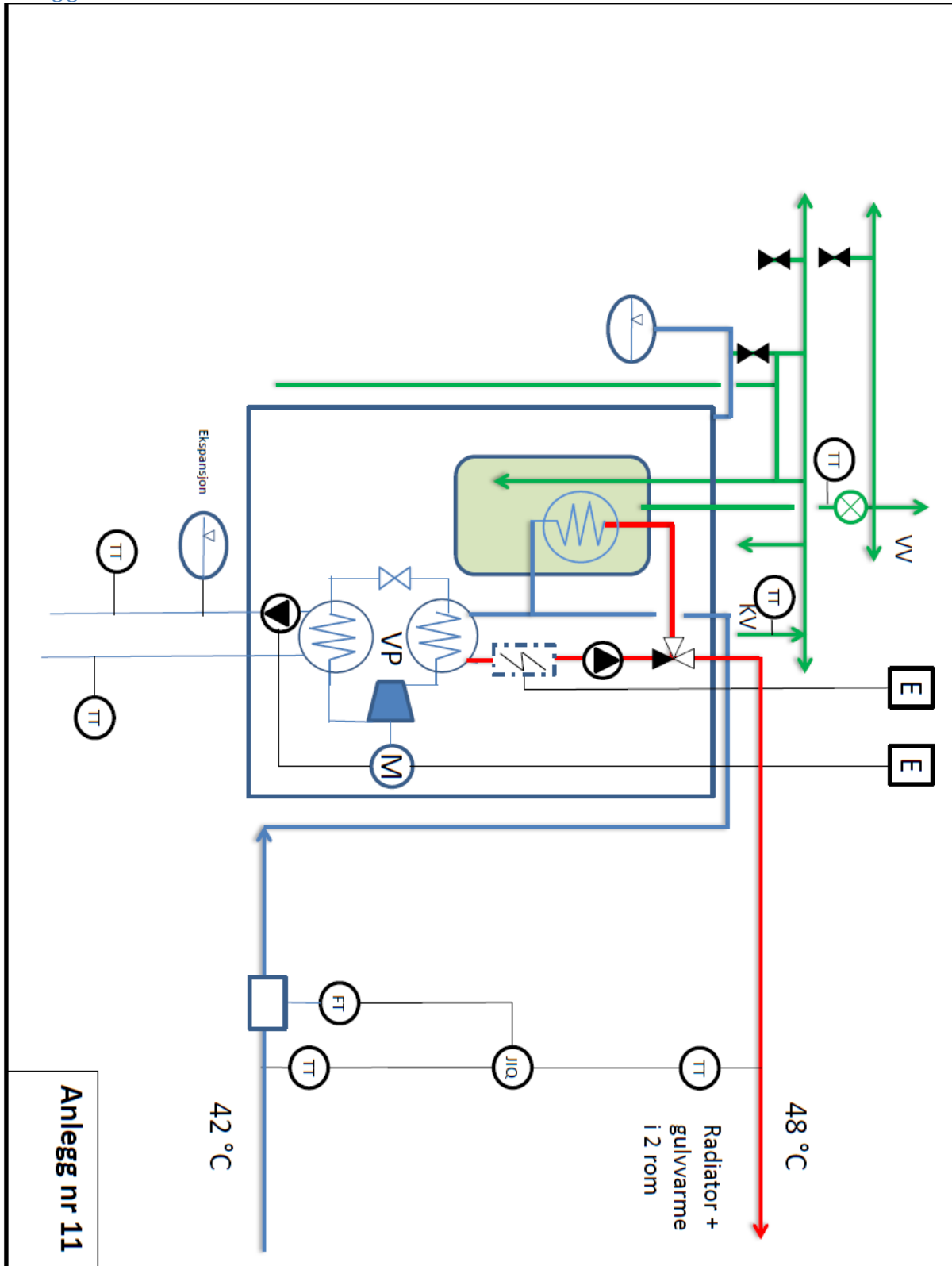
Anlegg #10



Anlegg nr 10

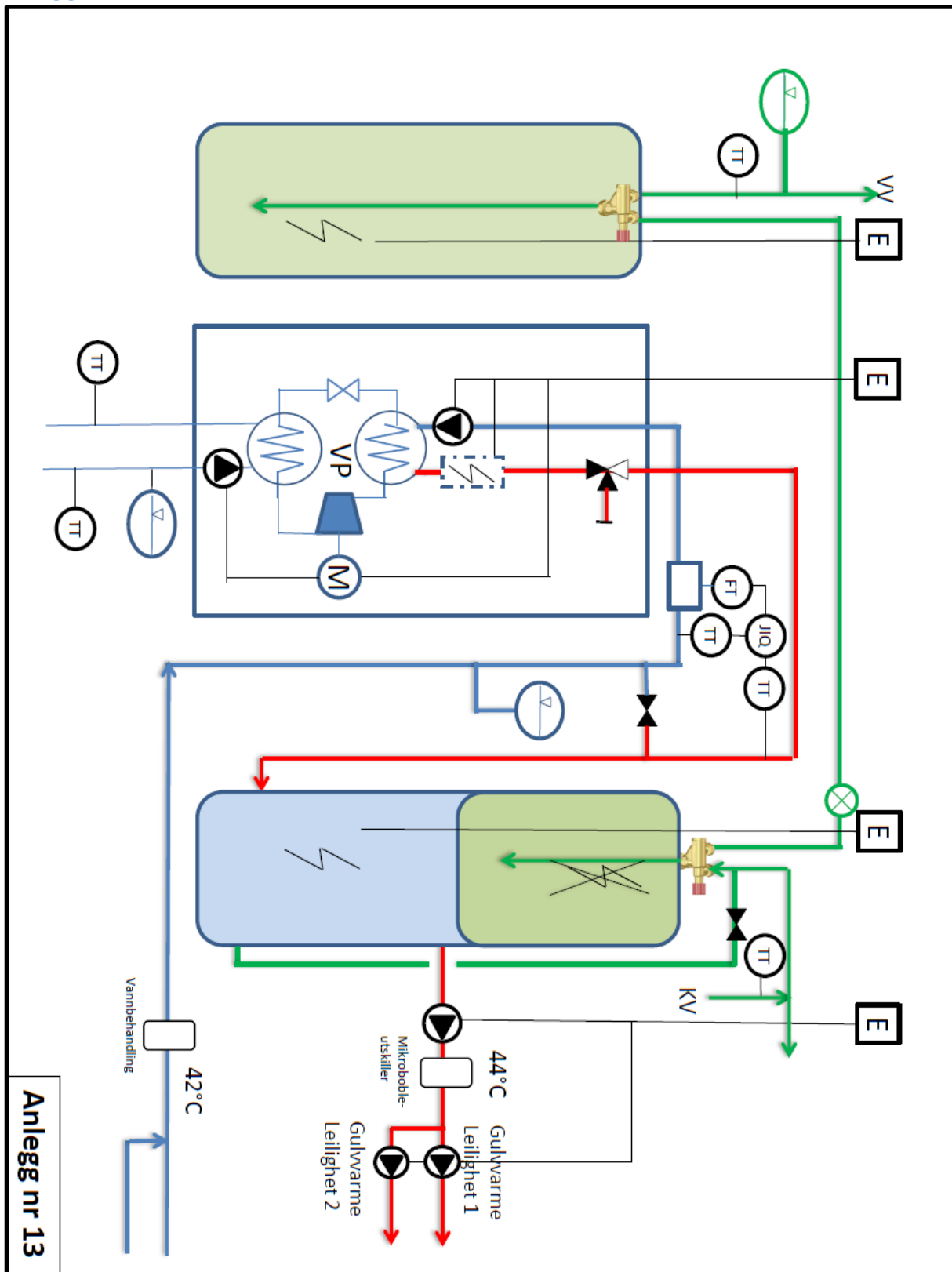
Sjekkliste beforing			
(Spørsmål til beboere i grønt.)	Forklaring	Anlegg 10	
Bygningsdata			
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	220	
Antall etg		2 etasjer, kjeller, kryploft	
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1930, hel renovering m/etterisolering, nyere vinduer	
Beboere, alder:		2 voksne	
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	veldig fornøyd	
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	nei	
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4	
Årlig strømforbruk til huset?	for siste år	23000	
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema	ok	
Varmeanlegg			
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		nei, oljekjel	
Elektriske panelovner?		nei	
Elektriske varmekabler på bad?		ja, varmekabler til bad	
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		Ved, nesten ikke i bruk	
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		kun avtrekk	
Termostat i hvert rom?		nei	
Utekompenisering?	Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	ja, varmekabler til bad	
Varmtvannssirkulasjon?		nei	
Gulvvarme		nei	
m ² /antall rom	Oppgi det dere vet		
Designtemperatur/driftstemperatur?			
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?		
Overdekning over vannrørene			
Radiatorer (noter designtemperaturer)			
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye	vet ikke, men sannsynligvis 80/60	
Andel av bolig som dekkes med rad.		alt bortsett fra bad	
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?	manuell ventil, helt åpen	
VP anlegg			
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)		vann/vann	
Hvis vann: Borehull - antall og lengde		160 m	
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?			
Fabrikk varmepumpe		Thermia Diplomat	
Typebetegnelse varmepumpe		Optimum G2	
Effekt varmepumpe		10 kW / 2 kW spisslast	
Vekselventil (prioritering av tappevann)?		ja	
Frekvensstyrt VP?		nei	
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja, varmekabler til bad	
Når ble VP installert?		08.okt.10	
Måling varme			
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning	fant ikke	
Beredere			
		Type	Volum
Bereder		Høiax	
Akkumulator			10 kW
Måleravlesninger på stedet			
	Målemr	Formål	Målerstand
Måler 1		måler 1, varmeelement VP	119014,57
Måler 2		måler 2, kompr. VP	15657,6
Måler 3		måler 3, vvb	2637,6
Måler 4		FLTA, utetemp	9 grader C
Måler 5		vannmåler	54,627 m ³
Måler 6		mengdemåler	39086 kWh
Måler 7			
Måler 8			
Måler 9			
Måler 10			
Andre kommentarer		Måtte bytte sirkulasjonspumpen i varmepumpen	

Anlegg #11



Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 11		
Bygningsdata					
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	CA 226M2 MED FORBEHOLD. MYE "KROKER OG KRIKER"		
Antall etg			KJELLER + TO ETASJER		
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1952/ 1973 ENKLERE OPPUSSING/1987 TILBYGG		
Beboere, alder:			2 PERSONER. 59 ÅR OG 61 ÅR		
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	JA		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	STØRRE RADIATOR PÅ KJØKKEN. EN LITEN RADIATOR PUMPEROM		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4		
Årlig strømforgbruk til huset?		for siste år	2013; 25387KWH		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	OK TATT UTSKRIFT FOR OVERLEVERING		
Varmeanlegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			NEI - OLJEFYRINGSANLEGG FRA 1952 UTVIDET TIL TILBYGG 1987		
Elektriske panelovner?			5 I KJELLER		
Elektriske varmekabler på bad?			NEI		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			2 KLEBERSTEINSOVNER, 2 PEISER. MEST FOR "KOS"		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			NEI		
Termostat i hvert rom?			JA		
Utekompensering?		Har varmepumpen utekompenseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	JA, I VARMEPUMPEN		
Varmtvannssirkulasjon?			nei		
Gulvvarme			JA		
m2 /antall rom		Oppgi det dere vet	2 BAD		
Designtemperatur/driftstemperatur?			21 GRADER I OPPHOLDSROM, 24 I ETT BADEROM, NOEN ROM 18		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			AUTO, VENTILER		
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?	UKJENT		
Overdekning over vannrørene			BETONG + FLIS		
Radiatorer (noter designtemperaturer)			JA. ALLE ANDRE ROM I FØRSTE OG ANDRE ETASJE		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye	? PUMPEN JUSTERER AUTOMATISK ETTER ROMTERMOSTATENE		
Andel av bolig som dekkes med rad.			HELE FØRSTE OG ANDRE ETASJE, IKKE KJELLER		
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?	JA		
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			NEI		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde			JA. ETT HULL - CA 160 METER		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?			IKKE AKTUELL		
Fabrikkat varmepumpe			Thermia Diplomat		
Typebetegnelse varmepumpe			Optimum 2G 10		
Effekt varmepumpe			10 kW/ 9 kW spisslast		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja		
Frekvensstyrt VP?			nei		
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	JA		
Når ble VP installert?			2011		
Måling varme					
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	STUE OVER DØRRÅPNING TIL GANG		
Beredere					
			Type	Volum	Element (kW)
Bereder			I varmepumpen		
Akkumulator					
Måleravlesninger på stedet			Måleravlesninger på stedet		
	Målemr		Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1			Varmepumpe (kompressor + brinepumpe)	19650 kWh, 0/2 W	
Måler 2			Spisslast inni bereder	6979 kWh, 0 W	
Måler 3			Pumpe 1 mellom VP og bereder	346 kWh, 27 W	
Måler 4			Pumpe 2 ut på varmeanlegg	427 kWh, 42 W	
Måler 5			Varmtvannsbereider	4269 kWh, 0 W	
Måler 6			Rel.luftfuktighet	7 RSS1	
Måler 7			Innetemp.	24,1 gr. C	
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					

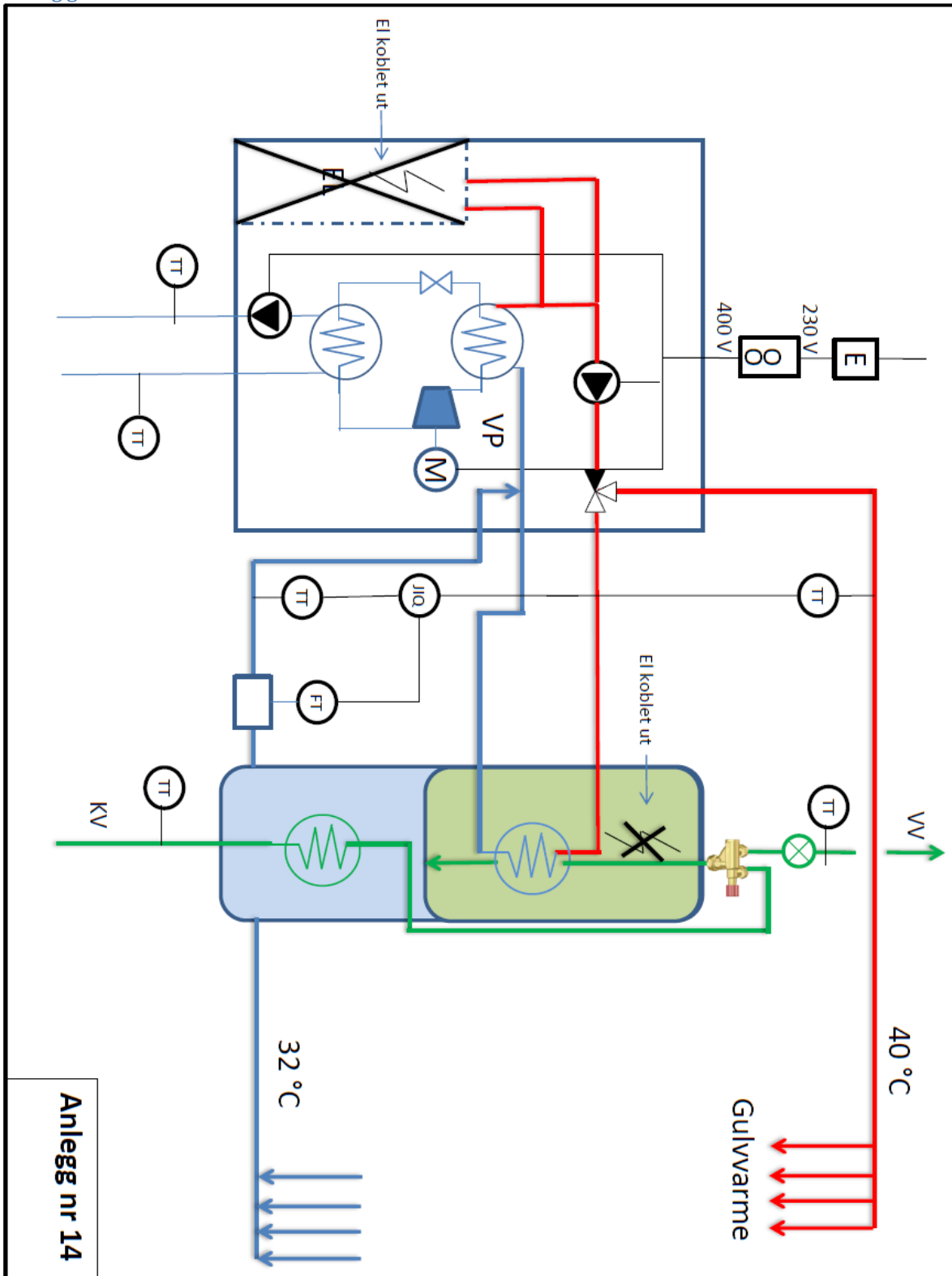
Anlegg #13



Anlegg nr 13

Sjekkliste beforing			
(Spørsmål til beboere i grønt.)	Forklaring	Anlegg 13	
Bygningsdata			
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	350 totalt, 2-mannsbolig, leilighet 1: 190 m ² , leilighet 2: Leil. 1: 2 + oppvarmet kjellerstue. Leil. 2: 2 + uoppvarmet kjeller	
Antall etg			
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1953/ 1: 2008 påbygd + rehab. 2: 2010 påbygd + rehab	
Beboere, alder:		1:2 voksen, 2 ungdommer. 2: 2 voksne + 2 barn 9 år	
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	ja	
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	før: radiatorer ble ombygd	
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4	
Årlig strømforbruk til huset?	for siste år	Leil.1: 32000 kWh, Leil.2: 14000 kWh (2013)	
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema	ok. Ett per leilighet	
Varmeanlegg			
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		Ja	
Elektriske panelovner?		To i kalde soverom	
Elektriske varmekabler på bad?		ja.1: kun varmekabler. 2:vannbåret i ett stort bad (2 bad totalt)	
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		Vedovn - til hygge. Oljeovn de aller kaldeste dagene.	
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		Nei	
Termostat i hvert rom?		1: ja, 2:nei	
Utekompenisering?	Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	Tilpasning. Max 55 grader C	
Varmtvannssirkulasjon?		nei	
Gulvvarme			
m ² /antall rom	Oppgi det dere vet	1: Alle unntatt bad, 2: Alle unntatt to bad	
Designtemperatur/driftstemperatur?		37,4 fra VP	
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass		Maks 32 ut på gulvvarmekrets	
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?	*Romføler på hvert rom/feriemodus + nattsinking soverom. 2: Hjul	
Overdekning over vannrørene		16 mm rør - 20 overdekning, 20 mm - 30 overdekning. Betong/parkett	
Radiatorer (noter designtemperaturer)			
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye		
Andel av bolig som dekkes med rad.			
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?		
VP anlegg			
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)		Vann	
Hvis vann: Borehull - antall og lengde		1 hull på 180 m	
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?			
Fabrikkat varmepumpe		NIBE	
Typebetegnelse varmepumpe		Fighter 1140	
Effekt varmepumpe		10 kW/ Spiss 6 kW	
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			
Frekvensstyrt VP?		Nei	
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja	
Når ble VP installert?		2008	
Måling varme			
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning		
Beredere		Beredere	
		Type	Volum
Bereder		Oso EP 300	198/120
Akkumulator		SuperS 200	200
			Element (kW)
			15/5 kW
			2 kW
Måleravlesninger på stedet		Måleravlesninger på stedet	
	Målemr	Formål	Målerstand
Måler 1		Varmtvann	134,6 m ³
Måler 2		Varme retur	43245 kWh
Måler 3		VP+spiss (måler 1543)	12652 kWh/ 92 W
Måler 4		Super S (måler 872)	4224 kWh /2kW
Måler 5		EP300 (måler 815)	4603 kWh/ 0 kW
Måler 6		3x sirk.pumper (måler 794)	3788 kWh/ 249 W
Måler 7		Utetemp/fukt	9/ 1 RSSI
Måler 8			
Måler 9			
Måler 10			

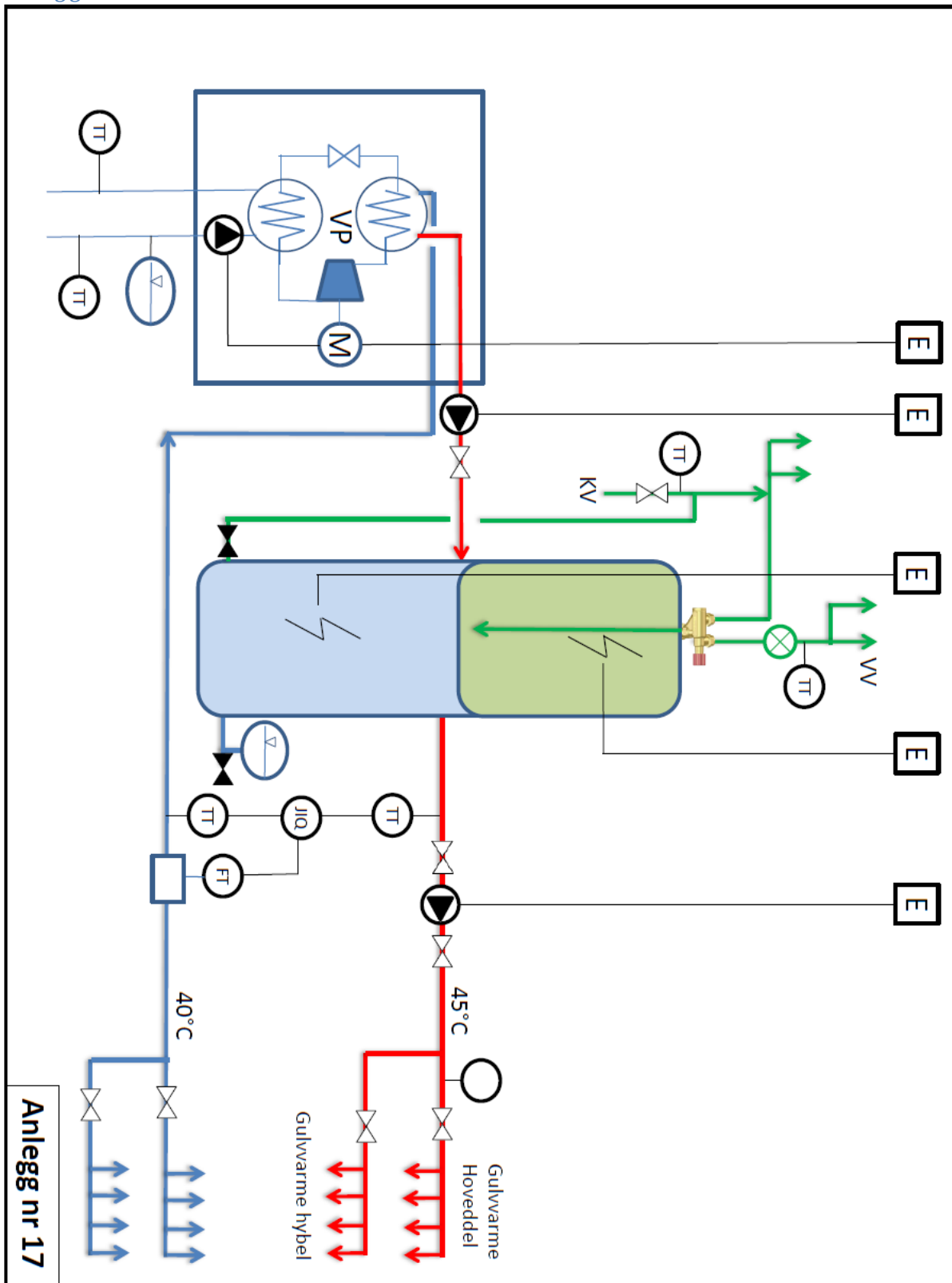
Anlegg #14



Anlegg nr 14

Sjekkliste beforing		Anlegg 14		
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring		
Bygningsdata		Har sendt mail med spm om manglende punkter. Fått svar unntatt strømforbruk		
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	300		
Antall etg		Hovedetg. (åpen stue/kjkk, bad, soverom, kontor) + inngangsetasje		
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1974. rehab med VP 2011		
Beboere, alder:		1 leietaker som er der 50% av tiden		
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	Ja, men implementeringsfeil – for dårlig isolasjon under varmekablene – ett matepkt i ventilasjonsanlegget – kjølig.		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Gmlt hus som er tilpasset underveis		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	5		
Årlig strømforbruk til huset?				
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema	ok		
Varmeanlegg				
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		ja		
Elektriske panelovner?		nei		
Elektriske varmekabler på bad?		nei. Mener de burde lagt begge deler		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		Ved, lite forbruk. 3 sekker i høst (merk at det har vært en uvanlig		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		Ja. 160 mm kanaler. Uten. Forvarming fra vannbåret anlegg av		
Termostat i hvert rom?		nei		
Utekompenisering?	Har dere gjort tilpasninger av denne?	De har en original utetemp kompensator som varmepumpens styringssystem bruker i en oppsatt kurve. Denne kurven overstyres		
Varmtvannssirkulasjon?		nei		
Gulvvarme				
m2 /antall rom	Oppgi det dere vet	Varmekabler i alle gulv unntatt tekn. Rom		
Designtemperatur/driftstemperatur?		Tur 38, retur 30,5		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass		Ingen shunter. 20 sløyfer som alltid er åpne. Reguleres med manuelle		
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?	ca 8 cm		
Overdekning over vannrørene		Betong ca 45mm totalt inkl sløyfen. Sløyfen ligger i armeringsnett		
Radiatorer (noter designtemperaturer)				
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye			
Andel av bolig som dekkes med rad.				
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?			
VP anlegg		4x 1 toms porter på VP/shalting		
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)		vann		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde		2 brønner, 200m. 70000 kr inkl slange + egeninnsats		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?				
Fabrikk varmepumpe		IVT		
Typebetegnelse varmepumpe		EQ17		
Effekt varmepumpe		17 kW / spisslasten er koblet ut		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?		ja		
Frekvensstyrt VP?		3-15 kW		
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	Uteføler virker ikke. Sjekk målestasjonen		
Når ble VP installert?		I 2011		
Måling varme				
Hvor er innertemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning	ARb.rom vegg i vegg med stue/kjkk. Dør mellom som iflg eier alltid står		
Beredere		Beredere		
		Type	Volum	Element (kW)
Bereder		Eptrc 400	400	avslått
Akkumulator				
Måleravlesninger på stedet		Måleravlesninger på stedet		
	Målernr	Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1				
Måler 2				
Måler 3				
Måler 4				
Måler 5				
Måler 6				
Måler 7				
Måler 8				
Måler 9				
Måler 10				
Andre kommentarer		Generelt 3-lags energiglass i stue 0,5 i u-verdi Dårlig isolert verandaør, varmelekkasje der. I VP-beholder: VP + el (nød) som går i veksel + spisslast. Restvarme i kompressor utnyttes med en vifte. Elkolbe øverst i bereder avslått. Spisslast i VP koblet fra. VP og spisslast kan ikke gå samtidig Trykksatt anlegg skal bruke spiss fra vp el-batteri. Retur gulv til tappevannsforsvarming. 75 kW trafotap når anlegget står i ro. Hadde ikke hatt dette med alt. Måling temperatur bereder: Plassert på innsiden av isolasjonen, inntil metallet på utsiden av innerste mantel.		

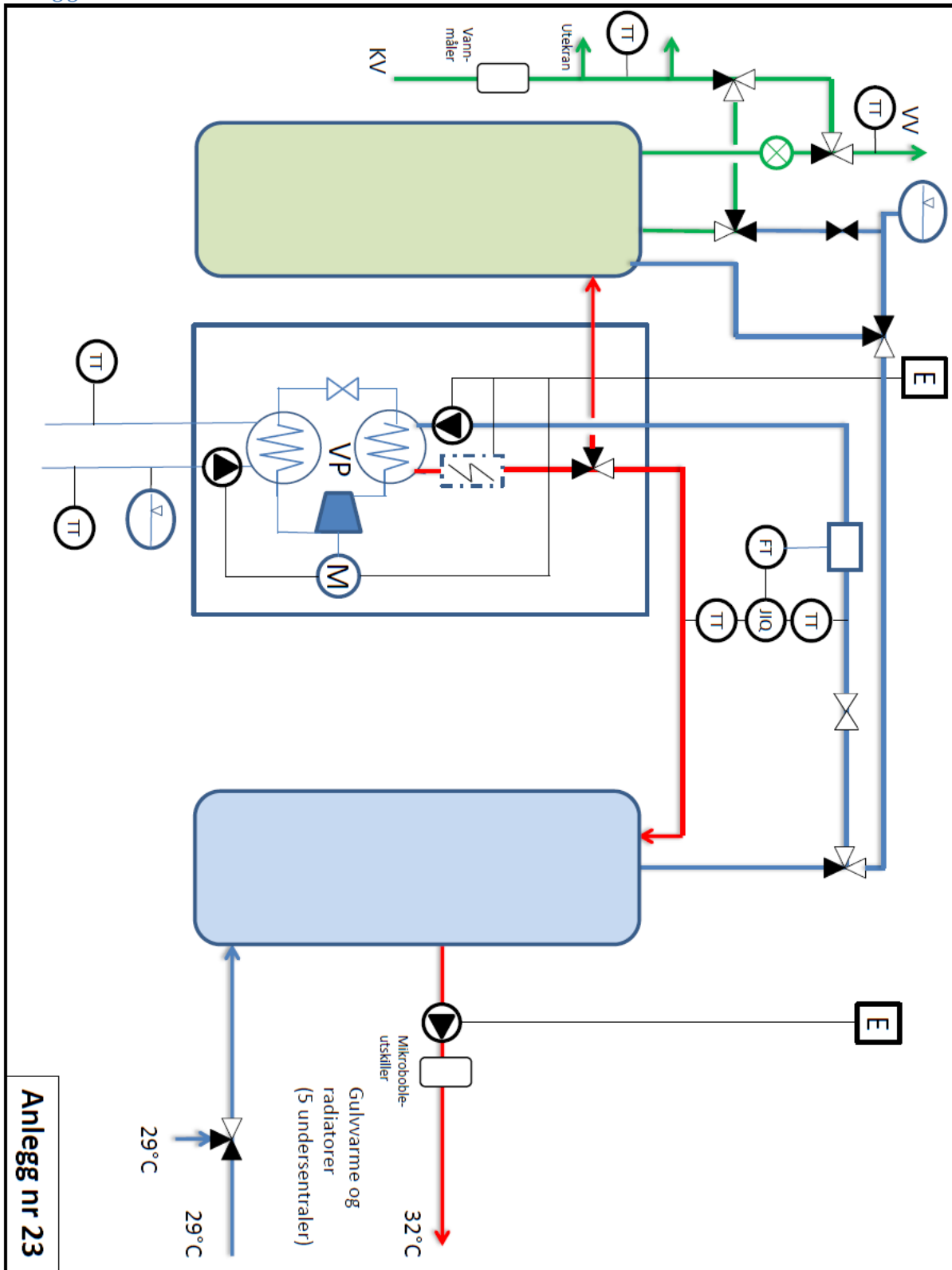
Anlegg #17



Sjekkliste beforing				
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 17	
Bygningsdata				
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	260: Utleieleilighet 50kvm - 1 dame som trener mye (=dusjer mye?), til gjengjeld er hun mye bortreist.		
Antall etg		3		
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1900 / 2007 vannbåren varme/varmepumpe		
Beboere, alder:		46/38/10/6/30		
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	Ja		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Nei		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	5		
Årlig strømforbruk til huset?	for siste år	33122		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema	ja		
Varmeanlegg				
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		Ja		
Elektriske panelovner?		Ja, 1 panelovn på vegg i inngang til stue pga. kaldras. 2 oljefyrte		
Elektriske varmekabler på bad?		Ja		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		Nei		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		Nei		
Termostat i hvert rom?		Nei		
Utekompenisering?	Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	Ja, men termostat er defekt. Før det ble oppdaget, ble kurven forsøkt endret. Manuell endring sesong: Løfter turtemp. Ved ca -3-4 grader		
Varmtvannssirkulasjon?		nei		
Gulvvarme		1. etasje (stue/kjøkken) og kjelleretasje inkl. utleiedel		
m ² /antall rom	Oppgi det dere vet	ca. 110/5		
Designtemperatur/driftstemperatur?		På beforing: 45/40, i snitt: 47/42		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass		auto/ja		
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?	Std. gulvplater med freste spor=20? + støpt i betong=vet ikke		
Overdekning over vannrørene		Vet ikke		
Radiatorer (noter designtemperaturer)		2. etg. + 2 rom i 1. etasje		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye	Maks drift: 50, normal drift: 40-45 turtemp.		
Andel av bolig som dekkes med rad.		100% radiator el. gulvvarme		
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?	Nei		
VP anlegg				
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)		vann		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde		180m.		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?				
Fabrikk varmepumpe		Thermia		
Typebetegnelse varmepumpe		Ekomin 28		
Effekt varmepumpe		6 kW/ spisslast i bereder - 15 kW		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?		nei		
Frekvensstyrt VP?		Nei		
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	Ja, men p.t. defekt.		
Når ble VP installert?		2007		
Måling varme				
Hvor er innertemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning	I stue/kjøkken (åpen løsning) m gulvvarme		
Beredere				
		Type	Volum	Element (kW)
Bereder		Oso EP 300	198/120	3 kW
Akkumulator		I bereder		15
Måleravlesninger på stedet				
	Målernr	Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1		VP	19650kWh 0/2W	
Måler 2		spiss	6979	0W
Måler 3		P1	346	27
Måler 4		P2	427	42
Måler 5		vvb	4269	0
Måler 6		FLTA	7RSSI	24,1 grC
Måler 7				
Måler 8				
Måler 9				
Måler 10				

Sjekkliste beforing				
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Anlegg 21		
Forklaring		Har sendt mail med spm om manglende strømforbruk		
Bygningsdata				
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	380 m2 BRA - 480 BTA		
Antall etg		3		
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	Totalrehabilitert/ombygd/påbygd 2010-2011		
Beboere, alder:		4 stk - 5,7,42, 44		
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	ja		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Komplett nytt anlegg 2011. Sirkulasjonspumpe tappevann stoppet 2013.		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	3-4		
Årlig strømforbruk til huset?	for siste år			
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema	nei, ikke vits fordi huset er totalt endret etter VP-installasjon		
Varmeanlegg				
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		ja		
Elektriske panelovner?		nei		
Elektriske varmekabler på bad?		nei		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		nei		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		Balansert uten vannvarme		
Termostat i hvert rom?		nei - kurser manuelt innregulert		
Utekompensering?	Har varmepumpen utekompenseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	ja		
Varmtvannssirkulasjon?		nei, avslått		
Gulvvarme				
m2 /antall rom	Oppgi det dere vet	ca 15 sløyfer		
Designtemperatur/driftstemperatur?		40 - ligger ofte på ca 32-35 (ikke iflg målinger, de viser 40-41 jan - manuell)		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass				
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?	ca 20 cm - 16 mm rør. Trolig tettere på bad. Har også lagt		
Overdekning over vannrørene		gips, spon, heltre valnøtt		
Radiatorer (noter designtemperaturer)		nei		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye			
Andel av bolig som dekkes med rad.				
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?			
VP anlegg				
Varmeoptaksanlegg (luft/vann)		vann		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde		1 hull - 210 m		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?				
Fabrikk varmepumpe		Vaillant		
Typebetegnelse varmepumpe		geotherm		
Effekt varmepumpe		10 kW /4 kW spiss (230V)		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?		ja		
Frekvensstyrt VP?		nei		
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja		
Når ble VP installert?		2010-2011		
Måling varme				
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning	stue		
Beredere				
		Type	Volum	Element (kW)
Bereder		OSO EP2 300	170/150	3kW øverst+9kW nederst
Akkumulator				
Måleravlesninger på stedet		Måleravlesninger på stedet		
	Målernr	Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1		Utefukt, innetemp	6 RSSI/ 24,9grC	
Måler 2		sirk.pumpe	2329,6/ 40W	
Måler 3		bereder el	9122,4/ 0 W	
Måler 4		VP + spiss	14539,9/ 3 kW	
Måler 5				
Måler 6				
Måler 7				
Måler 8				
Måler 9				
Måler 10				

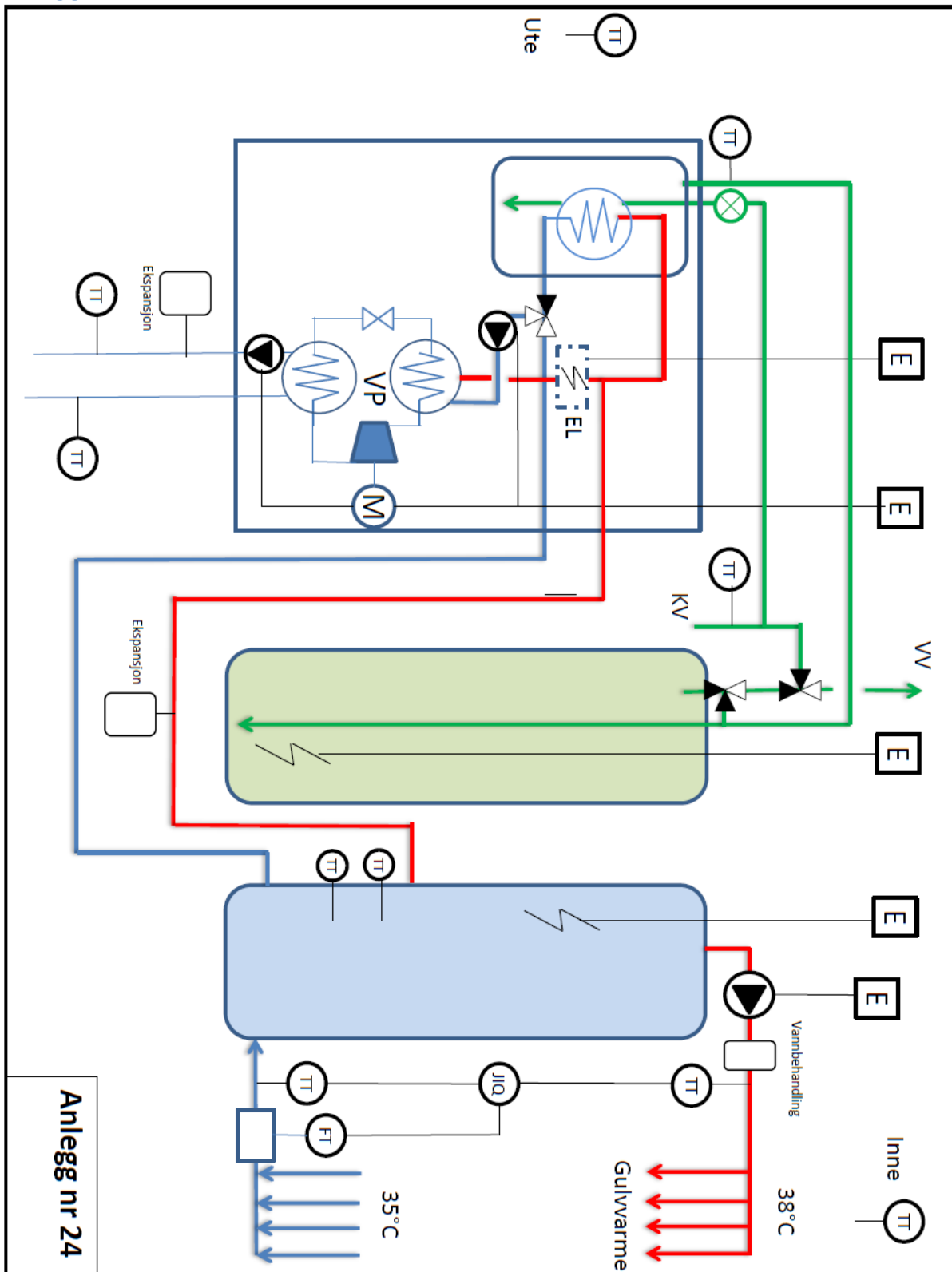
Anlegg #23



Anlegg nr 23

Sjekkliste beforing					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 23		
Bygningsdata					
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	230 m2		
Antall etg			2 + kjeller + loft		
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1932, rehab 2010		
Beboere, alder:			4, 2 voksne + 2 barn (11 + 13)		
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	ja		
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Etterinstallert skumulatortank og ny bereder. Ingen elkolbe i bereder, kun i vp		
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4		
Årlig strømforbruk til huset?		for siste år	15000 kWh/år		
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	ok		
Varmeanlegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			ja, ved rehabilitering		
Elektriske panelovner?			nei		
Elektriske varmekabler på bad?			ett bad - ikke rehabilitert, men ganske nytt		
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			Peis - en del i bruk (2 paller pr år)		
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			ja, elbatteri		
Termostat i hvert rom?			ja		
Utekompensering?		Har varmepumpen utekompenseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	ja		
Varmtvannssirkulasjon?			nei		
Gulvvarme			ja		
m2 /antall rom		Oppgi det dere vet	ja, alle eks. kjøkken		
Designtemperatur/driftstemperatur?			> 40 design, 31/25 og glycolkrets 2/-1 drift		
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass			manuell justering hvert rom		
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?	(- 20 - 20		
Overdekning over vannrørene			fordelingsplater i stue + 2. etg.		
Radiatorer (noter designtemperaturer)			ja, radiator kjøkken		
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye	stod i huset fra før - moderne (60/40)		
Andel av bolig som dekkes med rad.			60 - 40, men ingen rproblem når varmt rom under		
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?	ja		
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			vann		
Hvis vann: Borehull - antall og lengde			1 hull - 190 m		
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?					
Fabrikkat varmepumpe			NIBE		
Typebetegnelse varmepumpe			1145 + akkumulator R-140		
Effekt varmepumpe			8 kW / Spisslast integrert i VP:1, 3, 5, 7 kW trinnvis		
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja, integrert i VP		
Frekvensstyrt VP?			nei		
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja		
Når ble VP installert?			I 2010		
Måling varme					
Hvor er innetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	i trapp ned til kjeller (19-20 grC målt)		
Beredere					
			Type	Volum	Element (kW)
Bereder			NIBE VPB200	200 l	nei
Akkumulator			NIBE R-140	140 l	nei
Måleravlesninger på stedet			Måleravlesninger på stedet		
	Målemr		Formål	Målerstand	Kommentar
Måler 1			VP	8990,5	2 kW
Måler 2			ikke i bruk - gammel bereder		
Måler 3			sirk.pumpe	403,8	13 W
Måler 4					
Måler 5					
Måler 6					
Måler 7					
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					

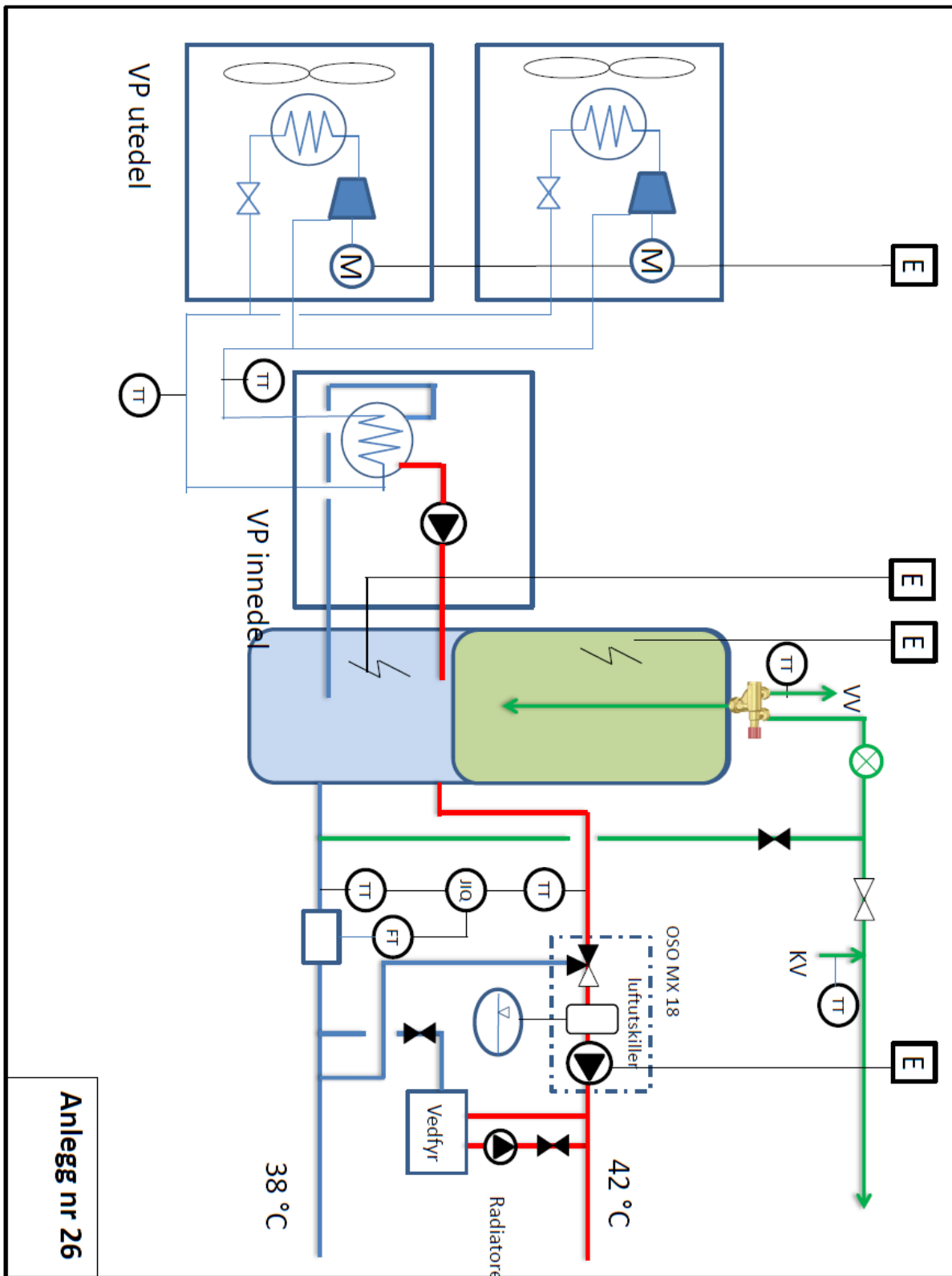
Anlegg #24



Anlegg nr 24

Sjekkliste befering				
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 24	
Bygningsdata			Har sendt sms med spm om manglende punkter	
Areal		Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	250 kvm oppvarmet, 60 kvm utleiedel	
Antall etg			3 (5-6 halvetasjer)	
Byggeår/rehabilitering		Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	rehab 2009 da VP installert	
Beboere, alder:			2 voksne, 2 små barn	
Opplevs god komfort?		Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	ja, kun litt innkjøringsporbl. Første året	
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?		I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Ikke fortuen at 2 ekstra rom er tilkoblet anlegget og at VP har hatt service	
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?		1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	3	
Årlig strømforbruk til huset?		for siste år	31566 kWh 2013	
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata		Signering av vedlagt samtykkeskjema	befaring før skjema ble opprettet	
Varmeanlegg				
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?			ja	
Elektriske panelovner?			nei	
Elektriske varmekabler på bad?			nei, har lagt tettere vannbårne rør, samme dim (16/18)	
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?			peis, men ikke øvndvig, bare til kos	
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?			Ja, men ikke tilkoblet vannbåret anlegg	
Termostat i hvert rom?			ja	
Utekompenisering?		Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	Har stilt på kurven en gang i høst, opp og ned igjen for å få riktig temp. fra 0,55 til 0,35 til 0,40.	
Varmtvannssirkulasjon?			nei	
Gulvvarme				
m ² /antall rom		Oppgi det dere vet	alle, 250 kvm oppvarmet areal	
Designtemperatur/driftstemperatur?			34 grC	
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass				
Avstand mellom sløyfer		Er det forskjell på bad og andre rom?		
Overdekning over vannrørene				
Radiatorer (noter designtemperaturer)				
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)		Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye		
Andel av bolig som dekkes med rad.				
Er det installert termostatventiler		hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?		
VP anlegg				
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)			vann	
Hvis vann: Borehull - antall og lengde			vet ikke	
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?				
Fabrikkat varmepumpe			Vaillant	
Typebetegnelse varmepumpe			GeoTherm exclusive (innebygd bereder)	
Effekt varmepumpe			10 kW	
Vekselventil (prioritering av tappevann)?			ja, i VP	
Frekvensstyrt VP?			nei	
Har VP montert en uteføler?		utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	ja	
Når ble VP installert?			2009	
Måling varme				
Hvor er innnetemperaturmåler plassert?		Få med om det er åpen eller lukket romløsning	"tak" kjøkken - mellom to halvetasjer av stue	
Beredere				
			Type	Volum
Bereder			RS300	300 l
Akkumulator			80RE 300	300
				Element (kW)
				3 kW
				15 kW
Måleravlesninger på stedet				
	Målernr		Formål	Målerstand
Måler 1			Spisslast VP	132 kWh
Måler 2			Kompr. VP	8320 kWh
Måler 3			Reservelast OSO 80RE	viser ikke data
Måler 4			VVB	3632 kWh
Måler 5			Sirk.pumpe	929 kWh
Måler 6			Varmeanlegg	23073 kWh
Måler 7				
Måler 8				
Måler 9				
Måler 10				

Anlegg #26



Anlegg nr 26

Sjekkliste befaring					
(Spørsmål til beboere i grønt.)		Forklaring	Anlegg 26		
Bygningsdata					
Areal	Fortrinnsvis oppvarmet areal (primærrom). Utleiedel oppgis separat	BTA hovedhus 290m ² (145 i hver et.) BTA annek 106m ² (53 i hver et.) BTA Sum 396m ² Oppvarmet areal ca. 360m ²			
Antall etg		1 + kj.			
Byggeår/rehabilitering	Rehabiliteringsår og hva som evt. ble utført	1964 for hovedhus og 1970 for annek. Vinduer er skiftet til ulike			
Beboere, alder:		4 stk (52, 51, 21, 18)			
Opplevs god komfort?	Subjektiv oppfatning av om varmeanlegget gir ønsket varme til ønsket tidspunkt	Ja, men huset holder ikke høy innertemp. når utetemp går ned mot -10°C. Ligger på ca. 18°C			
Har dere gjort tilpasninger på anlegget?	I forbindelse med eller etter installasjon av varmepumpe. Hva er gjort og når?	Varmepumpe installert november 2011. 3 radiatorer skiftet. OSO-system EP300 for akkumulator og OSO MX konstanttemp.ventil			
Hvor interessert er dere på en skala 1 - 5?	1: nøytral/ingen interesse, 5: veldig interessert	4-5			
Årlig strømforbruk til huset?	for siste år	44800 kWh			
Samtykkeskjema for innhenting av strømdata	Signering av vedlagt samtykkeskjema	Ja			
Varmeanlegg					
Er anlegget opprinnelig prosjektert med VP?		Nei - Oljefyr og el. Frem til 2011			
Elektriske panelovner?		Nei			
Elektriske varmekabler på bad?		Ja			
Andre oppvarmingskilder (ved/oljeovn)? Forbruk?		Fastmontert vedkjel tilkoblet varmeanlegget i fyrrom (brukes			
Balansert ventilasjon? med/uten vannvarme?		Nei, kun termisk drevet ventilasjon. Spalteventiler og lyrer			
Termostat i hvert rom?		På de fleste radiatorer men ikke på alle			
Utekompenisering?	Har varmepumpen utekompeniseringskurve? Har dere gjort tilpasninger av denne?	Ja. Standardprogram nr. 6 fra leverandør av VP er valgt. Gir 60°C konstant ved utetemp under 0°C, avtrapper fra 60 til 0 når utetemp			
Varmtvannssirkulasjon?		nei			
Gulvvarme					
m ² /antall rom	Oppgi det dere vet	Vannbåren i barområdet i kjeller ca. 12m ² . (El. på bad ca. 6 ²)			
Designtemperatur/driftstemperatur?		Samme som for anlegget for øvrig 42 gr drift ved befaring			
Regulering av sløyfer:auto/manuell, ventiler/seglass		Den vannbårende delen er original fra 1964 med nedstøpte stålrør			
Avstand mellom sløyfer	Er det forskjell på bad og andre rom?	Ukjent			
Overdekning over vannrørene		Ukjent			
Radiatorer (noter designtemperaturer)					
Designtemperatur (80/60 eller 60/40)	Dersom man ikke vet, er det sannsynligvis 80/60 på gamle anlegg og 60/40 på nye	80/60			
Andel av bolig som dekkes med rad.		100%			
Er det installert termostatventiler	hvis ikke, hvordan reguleres varmen? Er det innregulert per radiator?	Ja på neste alle radiatorer. Varmepumpen er utekompenisert og det er montert konstanttempventil			
VP anlegg					
Varmeopptaksanlegg (luft/vann)		Luft			
Hvis vann: Borehull - antall og lengde					
Hvis luft: Avising utedel - hvordan styres dette ?		Automatisk			
Fabrikkat varmepumpe		Carrier, XP Energy			
Typebetegnelse varmepumpe		se over			
Effekt varmepumpe		15 kW			
Vekselventil (prioritering av tappevann)?		nei			
Frekvensstyrt VP?		Ja			
Har VP montert en uteføler?	utenom den som er montert i forbindelse med dette prosjektet	Ja			
Når ble VP installert?		2011			
Måling varme					
Hvor er innertemperaturmåler plassert?	Få med om det er åpen eller lukket romløsning	I stue i 1.et. Huset er veldig åpent konstruert			
Beredere					
		Type	Volum	Element (kW)	
Bereder		EP300	300	3	
Akkumulator		i beredere		15	
Måleravlesninger på stedet					
	Målernr	Formål	Målerstand	Kommentar	
Måler 1		22. Kompressor	8659,3	3 kW	
Måler 2		23. VVB	724	0 kW	
Måler 3		24. sirk.pumpe	73,1	45 W	
Måler 4		21. spisslast	21	15 kW	
Måler 5		FLTA	4,8 grader		
Måler 6					
Måler 7					
Måler 8					
Måler 9					
Måler 10					