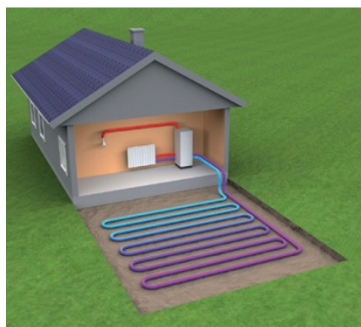


Varmepumpeinstallationer i Smart Grid Undersøgelser og anbefalinger til fremtidige varmepumpeinstallationer



Delrapport til READY - Smart Grid Ready VPP Controller for Heat Pumps

Støttet af



NORDJYLLAND

Jyllandsgade 1
DK-9520 Skørping
Tel. +45 9682 0400
Fax +45 9839 2498

MIDTJYLLAND

Vestergade 48 H, 2. sal
DK-8000 Århus C
Tel. +45 9682 0400
Fax +45 8613 6306

SJÆLLAND

A.C. Meyers Vænge 15
DK-2450 København SV

Besøgsadresse:
Frederikskaj 10 A, 1. sal
DK-2450 København SV

Tel: +45 25 17 04 00

www.planenergi.dk
planenergi@planenergi.dk
CVR: 7403 8212

December 2014

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	3
Forord	4
1. Smart Grid ready installationer - indledning	5
2. Resume.....	5
3. Data og beregningsmodeller	6
4. Valg af elpriser	7
5. Variation af varmepumpe og varmeakkumulering	7
6. Akkumulering i vandtanke og / eller bygningsmasse.....	9
7. Er det en fordel at installerer solvarme?	11
8. Analyser på målte data fra StyrDinVarmepumpe.dk	12
8.1 Varmepumpens effekt og bygningens varmebehov	12
8.2 COP for varmepumper i projektet	14
9. Fabrikanters muligheder ift. regulering	15
9.1 Vølund / NIBE.....	15
9.2 Danfoss.....	16
9.3 Bosch.....	17
9.4 IVT	17
9.5 Andre om Smart Grid Ready varmepumper	18

Rekvirent

ForskEl projekt READY

Kontaktperson:

PlanEnergi:
Jakob Worm
Projektleder, READY:
Lotte Holmberg Rasmussen
NEAS Energy

Rapport udarbejdet af

PlanEnergi

Jakob Worm
Tlf.: +45 2972 6845
e-mail: jw@planenergi.dk

Kvalitetssikret af

Morten Vang Jensen
Tlf: 9682 0408
e-mail: mvi@planenergi.dk
og READY-projektgruppen

Projekt ref.

715

Forord

Denne rapport er en del af READY-projektet, hvor der er udviklet storskala styring af individuelle varmepumper. Varmepumperne er fjernstyret i forhold til både spotpriserne på NordPool elmarkedet og i forhold til regulerkraftmarkedet som anvendes til at holde balancen i elsystemet i driftstimen. Samtidig er der taget hensyn til forbrugernes krav til komfortgrænser, således at temperaturen i huset har skal ligge indenfor et på forhånd fastsat bånd.

READY er et ForskEl-projekt støttet af PSO-midlerne som administreres af Energinet.dk. Projektpartnerne er: Neas Energy, Neogrid Technologies, PlanEnergi, Ea Energianalyse, Aalborg Universitet og Aarhus Universitet.

I forbindelse med udarbejdelsen af nærværende rapport er en del af de danske varmepumpeproducenter og varmepumpeimportører besøgt.

1. Smart Grid ready installationer - indledning

Målet med denne delrapport er at undersøge nogle af de parametre som har betydning for Smart Grid ready drift af en varmepumpe herunder at give input til retningslinjer for fremtidige varmepumpeinstallationer. Dette kan både være med til at sikre varmepumpernes ydeevne og dermed forbrugernes økonomi og komfort og være med til at gøre varmepumperne mere optimale i forhold til elsystemet og implementering af mere vindkraft.

Ved varmepumpeanlæg er der en række parametre, der påvirker, hvor godt varmepumperne er i stand til at indgå i balanceringen i elmarkederne. Desuden er der også stor forskel på, hvor effektivt varmepumper fungerer generelt. Det afhænger af varmepumperne, men mest af den installation og den bygning varmepumpen er placeret i.

Den optimale varmepumpeinstallation afhænger således af en række parametre: Selve tilslutningen, bygningens varmetab, varmeakkumulering, fordeling af varme i gulvvarme eller radiatorer. Desuden spiller adfærd, antal beboere og individuelt forbrug ind.

I nærværende rapport er der analyseret på data fra "StyrDinVarmepumpe"-platformen¹. Disse data er anvendt i en model, hvor forskellige installations sammensætninger kan beregnes. For at give anbefalinger til en fremtidig varmepumpeinstallation er der udført modelberegninger på en række alternativer, hvor der både er varieret på størrelsen af varmepumpen (kompressor-effekt) samt størrelse og mulighed for akkumulering af varme i beholdere eller betongulve.

2. Resume

Analyserne viser generelt, at der pt. er utilstrækkelig økonomi for forbrugerne i optimering af en varmepumpeinstallation i forhold til elmarkeder med de nuværende prisniveauer, tarif- og afgiftsforhold. For det fremtidige elsystem med mere vind er det dog vigtigt, at varmepumpernes drift er fleksibel. For elsystemet er det således betydningsfuldt, at varmepumpeinstallationer allerede nu bliver forberedt til bedre at kunne indgå aktivt i elsystemet (i forhold til timeafregnet el).

Ud fra analyserne i nærværende rapport kan følgende konkluderes:

- En større varmepumpe og større varmeakkumuleringskapacitet giver mere reguleringskapacitet i elsystemet. Dette øger muligheden for at producere varme, når elprisen er lav.
- Der er dog ikke nogen økonomisk incitament for forbrugeren ved at investere i en større varmepumpe eller akkumuleringsbeholder i forhold til besparelser på spotmarkedet.
- Varme kan akkumuleres i en beholder (buffer) og / eller i bygningsmassen. Med en større akkumuleringstank og en større installation kan de lavere priser bedre udnyttes. Hvis der i forvejen er gulvvarme i et betongulv, er det den billigste akkumulering. Selv med et betongulv kan det dog ikke betale sig at investere i en større varmepumpe.
- Solvarme i forbindelse med en varmepumpe er et fint tiltag, der sparer el, men sammenholdt med timeafregning af el til varmepumpen, er der ikke økonomi i merinvesteringen i solvarme. Det skyldes, at det er el med relativ lav pris som solvarmen erstatter.

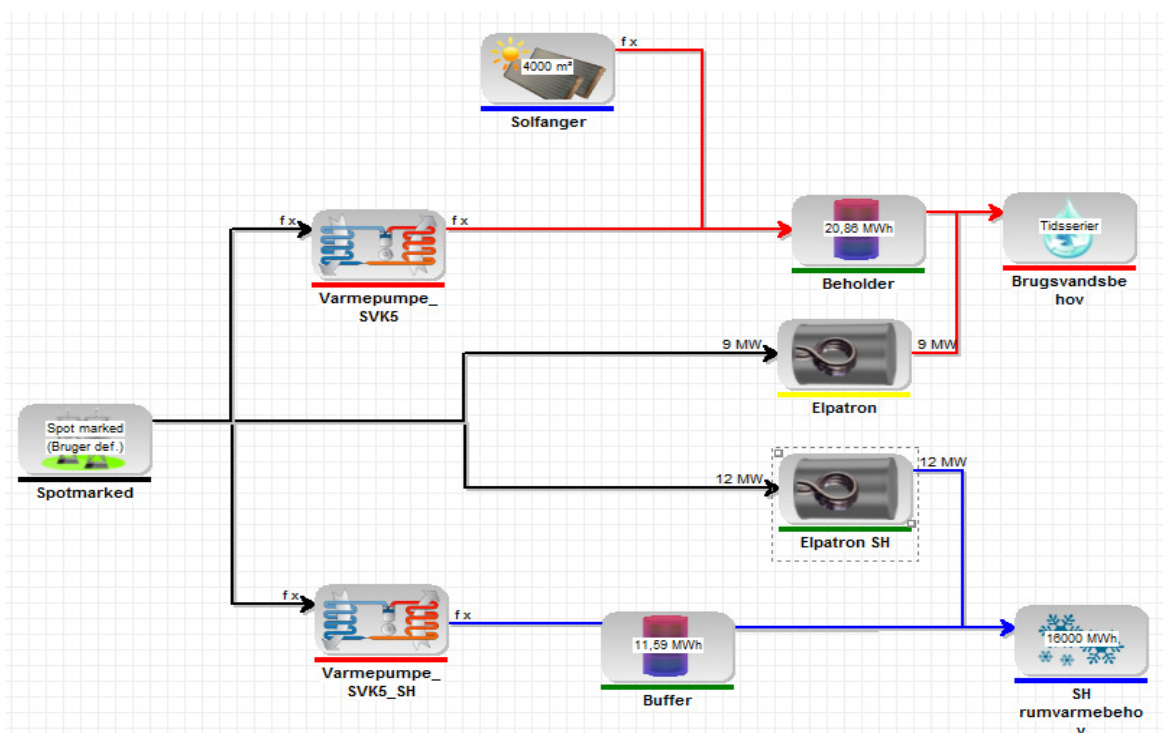
¹ <https://www.styrdinvarmepumpe.dk/> og <https://www.styrdinvarmepumpe.dk/>

- Varmepumpeproducenterne har generelt ikke fokus på Smart Grid, men er så småt kommet i gang med at udvikle styring som kan tilgås via internet ydelser eller Apps – dog i begrænset omfang. Enkelte fabrikanten kan også hente elspotpriser fra NordPool mv. Systemerne er dog foreløbig proprietære og der er ikke åben adgang for 3. part
- Varmepumpeproducenter er generelt positive over for overvågning af varmepumper og erfaringer med online opsamling af driftsdata kan være med til fremme fabrikanternes tilgang til aktiv styring som en del af fremtidens energisystem.

3. Data og beregningsmodeller

Som baggrund for anbefalingerne til fremtidens varmepumpeinstallation er der anvendt en beregningsmodel og foretaget beregninger af forskellige driftssituationer.

Det har ikke været muligt med målingerne fra "StyrDinVarmepumpe" at sammenligne huse, som virker ens, da alle huse og installationer er forskellige, og der er for mange forskellige parametre, der spiller ind på resultaterne. Derfor er der opstillet en model, hvor variationerne kan styres under de givne forhold. Modellen er opsat i EnergyPRO, som er et software udviklet af EMD. EnergyPRO anvendes oftest til at designe og analysere driftsmønstre for kraftvarmeværker mm. Modellen simulerer varmepumpens drift, time for time, over et helt år. Der er således regnet på et varierende varmebehov i forhold til årets udetemperatur samt et indlagt forbrugsmønstre for varmt brugsvand. Desuden forudsættes at el timeafregnes i spotmarkedet.



Figur 1: Tegning af den anvendte EnergyPro model.

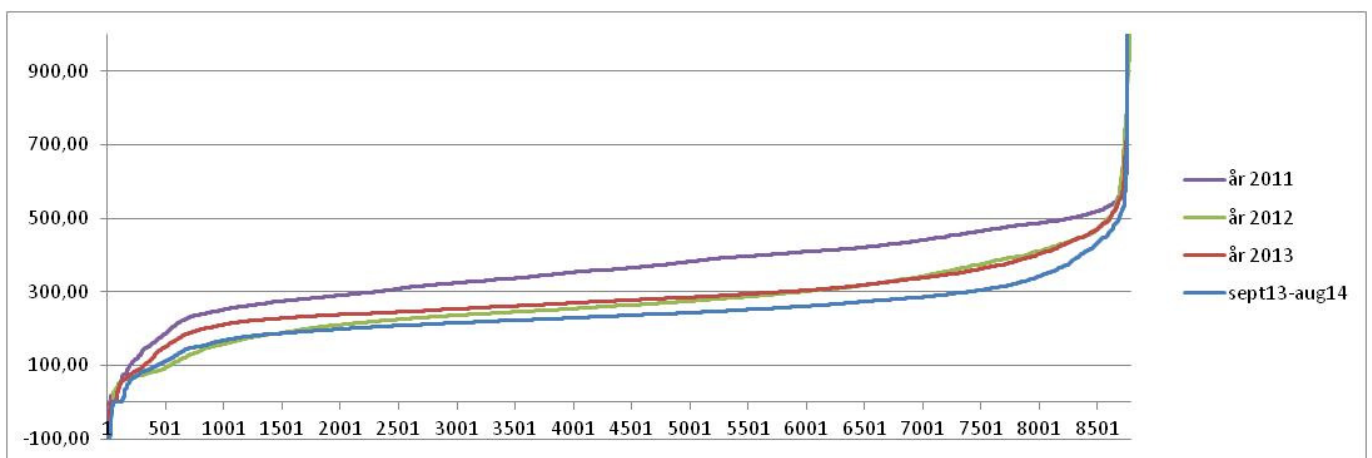
I simuleringen tages udgangspunkt i et standardhus med et årsforbrug på 18,1 MWh, hvoraf de 2,1 MWh er til opvarmning af brugsvandet og de 16 MWh er til rumopvarmning.

Varmepumpen er beregningsteknisk delt i to, da det er forskellige driftssituationer om der produceres rumvarme eller varmt brugsvand. Varmepumpens ydelse er simuleret ved en "carnot-

virkningsgrad", der afhænger af de temperaturer som varmepumpen arbejder ved, samt en kompressorvirkningsgrad, som er sat til 40 %. Carnot-værdierne er udregnet for hver måned i forhold til den typiske jordtemperatur ved jordvarmeanlæg. Desuden er den beregnet for varmeleverancer ved hhv. 55 °C (brugsvand), 45 °C (radiatorvarme) og 35 °C (gulvvarme).

4. Valg af elpriser

I modellen skal der vælges en tidsserie med elpriser. I den forbindelse er der set på de seneste års udvikling i spotmarkedet. I nedenstående figur er elspotpriser for årene 2011, 2012, 2013 samt perioden september 2013 til august 2014, sorteret fra de laveste til de højeste timepriser (priser fra Energinet.dk).



Figur 2: sortering af elpriser for Vestdanmark for årene 2011, 2012, 2013 samt perioden september 2013 til august 2014. x-aksen er årets timer og y-aksen er spot-elprisen i kr/MWh.

Det ses i grafen, at elpriserne generelt er faldet gennem de sidste år. Desuden ses det, at de fleste af årets timer har temmelig ens priser. I samme periode er kommet en øget andel af vind i elsystemet.

Generelt er fleksible forbrugsenheder, som individuelle varmepumper, afhængige af varierende priser for at der er økonomisk incitament i at flytte forbruget. Der er i beregningerne taget udgangspunkt i priserne fra 2011.

5. Variation af varmepumpe og varmeakkumulering

Formålet med dette afsnit er at analysere om en større varmepumpe eller en større bufferbeholder har en positiv effekt på økonomien.

For at bedømme det økonomiske incitament er der sat pris på investeringerne i de forskellige alternativer. Der er gennemført en række beregninger med følgende variationer:

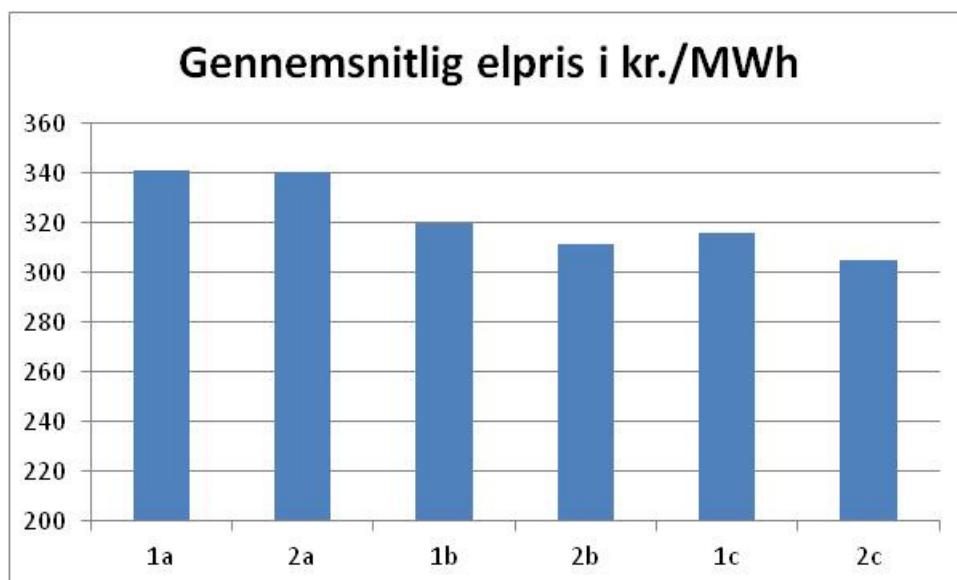
Variation af varmepumpe og buffertank			Beregninger med spot 2011			
Alternativ	1a	2a	1b	2b	1c	2c
Varmepumpe	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v
VP eleffekt, kW	1,63	2,07	1,63	2,07	1,63	2,07
Buffertank, l	-	-	500	500	800	800
Varmepumpepris, kr	54.285	57.645	54.285	57.645	54.285	57.645
Tank pris, kr.			6.450	6.450	7.698	7.698
KO; Lån til investering, kr./år	3.994	4.242	4.469	4.716	4.561	4.808
PO; Produktionsomkost. i kr./år	7.754	7.610	7.517	7.401	7.471	7.358
- heraf køb af el på spot i kr./år	2.375	2.330	2.201	2.127	2.172	2.084
PO+KO	11.749	11.852	11.986	12.117	12.032	12.166
Elforbrug i alt i kWh/år	6.968	6.840	6.885	6.831	6.864	6.831
Gennemsnitlig elpris i kr./MWh	341	341	320	311	316	305

Tabel 1: Sæt af beregninger med to størrelser af varmepumper og to størrelser af buffertanke.

For varmepumpen er der regnet på en "rå" investeringspris på de to størrelser af varmepumper af fabrikat SVK (http://www.borea.dk/varmep/jord_spec.php). Priserne for bufferbeholderne stammer fra www.VarmtVandFraSolen.dk. KO er udregnet med en rente på 4 % og en løbetid for et lån på 20 år. PO, produktionsomkostninger er udregnet i EnergyPro.

Der er ikke stor forskel på økonomien i alternativerne, se tabellen. Dét der spares i driftsudgifter med større varmepumpe og buffertank koster det i afdrag på højere investering.

Et udtryk for hvor godt alternativet spiller sammen med elnettet, er den gennemsnitlige elpris i kr./MWh som vist i Figur 3.

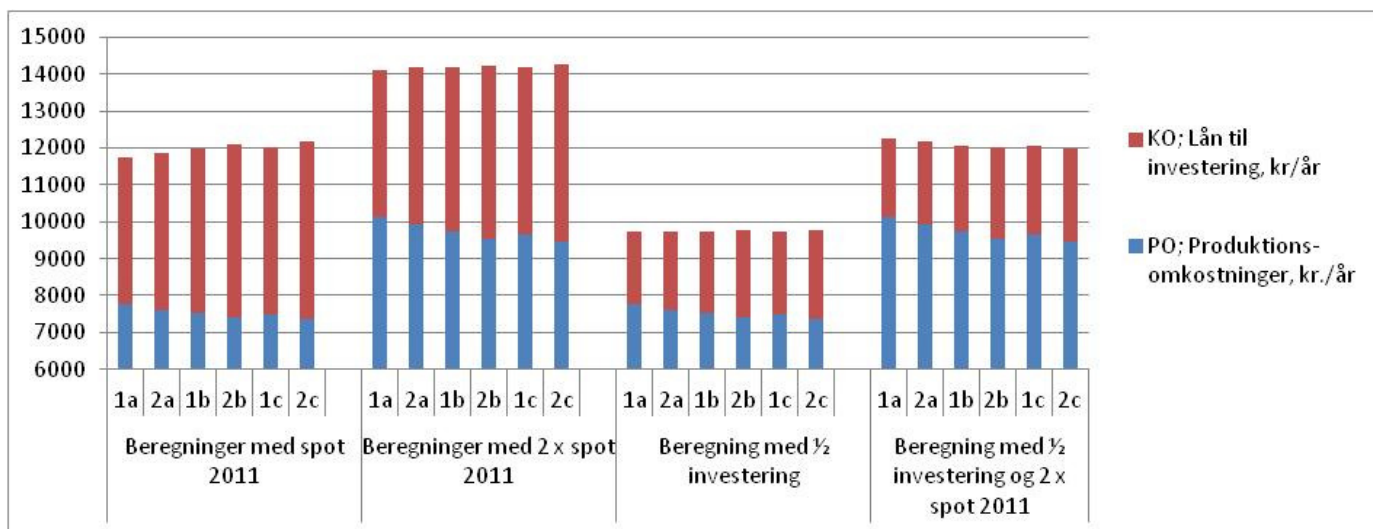


Figur 3: Den gennemsnitlige elpris for elforbrug, i kr./MWh. Prisen er udregnet fra den årlige eludgift beregnet i energyPro delt med elforbruget i hvert alternativ

Det ses i figuren, at gennemsnitsprisen på elforbruget falder jo større effekt varmepumpen har og jo større akkumulering. Den laveste elpris i alternativ 2c kan tolkes således, at den største varmepumpe og det største lager i alternativerne giver den bedste indpasning til elsystemet.

For at se, hvad der skal til for at se en tydelig forskel i økonomien i den bedste Smart Grid installation er alternativerne udregnet med følgende ændringer:

- Basis med spotpriser fra 2011, som vist ovenfor.
- De dobbelte spotpriser som kan illustrere større variation mellem høje og lave priser.
- Beregning det den halve investering. Der er i basis regnet med dages prisniveau, men ved en effektivisering og større salg kan resultere i lavere priser.
- Sidste sæt beregninger er både større udsving i elpriserne og halv investeringsomkostning.



Figur 4: 4 sæt beregninger med dobbelte elpriser og ½ merinvestering med de tidligere variationen af størrelse af varmepumpe og bufferbeholder. y-aksen viser en årlig udgift i kr. for et standardhus.

Omkostningerne i hvert sæt beregninger er temmelig ens. Det ses at produktionsomkostningerne (som primært er til køb af el) falder når varmepumperne og bufferbeholderen bliver større. Samtidig stiger investeringerne så det samlede resultat næsten udlignes.

Figuren viser, at der først kan ses et økonomisk incitament i 4. sæt beregninger med ½ investering og 2x spotprisen - altså hvis der bliver større variation i elprisen samt lavere investeringsomkostning. Det ses ved, at det er det eneste sæt beregninger, hvor de samlede omkostninger falder inden for gruppen. Det er stadig ikke et markant fald.

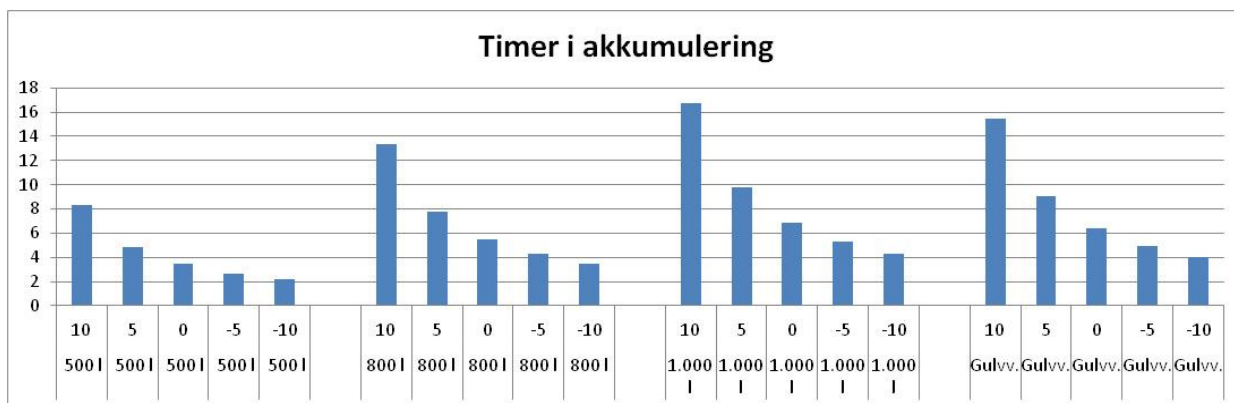
6. Akkumulering i vandtanke og / eller bygningsmasse

Det at gemme energi i akkumuleringstanke indgår som standard i EnergyPRO-modellen. For at estimere kapaciteten i bygningsmassen (for eksempel et betongulv) er der udregnet et ækvivalent for denne.

Der er forudsat et hus med et gulvvarme i et betondæk på 130 m² og en tykkelse på 5 cm. Det svarer til at der kan akkumuleres varme i 6,5 m³ beton. I virkeligheden varierer betondækket fra hus til hus og den del af betonen der er tættest på overfladerne akkumulerer mere varme, end den del af betonen der er placeret i større dybde fra overfladen. Ved gulvvarme er der desuden regnet med et varmetab gennem soklen, da der ofte er en ringe isolering mellem gulvvarmepla-

de og fundament i huset. Varmetabet ved et ny hus er i EnergyPro beregnet til ca. 1 % af det øvrige varmekonsum. De 6,5 m³ beton er ækvivalent til 3,7 m³ vand og bruges i EnergyPRO-modellen.

For at få et indtryk af evnen til at akkumulere varme med de forskellige metoder, er der regnet på det antal timer den akkumulerede varme kan opvarme huset.



Figur 5: Antal timer som varmepumpen kan stoppes ved forskellige størrelser af akkumuleringsstank / gulvvarme i forhold til udetemperaturen. Ved beregningen er der regnet med, at beholderen kan rumme varme mellem 25 og 45 °C. Ved gulvvarmen er der regnet med temperaturer mellem 21 og 26 °C.

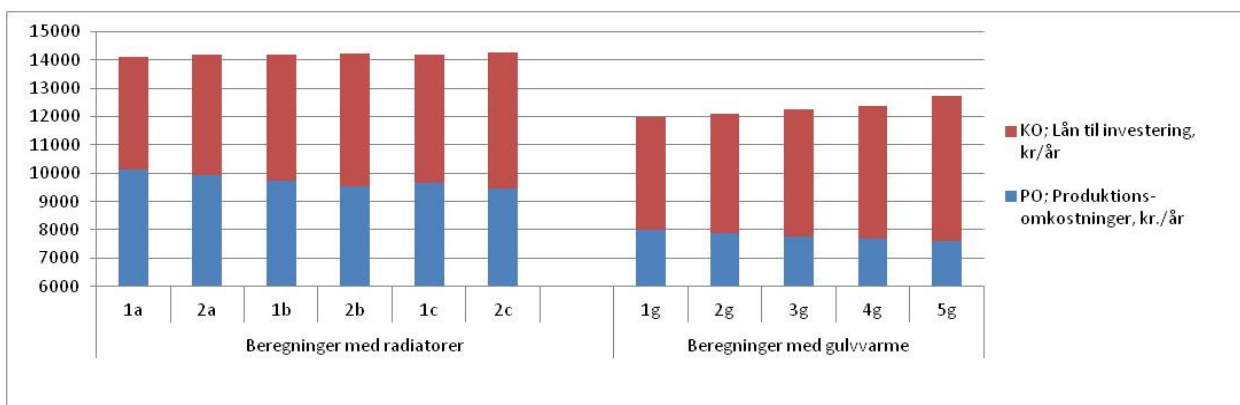
På figuren ses for eksempel en udetemperatur på 0 °C kan være ca. 3½ timers varme i en beholder på 500 l og ca. 5½ timers i en beholder på 800 l. Beregningen er lavet på et standard hus. For gulvvarme kan der være store forskelle i, hvor meget varme der tabes fra et betongulv ud gennem soklen. Derfor kan nogle huse med gulvvarme have langt mindre akkumuleringsstid end angivet i figuren.

I Danmark er udetemperaturen store dele af året mellem 0 og 10 °C og der giver selv en beholder på 500 l timer nok til at undgå varmepumpedrift i dyre timer i en kogespids fra kl. 17 til 19.

I det følgende er der regnet på et års drift for at sammenligne standardhuset med radiatorvarme og beholderakkumulering med gulvvarme

Variation med kompressor og akkumulering							Beregninger med 2 x spot 2011 og gulvvarme				
Alternativ	1a	2a	1b	2b	1c	2c	1g	2g	3g	4g	5g
Varmepumpe	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v	SVK-5 v/v	SVK-7 v/v	SVK-9 v/v	SVK-12 v/v	SVK-18 v/v
VP effekt, kW	1,63	2,07	1,63	2,07	1,63	2,07	1,63	2,07	2,52	2,99	4,24
Elpatron effekt, kW	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Rumopvarmning	Radiator	Radiator	Radiator	Radiator	Radiator	Radiator	Gulvvarme	Gulvvarme	Gulvvarme	Gulvvarme	Gulvvarme
Fremløb temp varme, gr.C	45	45	45	45	45	45	35	35	35	35	35
Temperatur brugsvand, gr.C	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Buffertank, l	-	-	500	500	800	800	-	-	-	-	-
Gulvvarmelager, l	-	-	-	-	-	-	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700
Brugsvandslager, l	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
COP											
Hele installationen	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2

Tabel 2: Sammenligning af varmefordeling med radiatorer eller gulvvarme

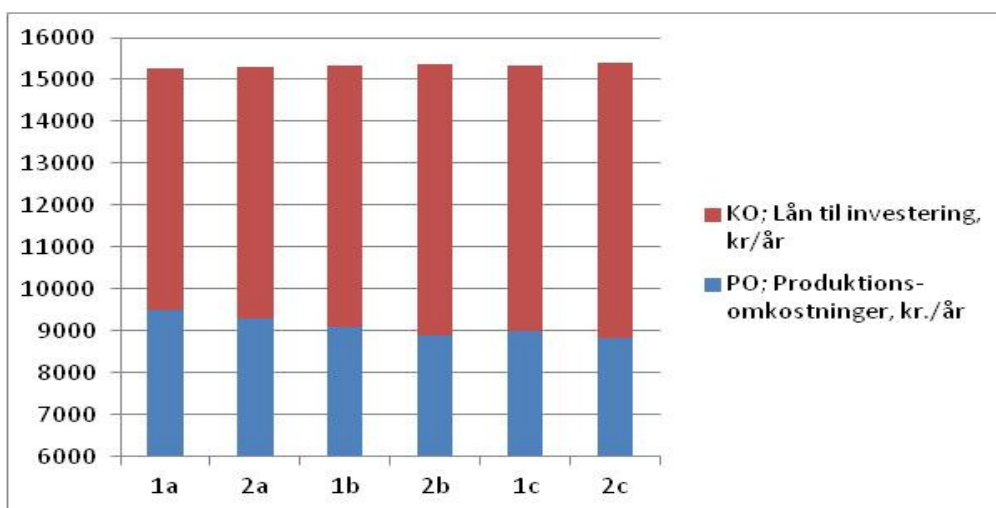


Figur 6: Sammenligning mellem anlæg med radiatorer og gulvvarme. Der er anvendt 2xspotpriserne fra 2011.

Det ses, at det er markant billigere at opvarme standardhuset, hvis det har gulvvarme. Det ses også, at merinvesteringen i en større varmepumpe i gulvvarmeserien ikke kan betale sig med de forudsatte elpriser (2 x Spot2011). I scenariet med gulvvarme er det forudsat, at gulvvarmen allerede er installeret og betalt. Udgifterne stiger pga. den større varmepumpe. I b og c-scenarierne er der investeringer i buffertanken.

7. Er det en fordel at installerer solvarme?

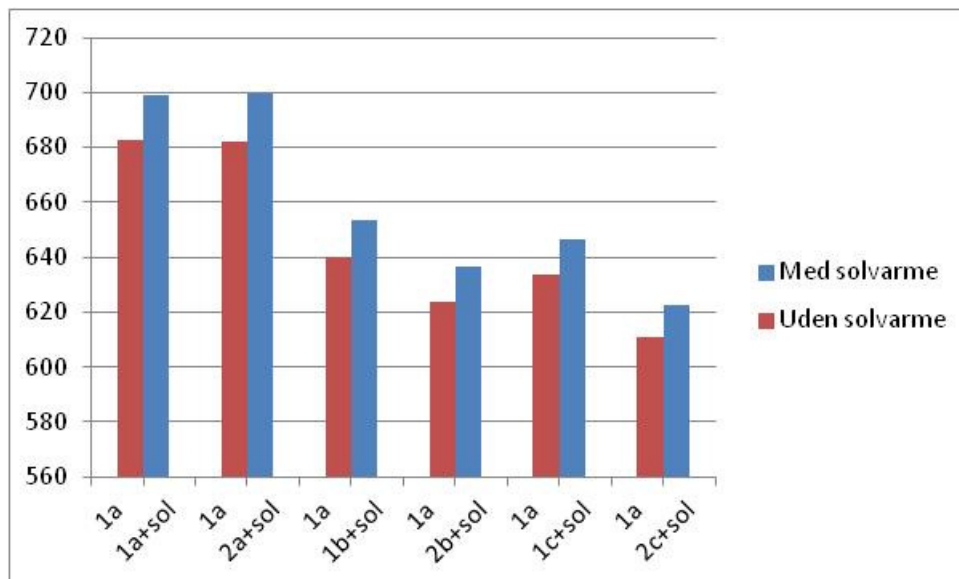
Umiddelbart er det besnærende at tilkøbe solvarme i forbindelse med varmepumpe hvis ønskes en miljørigtig varmeforsyning. Der er foretaget beregninger på samme sæt af alternativer som tidligere og de er suppleret med et lille solvarmeanlæg til brugsvand (4m²). Der er forudsat en merinvestering til solfangere mv. på 24.000 kr.



Figur 7: Alternativerne fra tidligere med 2 x spotprisen suppleret med solvarme. y-aksen viser en årlig udgift i kr. for et standard hus.

Der ses den samme tendens som tidligere, at alternativerne er næsten ens. Solvarmen giver en driftsbesparelse på ca. 640 kr./år, men betalingen for lånet på investeringen på de 24.000 kr. er 1.766 kr./år. Når det økonomiske regnestykke ikke hænger sammen i beregningerne med solvarme skyldes det dels, at COP for varmepumpen er højere om sommeren og dels, at elpriserne ofte er lidt lavere i perioder med sol.

I praksis kan COP om sommeren dog variere noget på grund af de korte driftstider.



Figur 8: Gennemsnitsprisen på den forbrugte el (2xspot2012) i alternativerne med og uden solvarme.

En anden årsag til den dårligere økonomi med solvarme er, at det er relativt billig el der fortrænges om sommeren. Det ses i figuren, at den gennemsnitlige pris på den forbrugte el er højere i solvarmealternativerne.

Solvarme kan givetvis være en god idé hos familier eller institutioner, hvor der er et stort forbrug af brugsvand i sommerperioden. I beregningerne er der taget udgangspunkt i et jordvarmeanlæg. Hvis der var regnet på et luft/vand anlæg ville COP for varmepumpen have været højere om sommeren og økonomien for solvarmen endnu ringere.

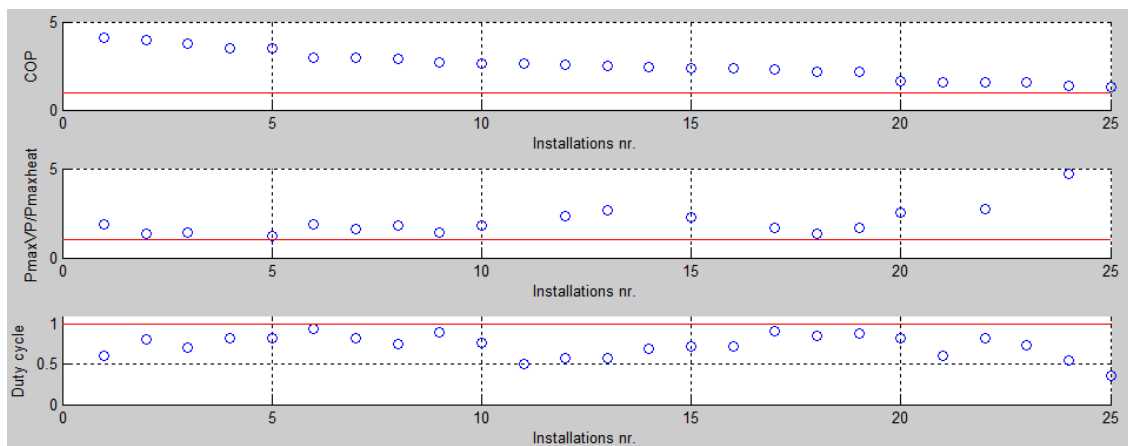
8. Analyser på målte data fra StyrDinVarmepumpe.dk

Via platformen StyrDinVarmepumpe er der adgang til en stor pulje af data fra de næsten 300 varmepumper der er blevet målt på i de seneste år. Målinger er dog behæftet med en vis usikkerhed. Dels på grund af sensorer og dels på grund af de meget forskellige typer af installationer som varmepumperne indgår i. For eksempel kan brug af brændeovn samtidig med varmepumpe give et forkert indtryk af temperaturforholdene i huset. Derfor har der ligget et væsentligt arbejde i at sortere data. Data er analyseret i MatLab.

8.1 Varmepumpens effekt og bygningens varmebehov

Forholdet mellem varmepumpens effekt og bygningens varmebehov beskrives i det følgende $P_{maxVP}/P_{maxheat}$. Forholdet indikerer, om varmepumpen er i stand til at levere den ønskede varmemængde i en given bygning, samt om der er overskudskapacitet til at producere varme til akkumulering i tank eller bygning.

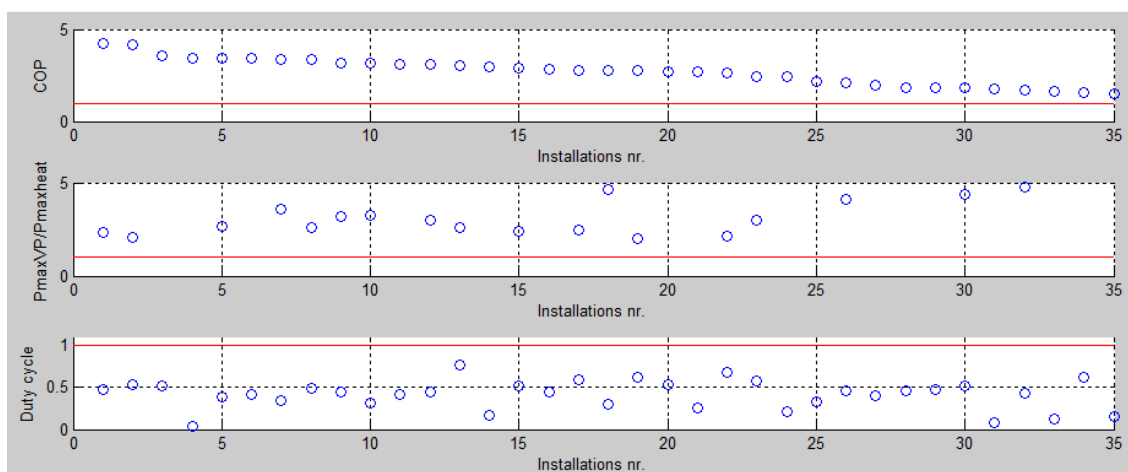
For at bestemme dette forhold er den koldeste periode i 2012 anvendt, hvor gennemsnitstemperaturen i starten af februar var $-6,4^{\circ}\text{C}$.



Figur 9: *COP, $P_{maxVP}/P_{maxheat}$ og Duty cycle for installationer med jordvarme og gulvvarme i perioden 1 .februar til 8. februar 2012.*

Målingerne viser, at ved kolde temperaturer er nogle varmepumper presset tæt på deres max effekt. Duty cyclen er den andel af tiden hvor varmepumpen er i drift. Den viser at nogle varmepumper er tæt på at køre konstant i perioden.

Ca. halvdelen af varmepumperne kører mindre end 75 % af tiden og der burde være yderligere kapacitet til rådighed - dette er godt set i forhold til at kunne flytte forbruget, idet det giver mulighed for at udnytte overskudskapaciteten sammen med varmeakkumulering i bygninger/tanke. Så selv i en kold periode vil der ofte være mulighed for at udnytte de lavere spotpriser henover døgnet.



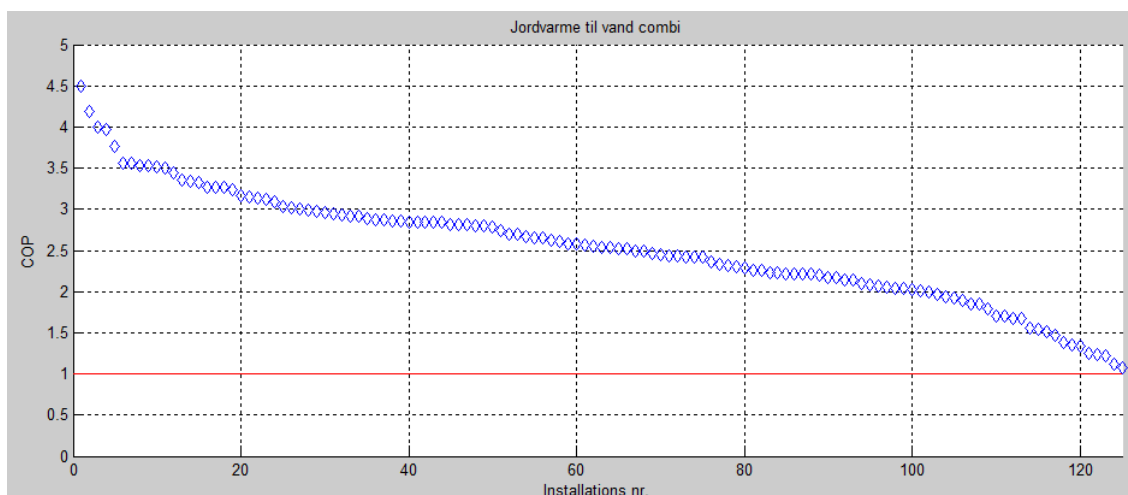
Figur 10: *COP, $P_{maxVP}/P_{maxheat}$ og Duty cycle for installationer med Jordvarme og gulvvarme i hele 2012.*

Målinger for at bestemme dette forhold på årsbasis er lavet for hele 2012, hvor den målte gennemsnitstemperatur ved installationerne i perioden var 5,4 °C. Her ses, at den gennemsnitlige duty cycle er lavere end for den kolde periode.

8.2 COP for varmepumper i projektet

I det følgende vises data for året 2012 for en gruppe af jordvarmeanlæg. Her er der udtaget installationer hvor varmen fordeles gennem både gulvvarme og radiatorer. Denne "blandede" type varmefordeling er typisk i ældre huse, som efterfølgende er blevet renoveret.

Der vises en graf for fordelingen med den gennemsnitlige COP for året – også kaldet SCOP.



Figur 11: COP for 125 installationer med kombination af gulvvarme og radiatorer (combi) i 2012.

Som det ses i figuren er der meget stor variation i COP-faktoren. Det skyldes givetvis de forskellige installationsforhold. Forholdene omkring jordslagene (længde og jordens beskaffenhed), temperaturforhold i huset og målesikkerhed. Til forskel fra laboratiormålinger, er hele varmepumpeinstallationen med tilhørende akkumuleringsstanke mv. inkluderet i disse målinger. Det kan resultere i et større varmetab end der ellers medtages ved angivelse af COP. Den gennemsnitlige års-COP for jordvarme med både gulvvarme og radiatorer er 2,6. Nedenfor er resultaterne for de forskellige installationstyper listet.

Varmepumpe COP data 2012	COP gennemsnit	Antal	Fremløbs temperatur/ °C	Retur temperatur/ °C
Jordvarme til vand gulvvarme	2,8	35	35,7	30,5
Jordvarme til vand combi	2,6	125	38,8	33,7
Jordvarme til vand radiatorer	2,5	31	39,1	34,2
Luft til vand radiatorer	2,5	15	43,5	39,0
Luft til vand combi	2,4	23	39,3	34,2
Luft til vand gulvvarme	2,2	10	32,7	29,1
Gennemsnit	2,5	239	38,2	33,5

Tabel 3: COP og installationsantal for de forskellige installationstyper.

Ovenstående tabel viser gennemsnitsdata for de forskellige installationstyper. Det bemærkes at installationstypen med den bedste gennemsnitlige COP, jordvarme til gulvvarme. Dette er forventeligt, idet fremløbstemperaturen ved gulvvarme er relativ lav i forhold til radiatorer hvilket giver en bedre COP.

Data i ovenstående figur og tabel er filtreret ved at fjerne data hvor: COP > 5, COP < 1, T fremløb - T retur < 2.

9. Fabrikanters muligheder ift. regulering

I projektet er der arbejdet aktivt med puljen af varmepumper i regi af StyrDinVarmepumpe.dk. De næsten 300 varmepumper på denne platform blev installeret i perioden 2010-2011 i forbindelse med Energistyrelsens skrotningstilskud til ejendomme med oliefyr. På det tidspunkt blev de enkelte fabrikanter spurgt om deres modeller var parate til fjernstyring. I praksis blev der udlagt til om modellerne havde den såkaldte "EVU" indgang. Det svarede en lang række af fabrikanter ja til, men det viste sig senere, at det kunne ikke alle modellerne leve op til. Dels var der tilfælde, hvor den pågældende model alligevel ikke var forberedt, og dels var der tilfælde hvor nogle varmepumper ikke blev monteret med den pågældende klemrække da de ikke skulle sælges på det tyske marked. En stor del af de 300 varmepumper i platformen var dog forberedt med EVU-indgangen således, at de kunne forbindes til den eksterne styreboks, som er en del af det set up der er anvendt i "StyrDinVarmepumpe".

De sidste 3-5 år siden varmepumperne i platformen blev solgt, er der dog sket en teknologisk udvikling, således af flere fabrikanter har udviklet mere intelligente og kommuniker-bare varmepumper.

I opsætningen til fjernstyring var det nødvendigt at besøge de fleste af de ca. 100 husstande igen for at gøre dem klar til fjernstyring. Oprindeligt var det meningen at den elektriker, der monterede styreboksen også skulle gøre varmepumpens egen styring åben overfor kommandoer udefra til EVU-relæet. I en række tilfælde havde elektrikeren ikke trukket de nødvendige styrekabler mellem boksen og varmepumpen eller undladt at forberede til fjernstyring. Derfor var et ekstra besøg nødvendigt. Det viste sig dog, at denne opsætning ikke i alle tilfælde var helt enkelt.

Det var ArosTeknik, der var rundt ved disse varmepumper. Erfaringen med nogle af fabrikanter er beskrevet i de følgende afsnit.

9.1 Vølund / NIBE

For Vølund (NIBE) var tilkoblingen til EVU relativt enkelt. Der var dog enkelte gamle udgaver som ikke var monteret med EVU-indgang. På de nyere modeller var det i orden. Der blev løbende forbedret på styringerne således, at det blev muligt at indlægge ugeplaner i varmepumpens egen styring. Desuden blev det muligt at blokere både kompressor og elpatron samtidig. Der er dog stadig en prioritering af varmt brugsvand. I perioden med aktiv fjernstyring, er der oplevet flere fejl, hvor nogle af varmepumperne er startet alligevel, men det forventes at de nyeste opdateringer råder bod på dette.

Der er mulighed for at blokere for brug af elpatronen, men der er en problematik omkring legionella: Ca. hvert 14. dag vil varmepumpen hæve brugsvandstemperaturen til omkring 60°C, hvilket kræver, at elpatronen giver det sidst løft af temperaturen. Hvis elpatronen blokeres gennemføres denne "legionella-gymnastik" ikke.

For at give et eksempel på hvordan en enkelt af de nuværende varmepumper på det danske marked kan styres, er følgende gengivet fra Vølunds brugermanual for modellen NIBE F1245:

"SG Ready: Denne funktion kan kun benyttes i elnet, der understøtter "SG Ready"-standarden (Tyskland). Her foretager du indstillinger for funktionen "SG Ready".



"Påvirk rumtemperatur": Her vælges, om rumtemperaturen må påvirkes ved aktivering af "SG Ready". Ved lavprisindstilling på "SG Ready" øges parallelforskydningen for indetemperaturen med "+1". Hvis der er installeret og aktiveret en rumføler, øges i stedet den ønskede rumtemperatur med 1 °C.

"Påvirk varmtvand": Her vælges, om varmtvandstemperaturen må påvirkes ved aktivering af "SG Ready". Ved lavprisindstilling på "SG Ready" sættes stoptemperaturen på varmtvandet så højt som muligt ved kun kompressordrift (el-patron tillades ikke). Ved overkapacitetsindstilling på "SG Ready" sættes varmtvandet i "Luksus" (el-patron tillades).

Fra NIBEs installatørhåndbog beskrives følgende:

"SG Ready" er en smart form for tariffstyring, hvor din el-leverandør kan påvirke inde-, varmtvands og/ eller pooltemperaturen (hvor relevant) eller ganske enkelt blokere tilskudsvarmen og/eller kompressoren på visse tidspunkter af døgnet.

- *Blokering (A: Sluttet, B: Åben) "SG Ready" er aktiv. Kompressoren i varmepumpen og tilskudsvarme blokeres som dagens tariffblokering.*
- *Normalindstilling (A: Åben, B: Åben) "SG Ready" er ikke aktiv. Ingen påvirkning af systemet.*
- *Lavprisindstilling (A: Åben, B: Sluttet) "SG Ready" er aktiv. Systemet fokuserer på omkostningsbesparelse og kan f.eks. udnytte en lav tarif fra el-leverandøren eller overkapacitet fra eventuel egen strømkilde.*
- *Overkapacitetsindstilling (A: Sluttet, B: Sluttet) "SG Ready" er aktiv. Systemet får tilladelse til at køre med fuld kapacitet ved overkapacitet hos el-leverandøren.*
- *Kontakt for ekstern blokering af varme. Hvis der anvendes ekstern blokering af varme, kan denne tilsluttes på klemrække X2. Varmedriften kobles fra ved at slutte en potentialfri kontaktfunktion til den indgang, der vælges i menu 5.4. Sluttet kontakt medfører blokeret varmedrift.*

9.2 Danfoss

Varmepumperne fra Danfoss er også lette at koble på EVU-indgangen. Ved blokering af driften er der mulighed for at indstille en forsinkelse af opvarmningen når blokeringen af EVU-

indgangen stopper. Det betyder at forsinkelsen skal indstilles, så det ikke er elpatronen der tager over, men det bliver kompressoren der står for at hæve temperaturen igen. Det er muligt at indstille gradminutter. For eksempel kan man indstille grænsen til 90 gradminutter, dvs. at hvis rumtemperaturen er sænket med 3°C så vil kompressoren arbejde i 30 minutter med at hæve temperaturen til det ønskede niveau inden elpatronen sætter ind.

Med tilbehøret Danfoss OnLine kan der via en hvilken som helst internetopkoblet computer fjernstyres og overvåges et varmepumpesystem. Programmet muliggør kommunikation mellem varmepumpesystemet og computeren i realtid. Er beboerne bortrejst, kan de for eksempel sænke indendørstemperaturen i løbet af denne periode og hæve den igen lige inden hjemkomsten. Forskellige historiske værdier kan gemmes i en database og herfra er det muligt at få vist et resumé i diagramform.

Danfoss OnLine kan sende en alarm via SMS eller e-mail, hvis der opstår en fejl. Programmet giver også mulighed for at fjernudføre visse former for servicearbejde. Værdier, der kan overvåges og styres, er:

- Rumtemperatur
- Udendørstemperatur
- Varmtvandstemperatur
- Driftsstatus
- Driftstider

9.3 Bosch

Varmepumperne fra Bosch/IVT er også blevet forbedret i løbet af de år som projektet har forløbet i. ArosTeknik oplevede at gamle modeller ikke var klar til EVU-styring, men at de nyeste modeller har mulighed for styring.

Bosch har en smartphone-applikation til styring og overvågning af deres varmepumper. Dette gælder varianterne Compress 6000 serien og Compress AWO.

Det er muligt både at fjernstyre luft/vand-varmepumper og jordvarmepumper. Varmepumpen regulerer sig selv, men komfortniveauet styres af smartphonen. Der kan bla. indstilles:

- Rumtemperatur i °C - tilgængelig, hvis rumsensor er installeret
- Rumtemperatur efter skala, hvis rumsensor ikke er installeret
- Varmtvandstemperatur
- Ekstra varmt vand (on/off)
- Feriefunktion (on/off)
- Klokkeslæt-program
- Temperaturniveau for klokkeslæt-program

App'en er tilgængelig til både Android og iPhone, men fungerer kun med en Bosch ProControl Gateway som opsættes af installatøren.

9.4 IVT

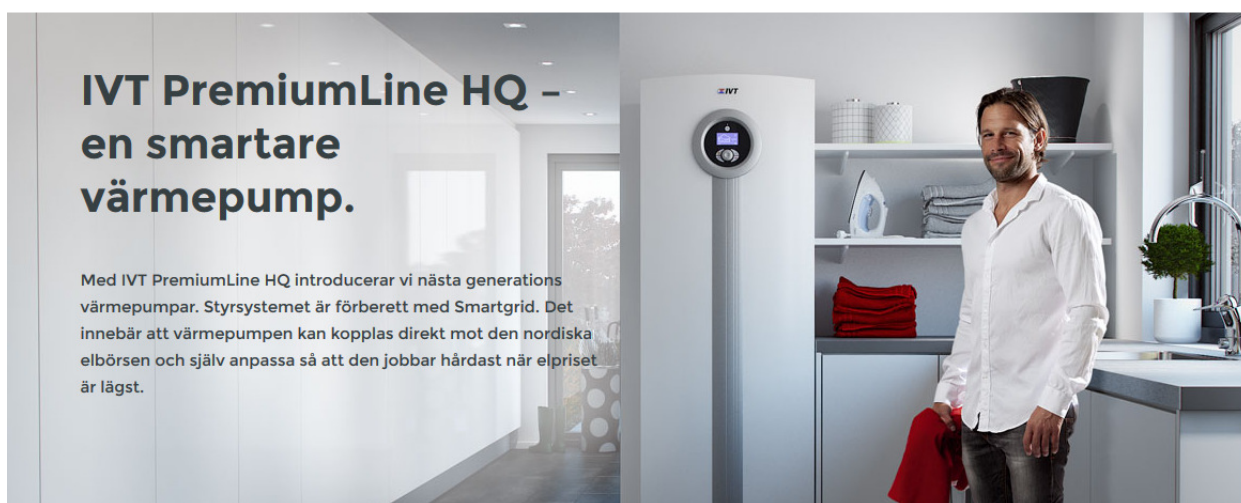
IVT Anywhere er et software som tillader direkte betjening af varmepumpen via smartphone. Alle styrefunktioner er indbygget i applikationen.

For eksempel kan temperaturen for varme og varmt vand reguleres.

Feriefunktionen indebærer at varmepumpen holder en temperatur på 15 °C når huset står tomt, og øger automatisk varmen afpasset til hjemkomst.

Ingen data lagres centralt. Al information findes i stedet i brugerens kommunikationsenhed. Datatrafikken mellem smartphone og kommunikationsenheden er forsøgt minimeret. Fjernstyringssystemet består af en gateway (kommunikationsenhed) og en applikation til smartphone.

Kommunikationsenheden kobles til varmepumpen og tilsluttes via et internetkabel. Systemet er tilpasset IVT varmepumper med Rego 1000. Denne styring sidder indbygget i IVT Greenline HE og IVT PremiumLine A.



Figur 12: Eksempel på annonce fra IVT-varmepumper.

IVT skriver i en pressemeddelelse fra 2013:

” Undersøgelser fra det svenske Elforsk viser, at et almindeligt hus kan spare mellem 500-2000 Skr. årligt med Smart Grid installeret. - Det afhænger selvfølgelig af, hvad mønster, de har i deres familie. Men dette er noget, du ikke ønsker at være uden, siger Styrbjörn Drugge, markedschef for IVT og fortsætter:

- Og udover at kunder kan spare penge, er der også socioøkonomiske fordelene ved Smart Grid. Det er i el-leverandørernes interesse at sprede elforbruget over dagen.

Hvis du vil udnytte Smart Grid skal varmesystemet suppleres med IVT Anywhere, og et abonnement (som kan hentes som en app til Android og iPhone), som koster 39 Skr. om året.”

9.5 Andre om Smart Grid Ready varmepumper

I rapporten : ”Forretningskoncept for udfasning af oliefyr med særlig fokus på fjernvarmeverker som leverandører af varme i Område IV” Udarbejdet af EXERGI Partners, Brædstrup Fjernvarme og Insero Energi for Energistyrelsen Februar 2014, er beskrevet det nuværende stade for overvågning og smartgrid ready varmepumper.

”Ingen af de undersøgte varmepumpeproducenter leverer på nuværende tidspunkt en central

serverløsning, der kan tilgås af 3-partsudstyr eller tilbyder et åbent API, således at M2M fjernoptimering og -overvågning af varmepumpedriften kan tilvejebringes. Ingen af de undersøgte producenter tilbyder målinger af produceret varme eller optaget elforbrug. Dette kan dog relativt let påmonteres på fabrik og gøres tilgængeligt online via IT udstyr fra eksempelvis Develco, North Q, Green Wave Reality eller et udstyr som blev udviklet ifm. Energinet.dk's projekt (StyrDinVarmepumpe.dk red.).

Flere aktører har dog meddelt, at de selvsagt vil levere kundespecifikke versioner med bl.a. monterede måler, hvis kunden ønsker dette i forbindelse med en ordre af rimelig størrelse. Man må formode, at hvis der viser sig et marked for central fjernoptimering af varmepumpe-drift, så vil det være muligt for en overvejende del af varmepumpe-producenterne at udvikle en sådan styring med udgangspunkt i de nuværende online-styringssystemer."

"En mindre del af varmepumpeproducenterne tilbyder servicering ved at serviceudbyderen og/eller installatøren via PC manuelt kan tilgå varmepumpen online. Her kan vedkommende aflæse diverse overvågningsparametre og genindstille varmepumpens styring ud fra disse."