



Demonstrationsprojekt for gashybridvarme-
pumper, task 2

Undersøgelse af perspektiver ift. Smart Grid



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Titel:

Undersøgelse af perspektiver ift. Smart Grid

Udarbejdet for:

Energistyrelsen
Amaliegade 44
1256 København K

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersens vej 2
2630 Taastrup
Køle- og Varmepumpeteknik

December 2013

Forfatter: Mads Junker

1. Indhold

2.	Forord.....	4
2.1.	Beskrivelse af gashybridvarmepumper og funktionsprincip.....	4
2.2.	Eldrevne varmepumper	6
2.3.	Varmepumper, naturgas og vedvarende energi i energisystemet	7
3.	Indledning	8
4.	Vedvarende energi og fremtidens elproduktion.....	8
5.	Elproduktion i form af vindkraft og samspillet med det internationale elmarked.....	8
6.	Hvorfor Smart Grid?	9
7.	Fleksibilitet i forhold til elnettet ved udskiftning af eksisterende gaskedler med eldrevne gashybridvarmepumper.....	10
8.	I hvilken grad er varmepumper og gaskedler Smart Grid Ready?	11
	Varmepumper	11
	Samspil mellem varmepumper og gaskedler	12
9.	Perspektiver i forhold til indirekte og direkte kontrol af gashybridvarmepumper	13

2. Forord

Nærværende dokument er det andet i rækken af i alt fire dokumenter udarbejdet som en del af det indledende arbejde med Energistyrelsens demonstrationsprojekt med titlen "Implementering af gashybridvarmepumper", der blev igangsat september 2013. Dokumentrækken har til formål at belyse perspektiverne i og anvendelsen af nye typer af varmepumper i Danmark som led i opnåelsen af målsætningerne om bl.a. udfasning af fossilt brændsel til boligopvarmning som det fremgår af regeringens seneste energipolitiske aftale "Vores Energi" fra 2012.

De fire omtalte dokumenter belyser væsentlige aspekter af gashybridvarmepumpeteknologien og omhandler følgende temaer og tasks:

- Task 1: Beskrivelse af gashybridvarmepumpe-teknologier og implementeringsmuligheder
- Task 2: Undersøgelse af perspektiver ift. Smart Grid
- Task 3: Understøttelse af udfasningen af fossilt brændsel
- Task 4: Udenlandske erfaringer

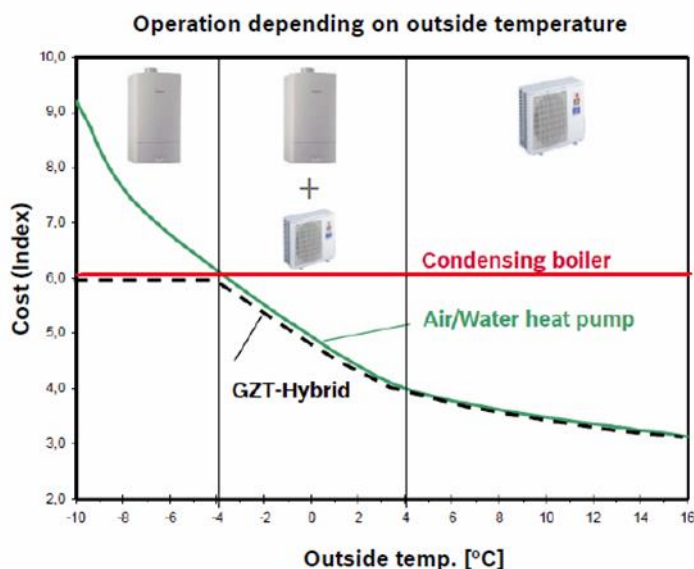
I omtalte demonstrationsprojekt er der endvidere planlagt feltmålinger på forskellige typer og fabrikater af gashybridvarmepumper. Samlet er det målsætningen at dette demonstrationsprojekt vil danne grundlag for anbefaling, strategi og implementering af gashybridvarmepumper i Danmark som kontekst til den energipolitiske målsætning som fremgår af Vores Energi 2012.

2.1. Beskrivelse af gashybridvarmepumper og funktionsprincip

Gashybridvarmepumper dækker over en fælles betegnelse af forskellige former for kombinerede gaskedler og varmepumper, samt varmepumper med termisk (gas) drevne kredsprocesser. I demonstrationsprojektet "Implementering af gashybridvarmepumper" indgår i alt 4 forskellige typer af gashybridvarmepumper:

1. Elektrisk varmepumpe og gaskedel i en integreret enhed

Denne type gashybridvarmepumpe er opbygget som en integreret enhed med både luft/vand eller væske/vand varmepumpe og gaskedel. Disse enheder kan både levere varme til rumopvarmning og varmt brugsvand, men det vil typisk være gaskedelen der producerer varmt brugsvand. Rationalet bag denne sammenbygning er ønsket om minimering af energiomkostninger (se Figur 1), da varmepumper typisk leverer billigere varme ved højere udetemperaturer (f.eks. > -4°C), mens gaskedler leverer billigere varme ved lavere udetemperaturer (f.eks. < -4 °C). Helt centralt i denne teknologi er styringen af driften mellem gaskedel og varmepumpe. Denne styring kan være optimeret til enten at minimere omkostninger til varme ud fra kendte el- og gaspriser, eller minimering af CO₂ udledning. Typisk vil varmepumpedelen levere 50-70% af varmebehovet.



Figur 1 Indekseret varmomkostning som funktion af udetemperatur; **Rød kurve** indikerer omkostningen ved opvarmning med gaskedel alene, **grøn kurve** ved opvarmning med varmepumpe alene, og **stiplet/sort kurve** ved kombination af gaskedel og varmepumpe. Her illustreret ved et omslagspunkt ved $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Elektrisk varmepumper som enhed til efterinstallation på en eksisterende gaskedelinstallation

Betegnes i denne sammenhæng også som "add-on varmepumpe". Er i princippet og funktionsmåde det samme som type nr. 1, dog med den forskel at varmepumpen i dette tilfælde forudsættes eftermonteret. Dette kan i visse tilfælde give styringsmæssige udfordringer i tilfælde af producent-specifikke eller proprietære styringer der ikke er kompatible med det eksisterende varmesystem (gaskedel).

3. Gasadsorptionsvarmepumpe (Zeolitvarmepumpe)

Denne type varmepumpe er kendetegnet ved at producere varme vha. en termisk drevet kredsproces (forbrænding af gas eller solvarme) med vand som kølemiddel, der fordampes eller kondenserer i forbindelse med mineralet zeolit – deraf navnet "zeolitvarmepumpe". Anvender kun i begrænset omfang el til styring og drift af cirkulationspumpe(r). Har typisk en nyttevirkning $\eta = 135\text{-}140\%$, ved afbrænding af gas.

Adsorptionsvarmepumper/zeolitvarmepumper er ofte mindre og bedre egnet til enfamiliehuse end absorptionsvarmepumper, der synes at være bedre egnet til den kommercielle sektor.

4. Gasabsorptionsvarmepumpe

Denne type varmepumpe er kendetegnet ved at producere varme vha. en termisk drevet kredsproces (forbrænding af gas eller via direkte eller indirekte solvarme) med et kølemiddel bestående af en ammoniak/vand-blanding. Anvender kun i begrænset omfang el til styring og drift af cirkulationspumpe(r). Har typisk en nyttevirkning $\eta = 130\text{-}135\%$, ved afbrænding af gas.

Fælles for alle fire typer af gashybridvarmepumper er, at de kan kombineres med solvarme eller andre VE-kilder. For en mere detaljeret gennemgang henvises til "Task 1: Beskrivelse af gashybridvarmepumpe-teknologier og implementeringsmuligheder"

2.2. Eldrevne varmepumper

I forbindelse med analysen af varmepumpernes mulighed for at indgå i et fleksibelt energisystem er der en række tekniske forhold, som er nødvendige at have med i overvejelserne.

F.eks. vil en varmepumpes ydelse og effektivitet falde med faldende udetemperatur (eller mere rigtigt med faldende temperatur på "varmekilden"). Dette er et vigtigt forhold, som yderligere kompliceres af, at selve kompressoren i varmepumpen typisk vil optage mindre el effekt ved faldende varmekildetemperatur men da varmepumpens ydelse tilsvarende falder, og faktisk reduceres mere end faldet i optaget el effekt, så bliver det samlede resultat en faldende ydelse og effektivitet.

Størrelsen af faldet i ydelse og effektivitet afhænger af flere forhold, bl.a. har kompressortypen stor indflydelse på dette fænomen, ligesom systemets generelle design har betydning. En tommelfingerregel siger, at det som udgangspunkt må forventes, at varmepumpen taber 2-5% af sin ydelse for hver grad udetemperaturen falder, og samtidig vil anlæggets effektivitet falde tilsvarende. Dette betyder, at der skal en endnu højere grad af tilskudsvarme til, efterhånden som det bliver koldere udenfor. Da denne tilskudsvarme hovedsagligt er baseret på el (elvarmelegeme i beholderen) vil en større udbredelse af varmepumper i områder med et i forvejen højt belastet elnet blive yderligere belastet i perioder af fyringssæsonen. Omvendt findes der varmepumper helt uden elvarmelegeme, hvor varmepumpen har mulighed for "kapacitetsregulering" ved hjælp af en frekvensomformer. Dette er de såkaldte "inverteranlæg" som har mulighed for at køre kompressoren op til et højere omdrejningstal, når varmebehovet overstiger det, som varmepumpen i den givne driftstilstand kan klare ved nominelt omdrejningstal.

De kapacitetsregulerede varmepumper har således en helt enestående mulighed for at spille med i et fleksibelt energisystem, hvor varmepumpen vil kunne indgå aktivt i op- og nedregulering i nettet, ligesom varmepumpens effektivitet ved højere omdrejningstal langt overstiger elpatronens effektivitet (som mere eller mindre fast er lig 100%). Når der til gengæld er behov for mindre varme i bygningen eller alternativt er en stor belastning på nettet, så man ønsker at nedregulere varmepumpens omdrejningstal og dermed effektoptag, så kan dette gøres relativt effektivt ved hjælp af kapacitetsreguleringen, og i hvert fald betydeligt mere effektivt, end hvis der var tale om en egentlig off periode for varmepumpen, hvor der efterfølgende skal kompenseres for den manglende varmelevering ved at lade varmepumpen køre videre i en længere periode.

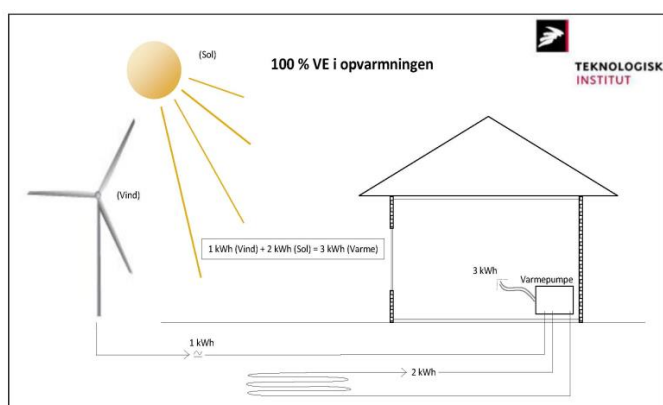
De gasdrevne varmepumpers afhængighed af udetemperaturen (eller varmekildetemperaturen) er grundlæggende lidt mindre, bl.a. fordi deres bidrag fra varmekilden er betydeligt mindre end det gælder for de mere effektive eldrevne varmepumper.

2.3. Varmepumper, naturgas og vedvarende energi i energisystemet

Når en større del af vores el i fremtiden produceres fra vindmøller, og udbredelsen af varmepumper stiger vil Danmarks elnet blive udfordret på en helt ny måde – behovet for fleksibilitet vil stige markant. Fremtidens energisystem skal i højere grad være baseret på SmartEnergy tilgangen, både fordi elnettet alene ikke vil kunne klare de potentielle fluktuationer i systemet og fordi vi helt oplagt har et energisystem, som kan spille sammen – her tænkes på elnet, fjernvarmenettet og gasnettet og forskellige kombinationer med VE energikilder som kan lagres (f.eks. biomasse eller biogas). Varmepumper, som udover "ren" eldrift også kan drives af gas (f.eks. naturgas) synes rigtig interessante i denne sammenhæng, både fordi det på den lange bane vil være muligt at gøre varmepumperne 100% VE drevne (hvis gassen som anvendes som drivenergi er baseret på biogas) og fordi de i den mellemliggende periode både vil kunne bidrage positivt til den samlede VE udbygning og samtidig indgå som en vigtig kilde til opretholdelse af et gasnet, som i fremtiden kan tænkes anvendt til andre former for gas end naturgas. Den eldrevne varmepumpe er i dag hovedsagligt baseret på VE, da hovedparten af den varme, som varmepumpen leverer hentes fra omgivelserne, og således er solenergi lagret i jord, luft eller vand. Når en større og større del af vores vind samtidig produceres fra vindmøller og dermed er vedvarende energi, så bliver den samlede andel af den leverede varme også i højere grad baseret på VE.

Hybridvarmepumper, som både kan drives af el og af gas synes at kunne udgøre en meget vigtig brik i spillet omkring vores fremtidige energiforsyning, og for den enkelte forbruger synes der også at være en række fordele, og ikke kun af økonomisk karakter. F.eks. vil en gashybridvarmepumpe umiddelbart kunne levere en væsentlig højere effekt i kolde perioder, fordi en direkte afbrænding af gas vil sikre en væsentligt højere ydelse end den eldrevne varmepumpe kan levere. Dette vil garantere forbrugeren en højere grad af komfort, uden at det belaster elnettet uforholdsmæssigt meget i kolde perioder, og samtidig vil det være muligt at styre anlægget f.eks. efter prissignaler (både el og gas) eller alternativt højeste komfort, hvis kunden ønsker dette. Den eldrevne varmepumpe vil som udgangspunkt tabe 2-5% af sin ydelse for hver grad udetemperaturen falder, og samtidig vil anlæggets effektivitet falde tilsvarende – hvilket igen betyder, at der skal en endnu højere grad af tilskudsvarme til, efterhånden som det bliver koldere uden for. Denne tilskudsvarme er i dag hovedsagligt baseret på el (elvarmelegeme i beholderen) og derfor vil en større udbredelse af varmepumper i områder med et i forvejen højt belastet elnet blive yderligere belastet i perioder af fyringssæsonen.

Ovennævnte udstiller en række klare fordele ved at kombinere gas- og eldrift i varmepumper, og fremtidens mange muligheder for at udrulle yderligere VE kilder i energisystemet bliver yderligere forstærket af, at gashybridvarmepumpen (principielt) kan drives af andre gasformer end naturgas – f.eks. biogas, som giver et yderligere stort VE bidrag.



Figur 2: 100% VE drevet (el)varmepumpe

3. Indledning

I det følgende vil undersøges perspektiverne med gashybridvarmepumper i Smart Grid sammenhæng. Dette set i forhold til stabilisering og aflastning af elnettet med Smart Grid gashybridvarmepumpeløsninger.

4. Vedvarende energi og fremtidens elproduktion

Regeringen har sat som en energipolitisk milepæl, at 50 % af det traditionelle elforbrug skal være dækket af vind i 2020¹. Samtidig peger fremskrivninger på, at 70 % af den samlede elproduktion vil komme fra VE i 2020². I den forbindelse er det nødvendigt med en øget fleksibilitet på elnettet for at sikre en fortsat høj forsyningssikkerhed i de kommende år³.

5. Elproduktion i form af vindkraft og samspillet med det internationale elmarked

I perioder med stor vindproduktion, og manglende kapacitet på udlandsforbindelserne, kan der opstå overproduktion af el på det danske marked med nulpriser eller negative priser som konsekvens. Vindproduktionen kan kun reguleres ned for at begrænse overproduktionen, hvilket kun er sket få gange i løbet af de sidste år⁴. På grund af manglende reguleringssevne på centrale og decentrale elværker er det ikke muligt, at regulere elproduktionen i realtid, hvorfor overproduktion ikke kan undgås uden at kompromittere stabiliteten af elnettet. I perioder med overproduktion eksporteres en del af produktionen til udlandet. På trods af en lavere pris i Danmark end i det importerende land ved overproduktion, er der dog ikke tale om, at vi forærer overskudsproduktionen væk. Det importerende land køber el til markedspris, og differencen mellem købs og salgspris tilfalder ejeren af elforbindelsen mellem landene⁴. Dette er i Danmarks tilfælde Energi-

¹ http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klimatekologisk-institut-regeringens-klimatekologisk-institut-vores-energi/vores-energi-web_0.pdf side 5.

² http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/side/energipolitisk_redegoerelse_2013-1.pdf side 5.

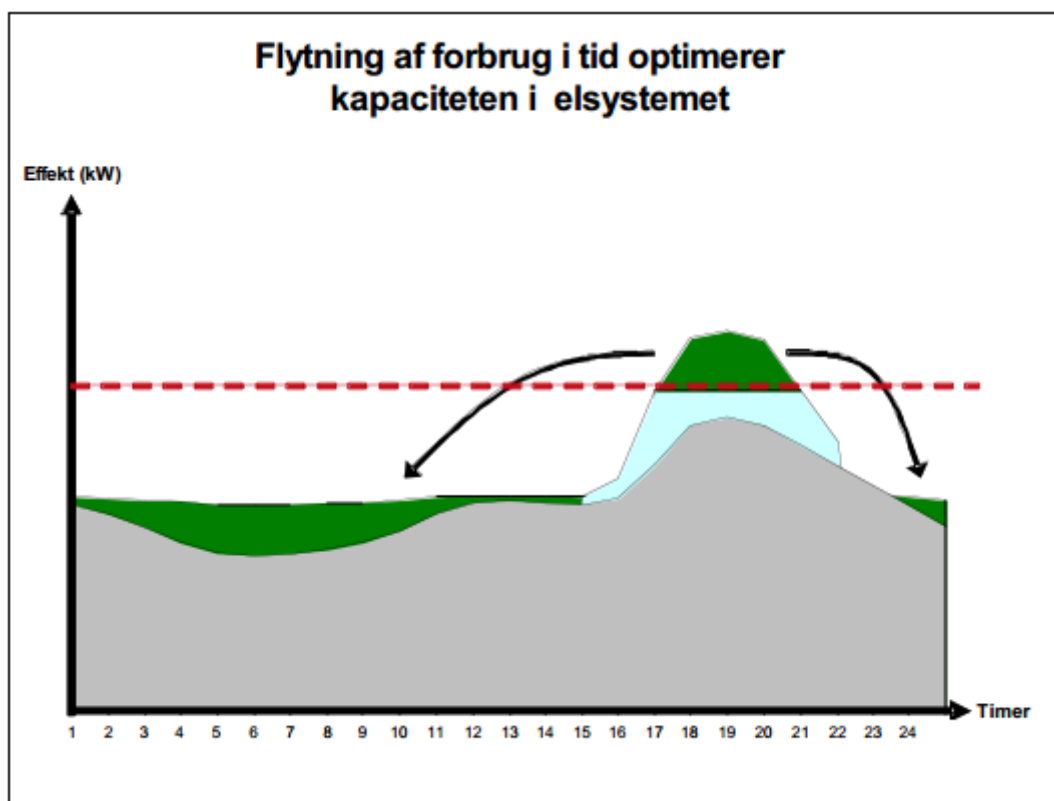
³ http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/side/energipolitisk_redegoerelse_2013-1.pdf side 6.

⁴ Notat Vindkraft og eloverløb, Energistyrelsen 2011, J.nr. 3401/1001-2921

net.dk, som er statsejet. Pengene kommer danskerne til gode i form af udbygning af el nettet, en udgift der ellers ville blive pålagt forbrugerne.

Ved import af elektricitet fra udlandet køber de danske netselskaber ligeledes elektricitet på markedsvilkår. Handlen foregår typisk gennem Nord Pool Spot⁵, hvor el handles både til dagspriser på Elspot markedet og til timepriser på Elbas markedet. Da handlen er baseret på elpriser, er det ikke direkte muligt at vælge at aftage VE. Dog vil elpriserne typisk være lavere når der er overproduktion, hvilket typisk vil være ved stor vind- og sol produktion af el. Hvad angår vandkraft fra Norge, så er denne form for VE af mere permanent karakter, og er dermed væsentlig nemmere at forudsige end VE fra solceller. Andelen af VE fra vandkraft er derfor kendt, og det er derfor muligt at vælge at aftage elektricitet med en kendt procentdel af VE fra vand.

6. Hvorfor Smart Grid?



Figur 3 - Elforbrug over døgnet 24 timer⁶

Formålet med Smart Grid er, at udjævne elforbruget således at perioder med under- eller overkapacitet undgås. På Figur 3 ses det nuværende elforbrug (grå). Elnettet er traditionelt dimensioneret efter det tidspunkt hvor forbruget er størst. For at undgå store investeringer i kabler til infrastruktur, og for at kunne benytte elektriciteten fra vedvarende energi når den produceres, vil det være nødvendigt med "peak shaping", der flytter en del af elforbruget fra kogespidsen hvor både det nuværende og forventede elforbrug er

⁵ Nord Pool Spot er den børs hvor el handles mellem de nordiske markeder

⁶<http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Forskning/DK%20Hovedrapport%20Smart%20Grid%20Netv%C3%A6rket.pdf> side 3

størst til tidspunkter, hvor der historisk set vil være overkapacitet på elnettet⁶. Det øgede elforbrug forventes at komme fra bl.a. varmepumper og opladning af elbiler.

7. Flexibilitet i forhold til elnettet ved udskiftning af eksisterende gaskedler med eldrevne gashybridvarmepumper

Der er i Danmark ca. 400.000 boliger som opvarmes med naturgas fra det danske naturgasnet⁷. Ved at kombinere enten eksisterende eller nye gaskedler med elvarmepumper er der mulighed for at tilføre elnettet en øget fleksibilitet, da varmepumpedelen vil kunne ind- og udkobles alt efter den mængde el der aktuelt produceres, og vil derfor kunne blive et aktiv i forhold til "peak shaping".

I nedenstående beregninger tages der udgangspunkt i et gennemsnitligt dansk eksisterende parcelhus⁸ på 140 m² med et årligt varmebehov på 16,8 MWh og et spidsbelastningsniveau på 7 kW. Der forudsættes, at der opsættes gas-hybrid varmepumper med en eldrevne varmepumpe kombineret med en gaskedel. Fyringssæsonen antages at være fra 1. oktober til 30. april (212 dage).

Ved en gennemsnitlig SCOP (Seasonal COP) på 3 for varmepumpedelen er det gennemsnitlige elbehov på 440,25 MW og et spidsbelastningsbehov på 933,33 MW på for alle 400.000 husstande i fyringssæsonen. Denne effekt vil ved implementering af gashybridvarmepumper kunne ind- og udkobles på elnettet uden at kunden skal gå på kompromis med komforten.

Den gennemsnitlige effekt til opvarmning af de 400.000 parcelhuse beregnes:

$$P_{\text{gennemsnit i fyringssæsonen 400.000 boliger}} = \frac{400.000 \text{ boliger} \times 16,8 \text{ MWh}}{5.088 \frac{\text{timer}}{\text{år}}} = 1.320,8 \text{ MW}$$

Ved en SCOP på 3 reduceres den gennemsnitlige effekt til opvarmning ved brug af den eldrevne varmepumpe i alle 400.000 parcelhuse:

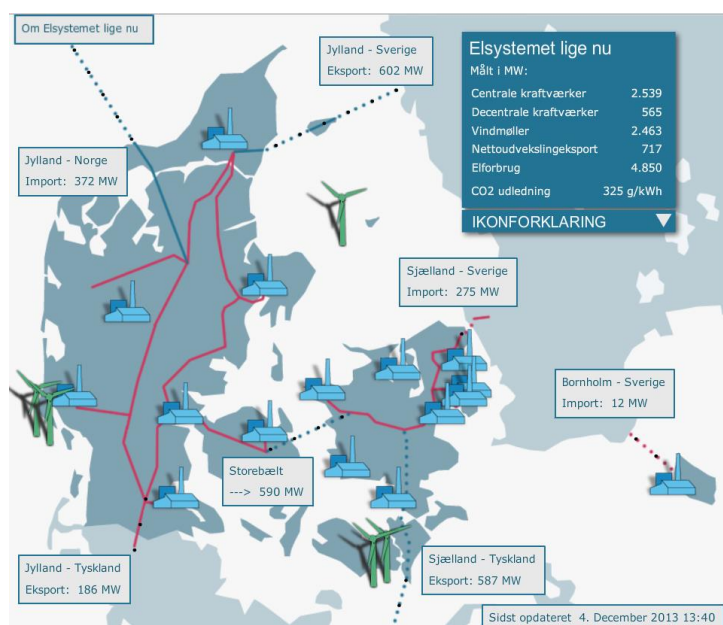
$$P_{\text{gennemsnit for el i fyringssæsonen til 400.000 boliger}} = \frac{1.320,8 \text{ MW}}{3} = 440,25 \text{ MW}$$

Ved en SCOP på 3 kan det ligeledes beregnes hvad spidsbelastningseffekten er for alle de eldrevne varmepumper i de 400.000 parcelhuse.

$$P_{\text{spidsbelastning 400.000 boliger}} = \frac{400.000 \text{ boliger} \times 7 \text{ kW}}{3} = 933,33 \text{ MW}$$

⁷ Energistyrelsens årsstatistik

⁸ Teknologikatalog for individuel opvarmning 2013, side 11



Figur 4 - Øjebliksbillede over det danske elnet

Jf. Energistyrelsen var den danske elkapacitet i 2012 på 14.166 MW⁹, og den fleksibilitet som det vil tilføje det samlede elnet, at kunne ind- og udkoble 400.000 varmepumper vil derfor i gennemsnit kun antage ca. 3,11 % eller i spidsbelastning 6,59 % af den samlede kapacitet i fyringssæsonen.

Det faktiske elforbrug i Danmark¹⁰ var i 2012 på 112.119 PJ, svarende til i gennemsnit 3.555,27 MW ved en jævn belastning fordelt over årets 365 dage. Med udgangspunkt i det gennemsnitlige faktiske forbrug i 2012 vil gas-hybrid varmepumper kunne tilføre en fleksibilitet på i gennemsnit 12,38 % eller i spidsbelastningssituationer 26,25 % i fyringssæsonen.

Beregning af gennemsnitligt elforbrug i Danmark for 2012:

$$P_{\text{gennemsnit faktisk forbrug 2012}} = \frac{112.119 \text{ PJ}}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 3.555,27 \text{ MW}$$

Selvom elforbruget i fyringssæsonen typisk vil være højere end årsgennemsnittet, giver ovenstående beregninger et billede af, at der er perspektiver i at kunne styre driften af gas-hybrid varmepumper, da de kan være med til at aflaste elnettet.

8. I hvilken grad er varmepumper og gaskedler Smart Grid Ready?

Varmepumper

I forbindelse med DREAM projektet¹¹ blev det undersøgt hvilke producenter af varmepumper til det danske marked som kan betegnes som "Smart Grid Ready". Producenterne blev målt på forskellige parametre i forhold til ekstern styring af varmepumperne i form af direkte prissignal, forskellige kommunikationsinterfaces, analog styring eller sty-

⁹ <http://www.ens.dk/info/tal-kort/statistik-nogleletal/nogleletal/danske-nogleletal>

¹⁰ Energistatistik 2012, Energistyrelsen

¹¹ Forundersøgelse vedrørende Smart Grid Ready husstandsvarmepumper til DREAM projektet, Olesen 2013

ring via potentialefri kontakter. Ud af de ni producenter som deltog i undersøgelsen blev fire af producenternes varmepumper vurderet til at kunne benyttes i et Smart Grid system uden ændringer eller med ukomplicerede eksterne styresystemer. Fire blev vurderet til, at kunne benyttes i et Smart Grid system efter en del ændringer, og en enkelt producents produkter vurderedes ikke at kunne bruges.

Nogle af varmepumperne kan styres af et prissignal via producentens lukkede system, og nogle kan sættes til at hente en datafil ned dagligt med elpriser via Nord Pool Spot¹². Ligeledes er flere af varmepumperne Smart Grid Ready således, at varmepumpen kan styres via 2 bit, hvilket giver 4 kombinationsmuligheder for ekstern kommunikation via en ekstern styreboks. Dette er dog ikke en defineret i en standard.

Den mest optimale styringsform i forhold til aflastning af el nettet, og som ikke vil kræve eksterne enheder vil være at definere en fælles protokol til styring via internettet, da dette ikke vil medføre ekstra omkostninger i form af eksterne komponenter. Samtidig vil denne løsning ligeledes give mulighed for at styre væsentlig flere parametre end de fire som er mulige efter den tyske standard. Muligheden for at tilpasse varmepumpens drift efter prisdata fra Nord Pool Spot vurderes at være til økonomisk gavn for varmepumpeejeren i tilfælde af at denne er timeafregnet af elselskabet, men denne styringsform vurderes at være af ringe værdi for driften af det samlede elnet, med mindre priserne hentes ned med væsentlig kortere intervaller således, at varmepumperne kan indkobles ved stor produktion af f.eks. solenergi på en vindstille dag og udkobles hvis det bliver overskyet.

Ovenstående form for styring er væsentlig mere avanceret end det er tilfældet for nogle af de varmepumper der allerede findes på markedet. Disse varmepumper henter informationer fra Nord Pool Spot med 24-timers intervaller.

Det kan konkluderes, at det i nogen grad er muligt at implementere Smart Grid til varmepumper allerede på nuværende tidspunkt hvis man vælger den løsning hvor varmepumpen styres via 2 bit, men at denne er forholdsvis begrænset i forhold til de muligheder denne giver for styring. Man bør derfor i stedet blive enige om en standard for direkte realtime styring via internettet. I den forbindelse er det vigtigt at bemærke, at en alt for hyppig ind- og udkobling af den elektriske varmepumpe i gas-hybrid varmepumpeløsningen kan slide på varmepumpen og derved nedsætte dennes forventede levetid.

En regulering af varmepumpen baseret på et prissignal en fordel for netdistributøren, da denne kan få afsat elektricitet ved overproduktion og begrænse forbruget af elektricitet i spidsbelastningssituationer. Samtidig er det en fordel for forbrugeren, da denne vil forbruge den form for energi, elektricitet eller gas, der er billigst på det aktuelle tidspunkt.

Samspil mellem varmepumper og gaskedler

Der findes på nuværende tidspunkt allerede kombinerede varmepumpe og gaskedel løsninger på det danske marked. Både Bosch¹³ og Vaillant¹⁴ har løsninger, som kombinerer

¹² Nord Pool Spot er den børs hvor el handles mellem de nordiske markeder

¹³ <http://catalog.bosch-product.com/Bosch/TT/TTBrochurer/CompressHybrid5000AWS/>

¹⁴ http://www.building-supply.dk/announcement/view/27813/nyhed_hybridvarmepumpe_til_gaskedlen#.Up3cF8TuLIE

en eldrevet varmepumpe (brine/vand eller luft/vand) med en kondenserende gaskedel. For begge producenters løsninger gælder det, at varmepumpen umiddelbart kun kan kombineres med en gaskedel fra producenten selv, og at denne skal være af nyere dato. Dog arbejder Bosch på at udvikle deres løsning således, at den kan kombineres med en hvilken som helst Bosch gaskedel. MHG har et produkt som kan kombinere en varmepumpe med et gasfyr uanset gasfyrets fabrikat. Da der er tale om et marked og en teknologi i udvikling, vil vi formentlig se flere produkter i de kommende år.

Komplikationerne omkring sammenkobling af en eldrevne varmepumpe med en eksisterende gaskedel er formentlig en konsekvens af, at gaskedlen skal være forberedt for ekstern styring, og her har producenterne ligesom i tilfældet med varmepumperne hver deres måde at gøre dette på. Det vil derfor være en fordel, hvis man når man bliver enige om en standard for styring af varmepumper via Smart Grid også inkluderer styringen af gaskedler, da dette vil øge mulighederne for kombination af varmepumper og gaskedler af forskelligt fabrikat samt simplificere installationen.

9. Perspektiver i forhold til indirekte og direkte kontrol af gashybridvarmepumper

Gashybridvarmepumpernes drift kan enten kontrolleres direkte således, at der ved en overproduktion af el gives signal til, at den eldrevne varmepumpe skal aktiveres, og at gaskedlen skal inaktiveres. Ligeledes kan der gives signal til, at der er for lille produktion af el, hvorefter gaskedlen overtager driften. På nuværende tidspunkt er gas-hybrid varmepumperne fra Bosch ikke forberedt for ekstern styring. De kan udelukkende reguleres ud fra tre indstillinger baseret på foruddefinerede værdier for el- og gaspriser samt CO₂ værdier. De tre indstillinger er: Komfort, pris og CO₂ udslip.



Figur 5 - Den samlede elpris fordeling inden fradrag af afgifter for opvarmning af helårshus (Dong Energy)

Tarif for privatkunder

Beskrivelse	Pris
Transport af el ¹	20,40 øre/kWh
Offentlige forpligtelser	18,10 øre/kWh
Elafgift inkl. energieffektiviseringsbidrag ³	65,30 øre/kWh
Eldistributionsbidrag ³	4,00 øre/kWh
Energispareafgift ³	6,50 øre/kWh
Tillægsafgift på el ³	6,20 øre/kWh
Pris pr. kWh ekskl. moms	120,50 øre/kWh
Moms 25%	30,13 øre/kWh
Pris pr. kWh inkl. moms	150,63 øre/kWh

Abonnement	
Netabonnement inkl. moms ²	36,25 kr./md.

¹ Inkl. betaling til Energinet.dk på 6,9 øre/kWh for brug af transmissionsnet og inkl. betaling for energispareforpligtelse på 0,5 øre/kWh.
² Inkl. betaling for energispareforpligtelse på 56 kr./år (inkl. moms).
³ Fra 1. januar 2014 samles alle de hidtidige afgiftselementer på din regning i en samlet sats: elafgift. Satsen for elafgiften er 83,30 øre/kWh fra 1. januar 2014.

Figur 6 - El tarif for privatkunder pr. 1. december 2013 inden fradrag af afgifter for opvarmning af helårshus (Dong Energy)

En anden mulighed er at kontrollere gashybridvarmepumperne indirekte via et prissignal i realtid. Dette vil kræve, at der indføres intelligente elmålere med høj tidsmæssig opløsning, samt at tarifferne for el tilpasses til den aktuelle produktion. Da selve elprisen antager en relativt lille andel af den samlede udgift inklusive distributionsomkostninger, elafgift til staten mv., selv efter afgiftsnedsættelse pga. brug af el til opvarmning af helårsbolig¹⁵, er det oplagt at overveje at regulere afgifterne efter el produktionen. På denne måde vil der være et øget incitament for forbrugerne til at vælge den energiform som billigst kan opvarme boligen her og nu.

¹⁵ <http://www.skat.dk/SKAT.aspx?oId=1982066>