The background of the slide features a photograph of autumn trees with vibrant yellow and orange leaves. In the lower right, a portion of a white building with a window is visible. A semi-transparent grey rectangle is overlaid on the center of the image, containing text.

Koncepter til overvindelse af barrierer for køb
og installation af VE-anlæg
task 2

Skitsering af VE-løsninger og kombinationer



Titel:

Skitsering af VE-løsninger og kombinationer

Udarbejdet for:

Energistyrelsen
Amaliegade 44
1256 København K

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Kongsvangs Alle 29
8000 Aarhus C

December 2015

Forfatter: Ivan Katic, Svend Pedersen

Indhold

1. Forord.....	4
2. Indledning	5
3. Anlægskombinationer	6
3.1. Serielle anlæg	7
3.1.1. Opbygning	7
3.1.2. Fordele	7
3.1.3. Ulemper	7
3.1.4. Effektivitet	7
3.2. Parallele anlæg	8
3.2.1. Opbygning	8
3.2.2. Fordele	8
3.2.3. Ulemper.....	9
3.2.4. Effektivitet	9
3.2.5. Dækningsandel	9
3.3. Kombinerede parallelle og serielle anlæg (komplekse anlæg)	9
3.4. Regenerative anlæg	9
4. Typer af solfangere.....	10
5. Beholdere og styring.....	11
6. Ydelse beregnet ved simulering	12

1. Forord

Dette notat er det andet af tre dokumenter udarbejdet som en del af den indledende analyse med Energistyrelsens demonstrationsprojekt med titlen "Vedrørende VE-teknologier og deres implementering samt ecodesign krav", der blev igangsat i december 2013. Dokumenterne har til formål at afdække erfaringerne fra eksisterende projekter vedrørende VE-teknologier til opvarmning, herunder biobrændselsfyre, varmepumper og solvarme.

De tre omtalte dokumenter belyser erfaringerne med VE-teknologier og deres implementering samt ecodesign krav og omhandler følgende tasks:

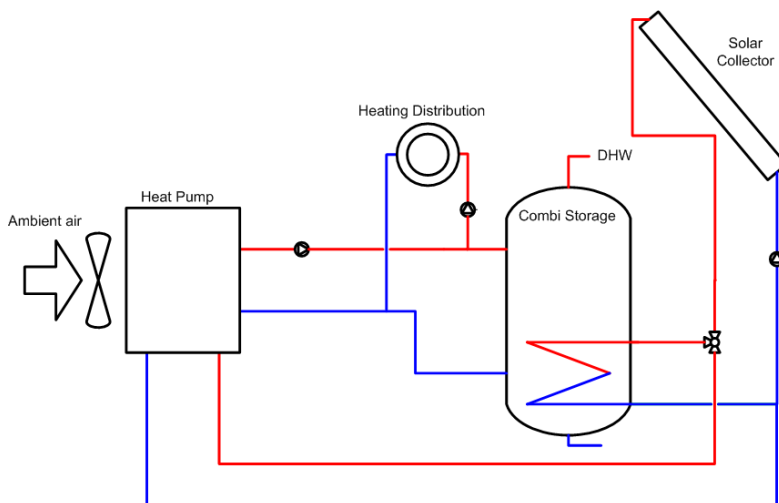
- Task 1: Opsummering af erfaringer fra eksisterende projekter
- Task 2: Skitsering af VE løsninger og kombinationer
- Task 3: Beskrivelse af kravene af kombinerede anlæg i henhold til ecodesign direktivet

2. Indledning

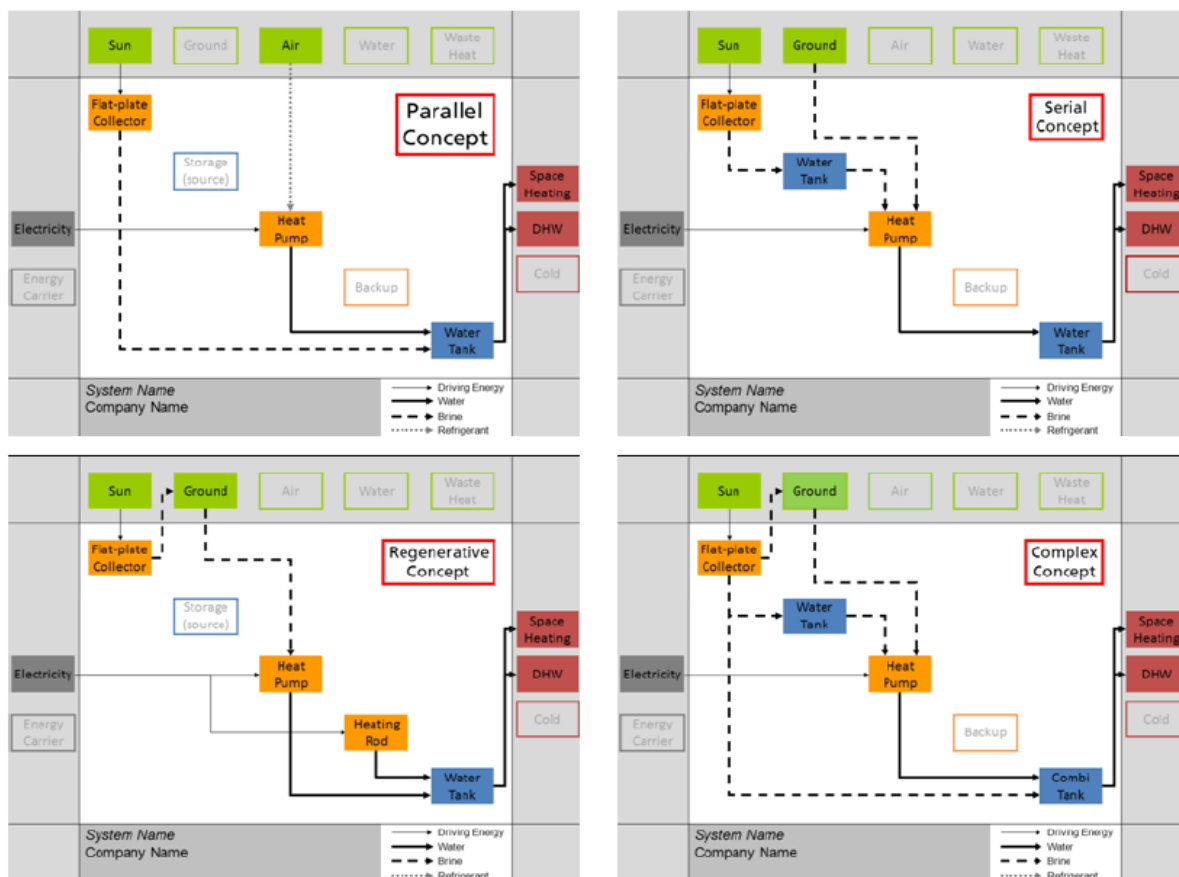
Målet med task 2 er at skitsere mulige VE-løsninger til opvarmning og at skitsere de grundlæggende solvarme/varmepumpe og tank kombinationer med hensyn til fordele og ulemper samt forventet effektivitet og dækningsandel.

3. Anlægskombinationer

Kombinerede solvarme og varmepumpesystemer kan bygges op på forskellige måder og med forskellige former for solfangere, ligesom varmepumperne kan hente varmen fra jorden (brine), luften eller eventuelt direkte fra solfangerne.



Figur 1 - Kombineret solvarme og varmepumpe system. Anlægget kan ved hjælp af trevejsventil køre enten som serielt eller parallelt anlæg og er dermed et kombineret (komplekst) anlæg.

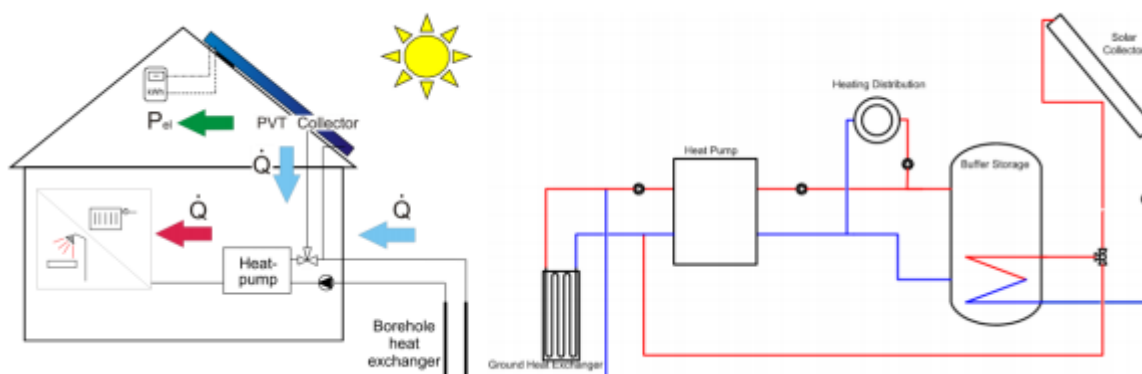


Figur 2 - De fire koncepter for samspil mellem solfångere og varmepumper. Figureerne viser energi flow. Kilde: Final summary of the work done in Annex 38, Solar and Heat Pump Systems, april 2014

De forskellige kombinationsmuligheder er beskrevet nedenfor.

3.1. Serielle anlæg

3.1.1. Opbygning



Figur 3 - Opbygning af serielt anlæg (venstre side). Højre side er kombineret parallel/seriel

Serielle anlæg fungerer ved, at brinen eller kølemidlet til den kolde del af varmepumpen forvarmes i solfangerne, inden den føres ind i varmepumpen (se Figur 13, nederste kreds).

Der kan benyttes både afdækkede og uafdækkede solfangere. Seriel kobling benyttes mest i forbindelse med regenerering af jordslanger eller isbanke.

3.1.2. Fordele

Serielle anlæg kan benyttes til regenerering/opvarmning af lodrette og vandrette jordslanger. Hvor stor effekten er afhænger meget af, om der er grundvandsstrømning i jorden eller ikke. Jordbundsforholdene og slangens belastning skal kendes, før man kan sige noget, om løsningen har en effekt eller ikke.

3.1.3. Ulemper

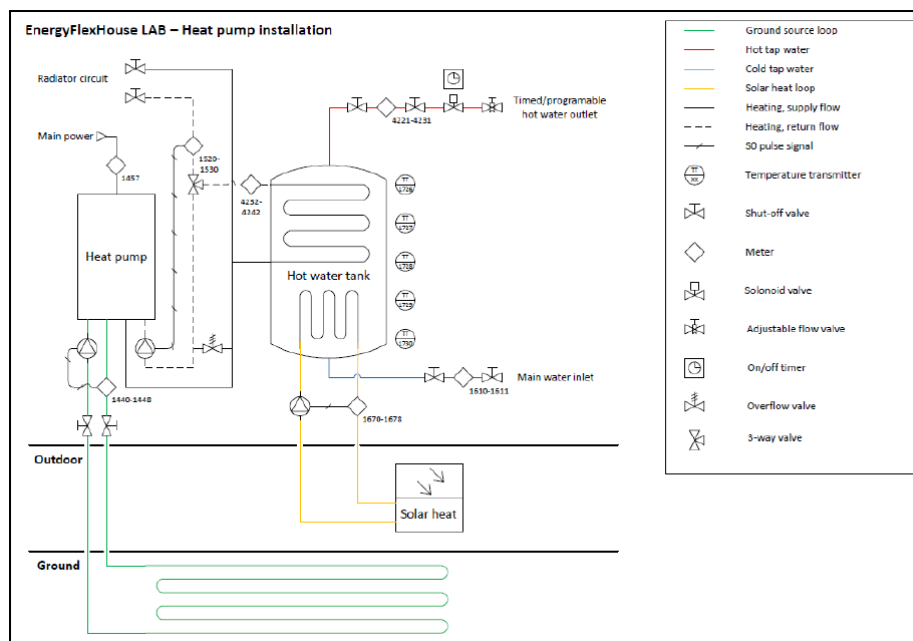
Generelt er der ikke meget ekstra energi at hente ud af solfangerne ved at benytte et anlæg, der permanent kører i seriel drift frem for parallel drift. Årsagen hertil er, at systemets elforbrug vil være forholdsvis højt set i forhold til den øgede virkningsgrad, som den tilføjer solfangerne, primært i sommerhalvåret. For utildækkede solfangere kan der dog være bedre ydelse at hente, da de har vanskeligere ved at opnå driftstemperaturer, der er høje nok til at opvarme vand direkte¹.

3.1.4. Effektivitet

Der er dog noget, der tyder på, at hvis man kigger på varmepumpens årseffektivitet alene, uden at kigge på systemets samlede effektivitet, så vil der være 15 – 20 % at hente ved at køre i seriel drift³.

3.2. Parallell anlæg

3.2.1. Opbygning



Figur 3 - Hydraulisk skema for anlæg i EnergyFlexHouse LAB. Typisk opbygning af parallel anlæg

Parallell anlæg fungerer ved, at der er to separate kredse, som hver især kan bidrage til opvarmning, uden at den anden kreds nødvendigvis er i drift. Dette er den mest almindelige form for kombinerede solfanger og varmepumpeanlæg. Mange anlæg benytter kun solvarmen til opvarmning af brugsvand, og andre benytter solvarme til både brugsvand og rumvarme.

Ved at benytte den øverste solfangerkreds (i beholderen) (se Figur 14) kan anlægget køre i parallel drift, hvorved varmen fra solfangerne vil opvarme den nederste del af tanken, og herved skabe omrøring.

Fordele og ulemper ved samspil mellem solfanger og varmepumper¹ (parallel drift):

3.2.2. Fordele

- Varmepumpen er ikke så meget i drift om sommeren, fordi solvarmen her kan klare den største del af brugsvandsopvarmningen. Det er en fordel, fordi varmepumpen her ville have kørt med en forholdsvis lav virkningsgrad, da den skal løfte brugsvandet til en høj temperatur
- COP som funktion af temperaturløft
- Skal helst have en vis driftstid (af hensyn til smøring og on/off tab (kapacitetstab))
- Den kolde side på varmepumpekredsen kan hæves ved solvarme

¹ Citat Ivan Katic, Seniorkonsulent Teknologisk Institut til HVAC

3.2.3. Ulemper

- Investeringen bliver højere
- Anlægget bliver (måske) teknisk kompliceret

3.2.4. Effektivitet

- Den samlede effektivitet for anlægget kan hæves med 10-20 %

3.2.5. Dækningsandel

- Solvarmen vil typisk dække 10-20% af varmebehovet.

3.3. Kombinerede parallelle og serielle anlæg (komplekse anlæg)

Ved at kombinere de to ovenstående typer af anlæg er der mulighed for at nedsætte varmepumpens driftstid om sommeren og forøge varmepumpens effektivitet om vinteren.

Dette sker ved, at varmepumpen i perioder, hvor varmen fra solfangerne ikke er tilstrækkelig til at opvarme vandet i beholderen direkte, i stedet benyttes til at forvarme den kolde del af varmepumpen.

Ulempen ved denne type anlæg er, at anlæggene risikerer at blive komplicerede. Der er brug for en mere avanceret styring, 3-vejs ventiler med mere.² I værste tilfælde kan effektiviteten falde.

3.4. Regenerative anlæg

Der findes udover ovenfor nævnte anlæg også regenerative anlæg, som lagrer overskudsvarmen fra solpaneler i jorden. Ideen er, at varmen på et senere tidspunkt vil kunne udvindes. Dette kan være en god ide ved for eksempel anlæg med lodrette jordslanger, hvor der ikke er grundvandsflow i jorden. Der findes flere producenter, som har lavet varmepumper, hvor styringen af lagring i jord og veksling mellem de forskellige varmekilder er indbygget i varmepumpen. Undersøgelser viser dog, at effektiviteten ved at lagre varme i jorden er forholdsvis lav³. Konklusionen gælder ikke nødvendigvis større anlæg.

² Final summary of the work done in Annex 38, Solar and Heat Pump Systems, April 2014

³ Energieutralt Byggeri, Tekniske løsninger, Strategisk forskningscenter for energieutralt byggeri og Det Strategiske Forskningsråd, 2014

4. Typer af solfangere

Ved brug af utildækkede solfangere bør disse indgå i et serielt anlæg, da de sjældent kan opnå driftstemperaturer, der er høje nok til at opvarme vand direkte. Utildækkede solfangere er samtidig vindfølsomme, da de modsat tildækkede solfangere ikke har en afdækning, der lader solens stråler opvarme solfangerne, men isolerer mod vind og kulde.

Afdækkede solfangere bør indgå i parallelle anlæg, da de egner sig til at opvarme vand direkte, og dermed kan de reducere driftstiden for varmepumpen og på den måde reducere elforbruget. De kan eventuelt indgå i kombinerede parallelle og serielle anlæg, da de herved kan forvarme den kolde side af varmepumpen om vinteren og hermed øge systemets samlede effektivitet¹.

5. Beholdere og styring

Ved brug af solvarme er beholdere af en vis størrelse nødvendig. Årsagen hertil er, at der er brug for et forholdsvis stort volumen for at sikre, at effektiviteten af solfangerkredsen ikke falder.

En anbefaling er, at der for hver m² solfangerareal, der opsættes, er cirka 50 l tankvolumen til rådighed.

Ved systemer, hvor en varmepumpe og solfangere kører parallelt ind på samme beholder, vil der typisk ske følgende på en solrig dag, når solfangerne begynder at tilføre varme til beholderen om morgenen¹:

1. Solfangervæsken opvarmer brugsvandet i bunden af beholderen, så der sker omrøring i tanken
2. Brugsvandets temperatur i toppen af tanken falder (som resultat af omrøring)
3. Termostaten får varmepumpen til at starte
4. Varmepumpen varmer den øverste del af beholderen op og "beslaglægger" dermed lagervolumen
5. Solfangerkredsens temperatur stiger, og effektiviteten falder

Varmepumpens SPF⁴ ved brugsvandsopvarmning vil isoleret set ofte blive lavere på grund af den forøgede temperatur i beholderen, som er en konsekvens af solvarmen¹.

For at undgå ovenstående problematikker har man i et InnoBYG projekt⁵ implementeret en strategi, "Giv solen en chance", som meget simpelt og ved brug af et ur tilsluttet varmepumpen tvinger varmepumpen til at være slukket i de timer, hvor der på en sommerdag forventes at være solvarme til rådighed. I projektet foreslår de, at uret udskiftes med en styring, der er baseret på vejrprognoser for ikke at risikere at mangle varmt brugsvand og at stå uden opvarmning de dage, hvor solen ikke slår igennem.

⁴ SPF (Seasonal Performance Factor) defineres som anlæggets varmeydelse i forhold til samlet elektrisk input set over en bestemt tidsperiode (f.eks. varmesæsonen eller et helt år).

Kilde: Ivan Katic, Seniorrådgiver, Teknologisk Institut til HVAC

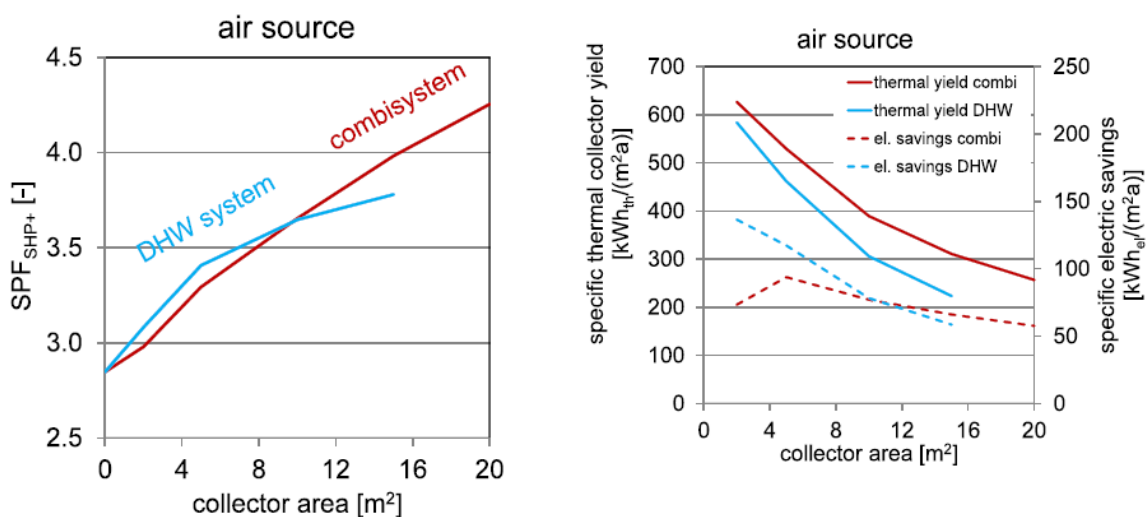
⁵ InnoBYG udviklingsprojekt om Installationspakker til enfamilieboliger, solvarme, varmeanlæg og ventilation. Teknologisk Institut, juni 2014.

6. Ydelse beregnet ved simulering

I SHP Annex 38 er der udviklet modeller til at simulere forskellige anlægskombinationer. Tidligere har de forskellige producenter testet deres løsninger uden en ensartet metode, hvilket har resulteret i svært sammenlignelige resultater.

Simuleringer ved brug af de i SHP Annex 38 udviklede modeller har vist, at et godt designet parallelt system med en luft/vand varmepumpe og 8 m² solfangere placeret på et enfamiliehus kan opnå en SPF på 3,5 mod 2,8 for tilsvarende anlæg uden solfangere.

Systemer udelukkende til opvarmning af varmt brugsvand kan ved opsætning af 15 m² solfangere øge SPF fra 2,8 til 4,0.



Figur 5 - Resultaterne fra SHP Annex 38 er vist i de to grafer, der illustrerer, hvad der kan opnås ved en kombination af solfangere og luft/vand varmepumpe