



VEDVARENDE ENERGI LØSNINGER TIL EKSISTERENDE BYGNINGER

DE STØRRE BYGNINGERS BIDRAG
TIL FREMTIDENS ENERGIPRODUKTION OG
EN MERE BÆREDYGTIG BYGNINGSMASSE

Forundersøgelse – Maj 2014

**VEDVARENDE ENERGILØSNINGER
TIL EKSISTERENDE BYGNINGER**
DE STØRRE BYGNINGERS BIDRAG TIL FREMTIDENS ENERGI-
PRODUKTION OG EN MERE BÆREDYGTIG BYGNINGSMASSE

Forundersøgelse – Maj 2014

Udarbejdet i samarbejde med InnoBYG af
Amdi Schjødt Worm, Teknologisk Institut
Jes Sig Andersen, Teknologisk Institut (afsnit om biomasse)
Graves Simonsen, Bygherreforeningen

InnoBYG's styregruppe har fungeret som advisory board.

Rapporten indeholder en række fotos og illustrationer, som er hentet fra hjemmesider og alene tænkt som eksempler. Der er således ikke tale om anbefalinger eller anprisninger af bestemte produkter eller løsninger.

Layout: Aske Simonsen

Rapporten er trykt i 1.000 eksemplarer og kan desuden hentes som pdf på www.gi.dk eller www.bygherreforeningen.dk

ISBN 978-87-993249-5-8

© Bygherreforeningen og Teknologisk Institut

Citater fra og/eller brug af uddrag af rapporten er tilladt med tydelig kildeangivelse.

Projektet er gennemført med økonomisk støtte fra Grundejernes Investeringsfond.

VEDVARENDE ENERGILØSNINGER TIL EKSISTERENDE BYGNINGER

**DE STØRRE BYGNINGERS BIDRAG TIL FREMTIDENS ENERGI-
PRODUKTION OG EN MERE BÆREDYGTIG BYGNINGSMASSE**

FORORD

Vedvarende energiløsninger (VE) er en afgørende faktor i Danmarks bestræbelser på nedbringelse af udslip af CO₂ ved energiproduktion og sikring af en høj grad af uafhængighed i fremtidens energiforsyning. Omstillingen fra konventionel energiproduktion med fossile brændsler til vedvarende kilder og højere grad af ressourcegenanvendelse er en langstrakt affære, men skal ifølge regeringens politiske målsætninger være gennemført i hele energiproduktionen i 2050, og for el- og varmforsyningen til bygninger allerede i 2035.

I omegnen af 40% af vores energiforbrug anvendes i vores bygninger, og skal omstillingen til vedvarende energiproduktion i fremtiden kunne opfylde dette forbrug forholdsmæssigt, skal der ved hjælp af effektiviseringer og intelligente løsninger samtidigt ske en reduktion af det nuværende forbrugsniveau.

Omstillingen af energiforsyningen vil medføre øget fokus på VE-forsyning til bygninger og ikke mindst til den eksisterende bygningsmasse. Der er imidlertid forskellige energipolitiske opfattelser af, hvordan VE skal indgå i den fremtidige energiforsyning. Nogle mener, at effektiviteten vil være størst, hvis VE produceres og samordnes med andre energiformer i store decentrale anlæg med professionel drift, mens andre mener at det er underordnet hvor energien produceres og opkobles (centralt/decentralt) for at kunne indgå i forsyningsnettet via Smart Grid og Smart Meters. De forskellige opfattelser bidrager til usikkerhed i markedet – både blandt leverandører, rådgivere og forbrugere, og medfører et mangelfuldt overblik, der ellers skal danne grundlag for langsigtede investeringer for bygningsejerne.

Ambitionen med denne forundersøgelse har været at bidrage til et bedre overblik over relevante VE-løsninger til eksisterende, større bygninger – i udgangspunktet etageboligbyggeri, der dermed samtidigt er rapportens emnemæssige afgrænsning. Målgruppen er alle parter, der beskæftiger sig med energioptimering af byggeri, men rapporten henvender sig særligt til bygningsejerne, der er beslutningstagere og investorer. I rapporten har vi således forsøgt at dokumentere 'state of the art' på bygningsrelateret produktion af VE som overordnet præmis, da det er i dette system, at implikationerne for den enkelte bygningsejer/energiforbruger og dermed behovet for overblik og videndeling er størst.

Bygherreforeningen | Teknologisk Institut

INDHOLD

Forord	3
1. Indledning	6
1.1 Metode	6
1.2 Definitioner	7
1.3 Konklusion	8
1.4 anbefalinger	10
2. VE-systemer	12
2.1 Solbaserede systemer	12
Solceller	12
Solvarme	14
Kombinerende løsninger – solvarme og solceller	15
2.2 Varmepumper	15
Luft til vand	15
Væske til vand	16
Kombinerede løsninger – Luft til vand- og væske til vand-varmepumper	17
Kombinerede løsninger – Luft til vand-varmepumper og solvarme	17
Kombinerede løsninger – Væske til vand-varmepumper og solvarme	18
Kombinerede løsninger - Varmepumper, solvarme og solceller	19
2.3 Fjernvarme	20
Kombinerende løsninger – Fjernvarme og varmepumper	20
Kombinerende løsninger – fjernvarme og solvarme	22
2.4 Biomasse	22
Fastbrændselskedler beregnet til fyring med træflis og træpiller	23
3. Bygningstyper	26
Type 1: 1850-1890	26
Type 2: 1890-1920	27
Type 3: 1920-1940	27
Type 4: 1940-1960	28
Type 5: 1960-2000	28
4. Æstetik	30
5. Lovgivning	32
5.1 National og specifik VE-systemlovgivning	32
5.2 Den nationale lovgivning opdelt i forhold til VE-teknologi	32
Solceller	32

Solvarme	35
Varmepumper	35
Fjernvarme	37
Biomasse	38
5.3 Lovgivning – planlovgivning/lokale bestemmelser	39
Solceller/solfangere	39
Æstetiske retningslinjer	40
6. Energiplaner	42
6.1 Det nationale perspektiv	42
6.2 Det lokale perspektiv	42
Kommunernes rolle	42
Lokalplaner, VE-løsninger og æstetiske / arkitektoniske retningslinjer	43
De kommunale myndigheders erfaringer	44
7. Markedet	46
7.1 Generelle betragtninger	46
7.2. Aktuelle forventninger til markedet	47
7.3 Markedet i relation til energiplanlægningen	48
Solceller	48
Solvarme	49
Varmepumper	50
VE-løsninger og fjernvarme	50
Andre kombinationer af VE-løsninger	51
7.4 Garantier – produkt, effekt og ydelse	51
8. Bygherrebeslutninger	52
8.1 Økonomi	52
Støtte og tilskud	53
8.2 Arkitektur, æstetik og drift	54
8.3 Miljø og klima (CO ₂)	55
9. Rådgivning	56
Rådgivningens kvalitet	57
10. Information	58
Webkatalog	58
11. Formidling	60
12. Kilder	61

1. INDLEDNING

I kølvandet af de overordnede politiske mål om at nedbringe bygningers anvendelse af fossile brændsler er der gennem lovgivningen arbejdet med en række konkrete tiltag, der skal gøre det mere attraktivt at foretage omstillingen til vedvarende energi. Disse tiltag har fremmet en markedsfølsom udvikling, men inden for en række teknologier samtidigt medført u hensigtsmæssige løsninger såvel praktisk som æstetisk. Det gælder særligt indenfor solcelleanlæg til enfamiliehuse, hvor resultaterne af de seneste års markedsudvikling tydeligt markerer sig i landskabet.

For andre teknologier er udviklingen og implementeringen af disse mere træg og det fulde potentiale således langt fra udnyttet. Fælles for VE-teknologierne er, at der i høj grad mangler et samlet overblik, der både inddrager de økonomiske og lovgivningsmæssige aspekter, men i lige så høj grad inddrager og behandler den æstetiske vinkel, og dermed kvalificerer byggeriets parter til at tage de nødvendige helhedsorienterede og langsigtede beslutninger til gavn for både økonomien, miljøet og æstetikken.

Formålet med dette projekt er derfor at kortlægge mulighederne for brugen af VE-løsninger i tilknytning til renovering / modernisering af større bygninger - i udgangspunktet eksisterende etageboligbyggeri, samt ud fra et helhedsperspektiv at danne et reelt og brugbart grundlag for beslutningstagerne.

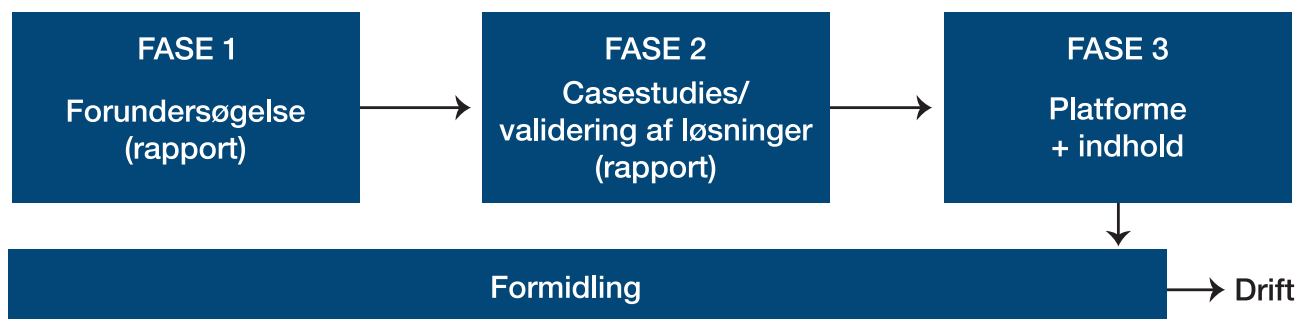
Denne rapport skal ses som resultatet af 1. fase i en samlet trefaset løsning. Første fases primære sigte er en forundersøgelse, der tager afsæt i den eksisterende lovgivning, de nuværende teknologiske muligheder samt en række markedsbetragtninger.

2. fase tager direkte afsæt resultatet af 1. fase, og forventes med baggrund i forundersøgelsens resultater at arbejde videre med opstilling af konkrete paradigmer for arkitektoniske, tekniske og økonomiske vurderinger ud fra de VE-løsninger og bygningskategorier, der er kategoriseret i 1. fase. I anden fase forventes der således at blive foretaget en mængde kalkulationer, der har til formål at belyse de forskellige VE-løsningers validitet i sammenhæng med de fra fase 1 beskrevne lovgivningsmæssige forhold, bygningstyper og æstetiske forhold samt i relation til den eksisterende energiforsyning.

Samlet set leder 1. og 2. fase hen mod 3. fase, der skal sikre formidling og implementering af projektets samlede resultater, og dermed gøre forarbejderne i de to første faser operationelle for byggeriets parter. Det vil ske ved i overskuelig form at præsentere lovgivningen og den oparbejdede viden, så denne ud fra parametre som økonomi, klima og miljø, energiforsyning og arkitektur kan bruges som et aktivt redskab for beslutningstagerne i byggeriet.

1.1 METODE

Forundersøgelsen har baseret sig på tre hovedelementer: Desk research, spørgeundersøgelser og rundbordssamtaler. Førstnævnte har primært omfattet trykte og digitale kilder som faglige udredninger og rapporter, kataloger og hjemmesider. Spørgeundersøgelserne er gennemført digitalt via skemaer, målrettet byggeriets og VE-branchens hovedaktører. Resultaterne¹ heraf er i relevant omfang refereret i undervejs i rapporten, og har desuden dannet grundlag for seks rundbordssamtaler med henholdsvis kommunale myndigheder, bygningsejere, arkitekter, rådgivende ingeniører, udførende leverandører og producentleverandører.



¹ Spørgeskemaresultater kan i skematisk form hentes på www.bygherreforeningen.dk

Dog er resultatet af spørgeundersøgelsen blandt producentleverandører ikke medtaget på grund af et lavt, og dermed ikke repræsentativt, deltagerantal.

For at skabe en overskuelig og fælles forståelsesramme for alle involverede i projektet er det valgt at fokusere på etageejendomme som bygningskategori, særligt i forhold til anskuelse af markedet og arkitektoniske konsekvenser af en omlægning af energiproduktionen og -forsyningen. Det er desuden en generel vurdering, at det er inden for denne bygningskategori, at markedet i de kommende år vil møde de største udfordringer i takt med behovet for energibesparelser gennem renoveringer, og se et stort uudnyttet potentiale i at bruge VE-løsninger som supplement, hvor energirammer ikke kan nås på anden vis. En række af de emner, som behandles i rapporten, er dog universelle og uafhængige af bygningstyper.

1.2 DEFINITIONER

Gennem de senere år har der været megen diskussion om, hvilke energiformer der kan betragtes som vedvarende. Diskussionen har ofte drejet sig om varmepumper og fjernvarmens berettigelse som vedvarende energikilde. Varmepumper benytter el som primært drivmiddel, men størstedelen af den leverede varme hentes fra hhv. jorden (primært solens opvarmning) eller luften (solens opvarmning) afhængig af varmepumpetype. Samtidigt øges andelen af vedvarende energi i den danske el- og varmforsyning, og heri indgår fjernvarmen som vedvarende energiform for den del, der stammer fra f.eks. affald, biomasse og solvarme. Som det er angivet senere i denne rapport, er andelen af vedvarende energi i fjernvarme stigende i Danmark.



I 2009 udkom et EU-direktiv², der definerer såvel fjernvarme som varmepumper som vedvarende energi på lige fod med fx solvarme og solceller. I denne rapport er valgt samme afgrænsning for vedvarende energi som EU-definitionen, og dermed åbnes der op for energikilder med energiformer, der ikke udelukkende leverer vedvarende energi, men som til stadighed bliver mere og mere vedvarende.

Ifølge direktivet defineres vedvarende energi således:

- A. Med *energi fra vedvarende energikilder* menes energi fra vedvarende ikke-fossile kilder som vind, sol, luftvarme, jordvarme / geotermisk varme, hav / sø-varme, biomasse og biogas
- B. Med *luftvarme* menes energi lagret i form af varme i den omgivende luft / udeluft.
- C. Med *geotermiske varme* eller *jordvarme* menes energi lagret som varme under jordoverfladen, herunder således også varme lagret fra solen i søer eller havet
- D. Med *biomasse* menes den biologiske nedbrydelige del af produkter, affald fra husholdning og restprodukter fra landbrug som foder og animalske substanser. Under denne kategori hører også affald fra træindustrien samt træpiller eller andre trærelaterede produkter.

I rapporten anvendes desuden begreberne *centrale* og *decentrale* anlæg. Der findes ingen universel og entydig definition heraf, men i denne rapport er følgende anvendt:

- Med centrale anlæg menes anlæg, der er knyttet til én husstand eller én bebyggelse.
- Med decentrale anlæg menes fjervarmeværker eller anden produktionsform, hvor flere husstande forsynes via et forgrenet forsyningsnet.



2. EU direktiv 2009/28/EC af 23. april 2009

1.3 KONKLUSION

Markedet for VE-løsninger er generelt set en meget kompleks og vanskelig størrelse at overskue. Det skyldes en lang række forhold, der spænder fra løbende justeringer af lovgivning, uklarheder i den overordnede, strategiske energiplanlægning henover manglende overblik over fremtidssikrede koblinger mellem centrale og decentrale forsyninger til et anarki mellem løsninger og markedssegmenter. Dette har og vil fortsat medføre en risiko for spild af ressourcer til overproduktion af energi og manglende økonomisk rentabilitet, samt afsætter i mange tilfælde også uheldige tekniske og æstetiske spor i den eksisterende bygningsmasse.

Det overordnede mål med at implementere VE-løsninger i bygningsmassen er at omlægge energiproduktionen væk fra fossile brændsler og samtidigt føre til langsigtede og mere bæredygtige løsninger. Etablering af bygningsrelateret energiproduktion skaber dog nye udfordringer og muligheder for kommuner, byggeriets parter og leverandører, som alle må bidrage med indsigt, viden og omtanke ved udarbejdelse af regelsæt, løsninger og resultater.

Parterne i forundersøgelsen, og særligt arkitekterne, peger på, at de fleste VE-løsninger er udviklet til et globalt marked for nybyggeri. Det gælder i vid udstrækning også, når det handler om æstetik, om end der findes eksempler på vellykkede integrationer af solcelleanlæg i fx tage på eksisterende bygninger. Dette forhold skaber ofte u hensigtsmæssige konstruktive og æstetiske løsninger i den eksisterende bygningsmasse - ikke mindst ved "nålestiksindgreb" med et snævert fokus på energi og uden konstruktive, æstetiske eller arkitektoniske overvejelser. Et fokus alene på energi kan resultere i for hele bygningen mindre rentable løsninger, og dermed ringere gevinst for miljøet, bygnings ejerne og beboerne, fordi oplagt synergi mellem VE og energibesparende foranstaltninger ikke udfoldes i tilstrækkelig grad.

Synergi er således en vigtig hovedpointe i resultatet af denne forundersøgelse. For at opnå synergi i en energirenovationsrenovering, må denne altid angribes ud fra en helhedsbetragtning. Det betyder bl.a., at bygningsfysiske og

(øvrige) installationsmæssige opgraderinger, så som efterisolering, nye vinduer, forbedring af tæthed eller etablering af hensigtsmæssig ventilation, altid bør have førsteprioritet, når disse tiltag bidrager til et lavere energiforbrug. Når der er tale om den eksisterende bygningsmasse, kommer VE-løsninger herefter ind som en naturlig andenprioritet, der primært bør ses som en supplerende mulighed for at opfylde en given energiramme. Denne tilgang understøttes af såvel de tekniske rådgivere som de udførende leverandører i de gennemførte rundbordssamtaler.

"FOR AT OPNÅ SYNERGI I EN ENERGIRENOVERINGSRENOVERING, MÅ DENNE ALTID ANGRIBES UD FRA EN HELHEDSBETRAGTNING. DET BETYDER BL.A., AT BYGNINGSFYSISKE OG (ØVRIGE) INSTALLATIONS MÆSSIGE OPGRADERINGER, SÅ SOM EFTERISOLERING, NYE VINDUER, FORBEDRING AF TÆTHED ELLER ETABLERING AF VENTILATION, ALTID BØR HAVE FØRSTEPRIORITET."

At denne rapport primært fokuserer på VE-løsninger er således ikke et udtryk for en opprioritering heraf, men er tænkt som et bidrag til helhedstænkningen, og skal ses som et supplement til den mere udbredte litteratur om de øvrige bygningsrelaterede tiltag. En anden pointe i at fokusere på problemstikkerne omkring VE-løsninger i rapporten er, at over halvdelen af bygningsejerne ifølge forundersøgelsen forventer at skulle installere VE løsninger inden for de næste 2-3 år!

Udover helhedstænkningen i energirenoveringen er der desuden en række overordnede hensyn, som markedet må tilpasse sig. Det gælder fx offentlig regulering og varmeplanlægning, bygningsbevaringshensyn, miljølovgivning, herunder produktion og bortskaffelse af løsningssartefakter samt skatter, afgifter og afgøringsregler. Det er derfor afgørende for et vel fungerende marked og energisystem, at der tilvejebringes et så godt overblik for så mange parter som muligt.

Parterne i forundersøgelsen er enige om, at bygningsejere skal tilvejebringes dét overblik, der sætter dem i stand til at træffe fornuftige, langsigtede beslutninger, og at én af vejene at gå er at stille krav til leverandører, rådgivere og udførende om et højt videns- og formidlingsniveau, og i sammenhæng hermed at formidle redelige ”best practice” eksempler til inspiration. Samtidigt peges der på, at konsistens i lovgivning, tilskud og afgifter er en afgørende motivationsfaktor og en nødvendighed for en fornuftig markedsudvikling.

Ifølge forundersøgelsen har de adspurgte parter efter egen opfattelse allerede et relativt godt kendskab til VE-løsninger, men samtidigt en erkendelse af ofte manglende detailviden og overblik. Samtidigt viser undersøgelsen en ligefrem proportional sammenhæng mellem kendskabet til og interessen for VE-løsninger. Dette er særligt interessant, når det gælder bygningsejerne og kommunerne (både som bygningsejere og som myndigheder), der er beslutningstagere og dermed de parter, som skal drive markedet.

Udbredelsen af de forskellige løsninger er dog forskellig. Det skyldes flere forhold, men er generelt økonomisk motiveret. Således medførte gunstige afregningspriser på el, fremstillet af private solcelleanlæg, et markedsboom for disse løsninger i 2012, samtidigt med at anlæggenes pris typisk ligger inden for en økonomisk smertegrænse for private husholdninger, mens fx jordvarmebaseret varmepumpeanlæg i tilknytning til enkeltstående bygninger typiske er en større investering, der kræver flere overvejelser.

En anden af forundersøgelsens hovedpointer er, at tidligt samarbejde mellem de involverede er afgørende for

- at der opstår kvalitet i de udførte VE-løsninger
- at der opnås en fornuftig og rationel drift af resultatet
- at bygningsejernes forventninger mødes og
- at der skabes tryghed omkring brugen af VE-løsninger.

Det gælder både rådgivningsmæssigt, teknisk, økonomisk og æstetisk.

En tredje og sidste hovedpointe af undersøgelsen er, at der er stort behov for uvildig information om de tekniske løsninger, herunder kombinationsløsninger, samt de økonomiske og driftsmæssige konsekvenser af de forskellige løsningsvalg. Det gælder særligt for private forbrugere/boligejere, som typisk indkøber VE-løsninger direkte hos producent, leverandør eller montør uden brug af uvildige rådgivere. Men det gælder også i større projekter, da langt fra alle rådgivere har den nødvendige viden og erfaring på området. Forundersøgelsen viser bl.a., at alle parterne primært henter deres informationer om VE-løsninger på websider og i kataloger fra producenterne, samtidigt med at de har en erkendelse af denne information ikke er uvildig og heller ikke nødvendigvis er dækkende – særligt ikke i relation til kombinationsløsninger.

”TIDLIGT SAMARBEJDE MELLEM DE INVOLVEREDE ER AFGØRENDE FOR KVALITET I DE UDFØRTE VE-LØSNINGER OG EN FORNUFTIG OG RATIONEL DRIFT AF RESULTATET. DET GÆLDER BÅDE RÅDGIVNINGSMÆSSIGT, TEKNISK, ØKONOMISK OG ÆSTETISK.”

”DER ER STORT BEHOV FOR UVILDIG INFORMATION OM DE TEKNISKE LØSNINGER, HERUNDER KOMBINATIONSLØSNINGER, SAMT DE ØKONOMISKE OG DRIFTSMÆSSIGE KONSEKVENSER AF DE FORSKELLIGE LØSNINGSVALG”

1.4 ANBEFALINGER

Teknologisk Institut og Bygherreforeningen mener, at forundersøgelsens resultater peger på følgende anbefalinger:

Fra politisk hold må der sikres en strategisk energiplanlægning, der giver bygningsejerne mulighed for at tænke og investere langsigtet i VE-løsninger, som har en fornuftig økonomi og som ikke forældes af omlægninger af infrastrukturen, før end at løsningerne er tilbagebetalt. Desuden må der sikres ro om offentlige støtteordninger og afregningsregler, så der ikke sker en destabilisering af markedet for VE-løsninger, og så omsætningshastigheden følger en naturlig udvikling inden for teknologier, rådgivning, montage osv., og ikke mindst skaber en hensigtsmæssig prisudvikling og sund konkurrence.

Fra kommunalt hold må der sikres en relativ harmonisering af regelsæt, som gør det nemmere at arbejde med VE-løsninger på tværs af kommunegrænser. En af vejene hertil er at videndele kommunerne imellem, bl.a. ved videreudvikling og udvidelse af den allerede eksisterende informationsindsats overfor borgerne. Samtidigt må det anbefales, at der arbejdes videre med at skabe brugbare standarder, samt fornuftige æstetiske retningslinjer for synlige VE-løsninger, der i højere grad end i dag tager hånd om arkitekturen og bygningsarven.

Fra byggebranchen som helhed må der i højere grad samarbejdes om en mere helhedsorienteret tilgang til energioptimering af den eksisterende bygningsmasse, således at tiltagene hertil prioriteres i den rette rækkefølge og anskues mere totaløkonomisk. Samtidigt bør der gennemføres en mere intensiv (efter)uddannelsesindsats, der sikrer at parterne har de fornødne kompetencer – og opmærksomhed på de faktorer, der ikke nødvendigvis ligger inden for den enkeltes fagområde. Det gælder uanset om der er tale om teknik, økonomi eller æstetik.

Hvis disse anbefalinger følges op af byggebranchens leverandører, vil bygherrerne i langt højere grad have mod på at investere i langsigtede løsninger – til gavn for markedet, beskæftigelsen, miljøet og klimaet. Skal bygherrerne

imidlertid for alvor opleve incitamenter, er der tydeligvis behov for en fase 2 med udredninger af (total)økonomiske, rentabilitetsmæssige, miljømæssige og æstetiske forhold for de enkelte vedvarende energiløsninger. Resultatet vil være relevant både for bygningsejeren i dennes indledende overvejelser omkring valg af løsninger, men også for ingeniører og arkitekter i den efterfølgende tekniske og arkitektoniske projektering. Producenter og udførende vil ligeledes kunne opnå fordele af disse udredninger både i forhold til eksemplificering af konkrete løsninger, men også i relation til videreudvikling af integrerbare produkter.

Udredningerne kan placeres i en overordnet bæredygtig kontekst, hvor LCC (totaløkonomi), LCA (det miljømæssige) og det æstetiske / arkitektoniske (den sociale bæredygtighed) er betydende parametre, og vil bidrage til den nødvendige helhedstænkning. Dermed placerer det samlede resultat af fase 1-3 sig i tråd med det aktuelle bæredygtige fokus i byggeriet generelt, og bidrager til øget faglighed og synlighed omkring VE-løsningers rolle i denne udvikling.

Formidling

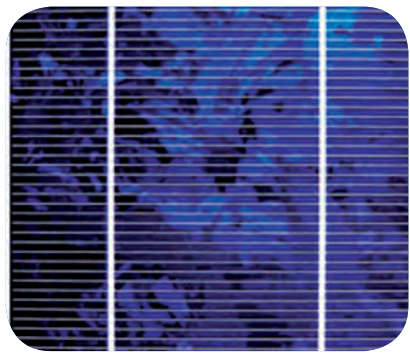
Kommunikations- og formidlingsmæssigt anbefales resultaterne udbredt i to faser – *den midlertidige* og *den blivende*.

Den midlertidige handler om at kommunikere og formidle forundersøgelsens indhold og resultater bredt ud til alle de interessenter, som rapporten omhandler. Det forventes at ske via artikler i fagpressen, præsentationsmøder og indlæg i forskellige fora (bl.a. InnoByg, VE-net, Videntcenter for energibesparelser i bygninger og bo-energi.net), samt ved at gøre rapporten tilgængelig på partnernes respektive hjemmesider. Dele af rapportens faglige indhold anvendes allerede i andre projekter, også hos projektparterne.

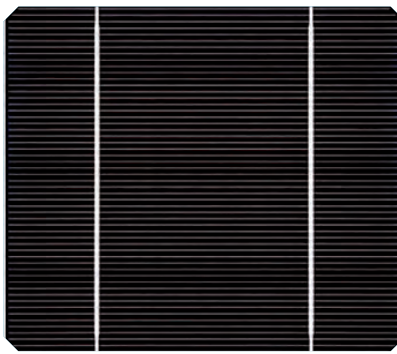
Den blivende handler om at kommunikere og formidle det "katalog", som ønskes udarbejdet i projektets to følgende faser. Som grundlag herfor anbefales der i fase 2 gennemført en mere dybdegående udredning og analyse af hele kommunikations- og formidlingsbehovet, samt de muligheder inkl. værktøjer, der så kan bruges, udvikles og implementeres i fase 3 – og ikke mindst i perioden efter fase 3.

Det kan dog allerede nu fastlægges, at der bør udvikles en dynamisk formidlingsplatform, som sikrer let adgang til uvildig, transparent information og vejledning, som formidler gode, gennemregnede og velbelyste eksempler til inspiration, men som også eksponerer dårlige løsninger. I forundersøgelsen peger brancherepræsentanterne på, at et sådan platform særligt bør indeholde informationer om økonomi, herunder rentabilitet, samt arkitektoniske og æstetiske opmærksomhedspunkter og muligheder. Informationerne kan formidles via eksempelvis en webside, et teknisk- og økonomisk sekretariat, undervisning/kurser, undervisningsmaterialer, samarbejde med finansieringsinstitutioner og bygningsrelaterede foreninger, samt eksisterende energitjenester etc.





Polykrystallinsk 16%



Monokrystallinsk 18%

Højeffektiv
Monokrystallinsk 22%

Figur 1: Tre udgaver af krystalinske celler, samt typiske cellevirkningsgrader

2. VE-SYSTEMER

Ud fra definitionen af vedvarende energi tidligere i denne rapport, kan de enkelte VE-løsninger kategoriseres. Kategoriseringen sker i første omgang ud fra, om der er tale om produktion af el, varme eller el og varme. Ud over at præsentere de enkelte, solitære VE-løsninger udfoldes også mulighederne for kombinerede løsningsmodeller. De viste løsninger er "state of the art" og viser således et øjebliksbillede af branchens formåen inden for området.

2.1 SOLBASEREDE SYSTEMER

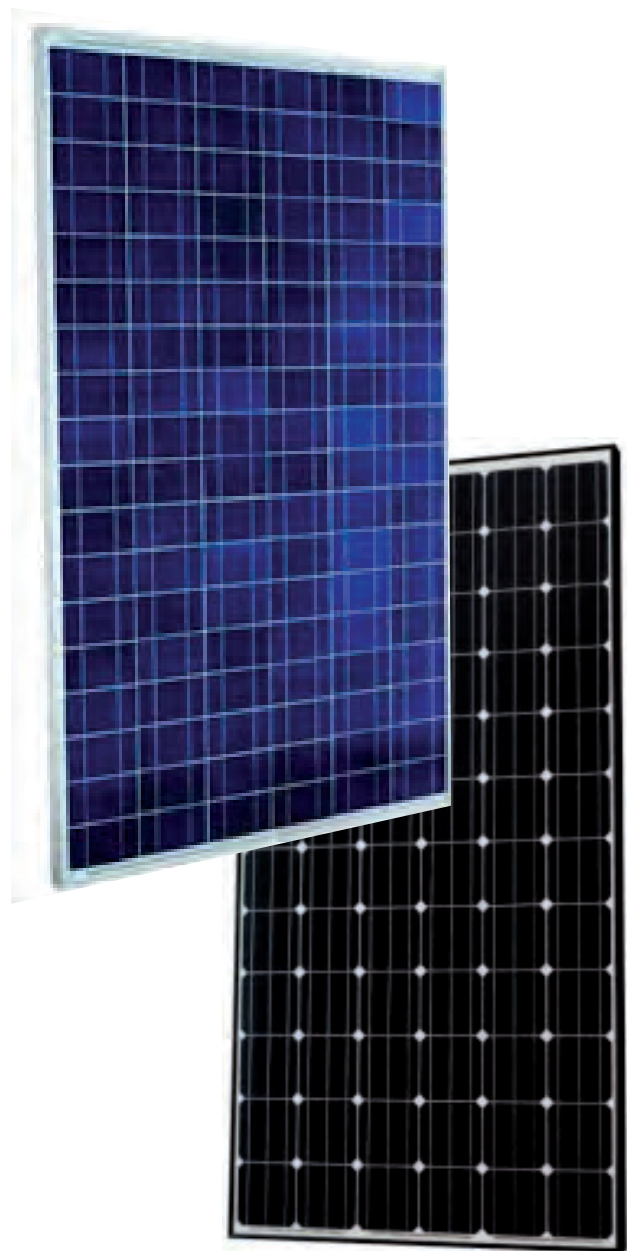
Solceller

I dag findes der en lang række forskellige produkter på markedet. I denne rapport beskrives de mest almindelige typer krystallinske solceller og tyndfilm solceller samt mulighederne for integration af disse løsninger i byggeriet.

Solcellemoduler af krystallinske celler består af enkelt-solceller med en størrelse på 125 x 125 mm eller 156 x 156 mm. Disse enkelt-solceller samles i et givent antal til et modul. Modulernes størrelse kan variere, men er normalt mellem 1,5 og 1,7m².

Modulerne kan producere et vist antal kWh / år afhængig af størrelse og celleeffektivitet. Afhængig af hvilken samlet anlægsydelse der ønskes, installeres tilsvarende antal moduler.

Modulerne kan indbygges på en række forskellige måder.



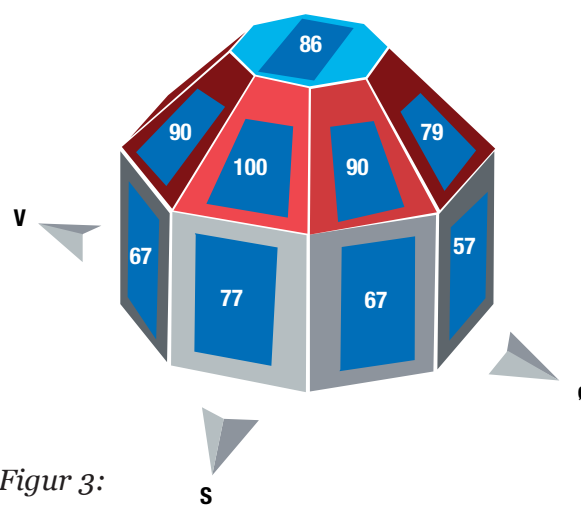
Figur 2 + 3: Eksempler på solcellemoduler



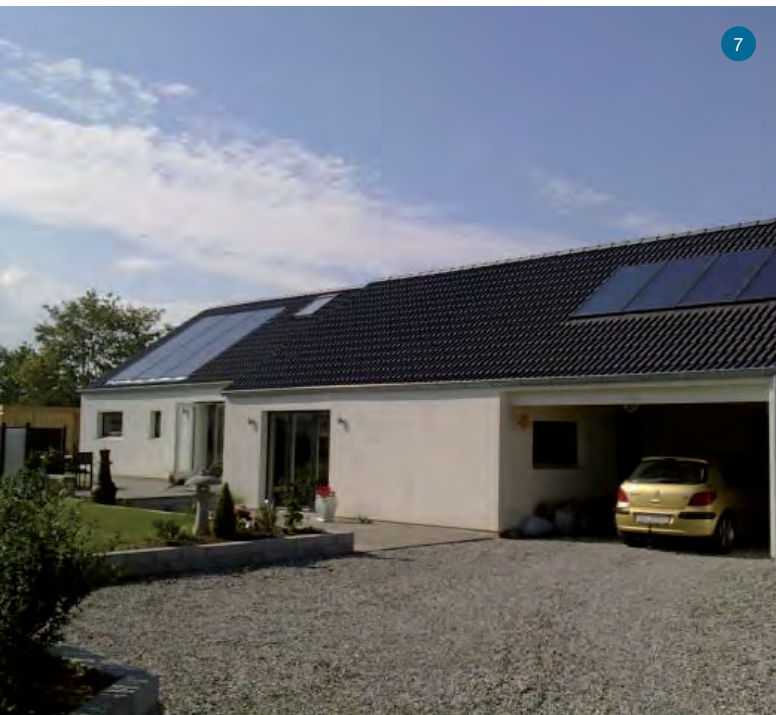
Eksempler på integrerede solceller

Typisk kan der produceres op mod 130-150 kWh/m² solcelleareal pr år ved optimal hældning og orientering. Produktionen er dog afhængig af orienteringen.

Figur 3 viser, hvordan produktionen aftager procentuelt i forhold til det optimale (100 %), hvis der afviges fra den optimale placering.



Figur 3:

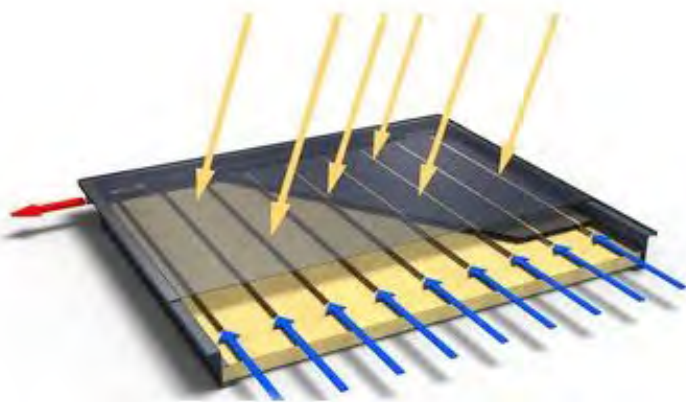


Plan solfanger på tag

Solvarme

Solvarme anvendes til opvarmning af vand, der anvendes til rumopvarmning eller som varmt brugsvand. Solvarme har eksisteret i mange år, og er anvendt både på énfamiliehuse, etagebyggeri, idrætsfaciliteter m.m. Der findes primært 2 typer af solfangere på markedet. Plane solfangere og glasrørssolfangere (også kaldet vakuum solfangere). De to typer afbilledet herunder.

Teknologien bag de to typer er ret forskellig, men ydelsen er omtrent den samme. Dog er der en tendens til, at glasrørs solfangere har lidt højere ydelse i ydersæsonerne.

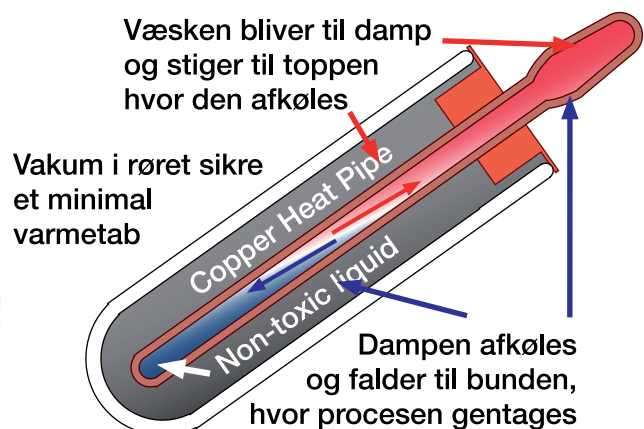


Figur 4: Princip i plan solfanger

I den plane solfanger ledes der en frostvæskeblanding direkte gennem solfangeren. Her opvarmes frostvæsken og derfra ledes den til en veksler eller varmespiral, hvorfra varmen overføres til det cirkulerende vand i varmesystemet.

I glasrørssolfangeren består varmeoptageren af en væske. Denne væske ligger i glasrørene, hvori der er vakuum. Når væsken opvarmes, fordamper den og dampen ledes forbi frostvæsken, der i denne type solfanger kun findes i toppen af fangeren. Her overføres energien fra dampen til frostvæsken i toppen af solfangeren via en vekslingsproces, og den varme væske i toppen af fangeren kan derfra løbe tilbage til varmesystemet og via en varmespiral eller veksler overføres til vandet i varmesystemet.

Solfangere placeres ofte på bygningers tage, men der er også eksempler på integration i facader.



Figur 5: Princip af glasrørssolfanger

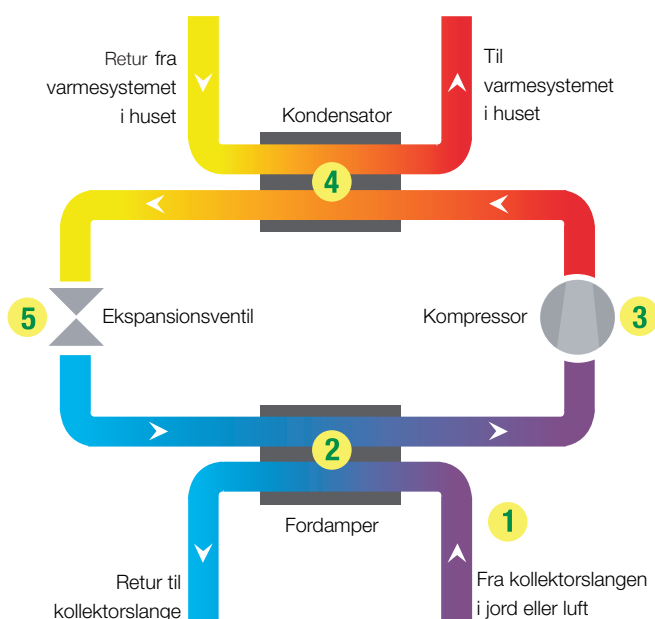
Kombinerende løsninger – solvarme og solceller

På markedet for solfangere og solceller findes der også kombinerede løsninger. Disse benævnes ofte PV/T (Photo Voltaic / Thermal) og angiver at der både produceres strøm og varme³. Modulerne er ikke særligt udbredte i Danmark. Fordelen ved denne kombinerede løsning er, at man kan maksimere udbyttet af f.eks. et givent tagareal. Særligt mange etageejendomme har et lille tagareal i forhold til bygningens samlede etageareal. Har man et ønske om at udnytte disse m² mest muligt, kan PV/T paneler være en mulighed.

Med den indstråling vi har i Danmark, får man imidlertid ikke fuld udnyttelse af den kombinerede teknologi, idet solcellerne under dansk klima ikke bliver så varme, at afkølingen via solfangeren på bagsiden løfter ydelsen nævneværdigt. Samtidig kan det også være svært selv på sommerdage at opvarme vandet i solfangeren tilstrækkeligt til at det kan anvendes direkte som brugsvand i vandhanerne. Vandets temperatur påvirkes nemlig i negativ retning af solcellerne, der så at sige hindrer en del af indstrålingen i at nå solfangeren.

2.2 VARMEPUMPER

I denne rapport er ”varmepumper” og ”jordvarme” adskilt. Med varmepumper menes i denne sammenhæng luft til luft og luft til vand varmepumper. Jordvarme omfatter både horisontal og vertikal jordvarme.



PV/T-Modul

Luft til vand

Luft til vand varmepumper er i stigende udbredelse i Danmark. Det skyldes ikke mindst de støtteordninger, der findes, f.eks. ved konvertering fra oliefyr til varmepumpe som opvarmningsform. Luft til vand varmepumpen henter sin energi fra udeluften. Princippet er vist i figuren til venstre.

Energien hentes fra udeluften ved at et underafkølet kølemiddel opvarmes og fordampes af udeluften via en veksler i varmepumpen. Det nu lidt varmere og fordampede kølemiddel ledes gennem en eldrevet kompressor, hvor trykket i kølemidlet forøges. Sammen med trykændringen sker der også en temperaturstigning. Det nu varmere kølemiddel kan herefter afgive sin varme til varmeanlægget ved en temperatur, der kan anvendes til f.eks. opvarmning af brugsvand eller rumopvarmning. Som et led i overførsel af varme til varmesystemet sker der en kondensering af kølemidlet og det overgår fra damp til væske. Herefter ledes dampen forbi en ekspansionsventil hvor trykket, og dermed også temperaturen, aftager, og kølemidlet kan nu igen optage varme fra udeluften.

Der findes en række producenter og importører på det danske marked, og der er findes en ordning for installatører (varmepumpeordningen), hvis formål er at uddanne installatører.

Figur 6: Princip for luft-vand-varmepumpe

3. For yderligere information omkring PV/T henvises til <http://archive.iea-shc.org/task35/>

Væske til vand

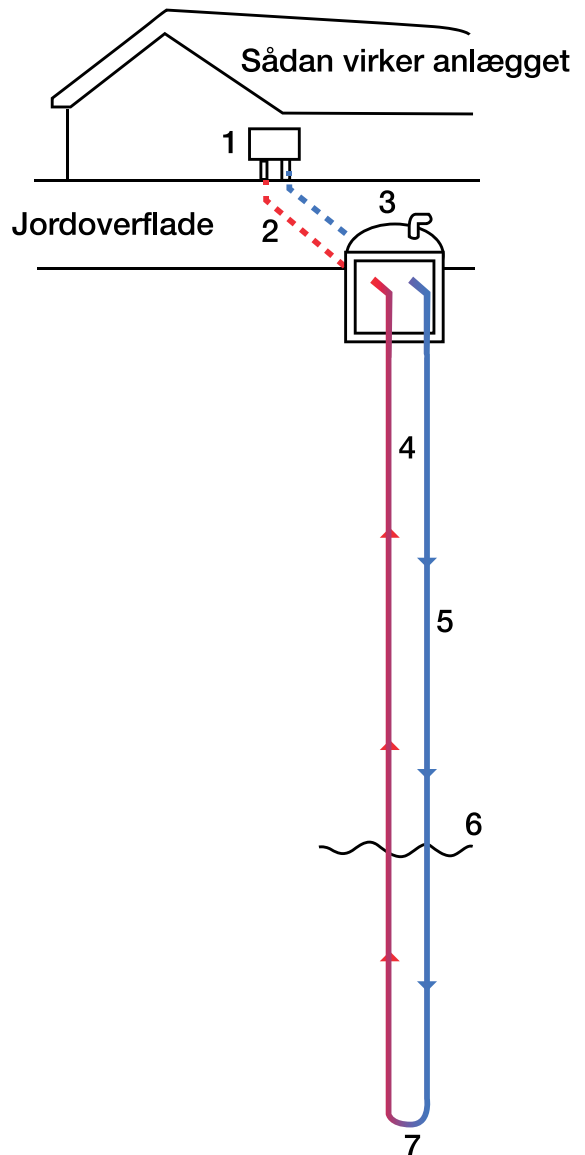
Væske til vand varmepumper findes i forskellige udgaver. Normalt skelnes der mellem horisontale jordanlæg, vertikale jordanlæg, hav / sø anlæg og ATEs anlæg / grundvandsvarmepumper. Betegnelsen afhænger altså af, hvorfra energien hentes til fordampning. Væske til vand varmepumpen har samme virkemåde som luft til vand løsningen. Forskellen er overordnet set kun at temperaturen på det medie, hvor varmen hentes, er forskellig.



Figur 7: Horisontal jordvarme

Da energien til opvarmning primært hentes fra jorden, skal der tages højde for jordtype og evt. grundvandsforhold, når slangens længde dimensioneres. Effektoptaget kan typisk variere fra mellem 6 W/m til 20 W/m slange afhængig af jordtype. Da effektoptaget fra jorden er vigtig for varmepumpens årlige effektivitet, er en korrekt dimensioneret slangelængde, sammen med en korrekt dimensioneret varmepumpe, nøglen til et effektivt anlæg, der lever op til projektforsætningerne. Som undersøgelserne senere i denne rapport vil vise, har nogle kommuner desværre haft uheldige erfaringer med varmepumper. En hyppig årsag hertil er fejl i dimensionering af enten slangelængde eller varmepumpe.

De vertikale væske-vand systemer er kendetegnet ved at der (for enfamiliehuse) ofte kun bores én boring. Normalt bores ned til maksimalt 200-250 meter. For etageboliger eller andre større komplekser udføres der flere borer. Her er afstanden mellem borerne vigtig. Reglerne herfor er omtalt i jordvarmebekendtgørelsen.



Figur 8: Vertikal jordvarme

- Varmepumpen placeres i bryggers / teknikrum. Den omsætter jordvarmen til en temperatur, der passer til opvarmning af husets vand både til brugsvand og radiatorer / gulvvarme
- Varmen hentes ind via slanger, der forbinder varmepumpen og boringen med hinanden
- En lille inspektionsbrønd på 20 cm i højden og 50 cm i diameteren er alt, hvad det færdige anlæg fylder i haven
- Varmeslangerne indeholder en ipa-væske, der cirkulerer i de lukkede rør. Væsken bringer jordens varme op til varmepumpen, der bringer den videre til husets vandhaner og radiatorer

- ”Propper” for minimum hver 5 m skal sikre, at eventuel overfladeforurening ikke kan trænge ned til grundvandet, og at de forskellige lag med grundvand ikke kan ”kortslutte”. Proppen består af et tæt ler-materiale (bentonit). Nogle kommuner stiller krav om bentonit i hele boringens længde
- Grundvandsspejl – varmeslangerne skal bores så dybt ned, at de går igennem flere grundvandsspejle. Det skyldes, at de vandmættede sand- og gruslag har en højere varmeledningsevne
- Der bores typisk 120-180 m ned i jorden. Her er temperaturen ca. 8-12°.

Tilladelse til vertikale anlæg stiller normalt strengere krav til afstanden fra anlægget til indvindingsområder for grundvand. Derfor bør man i god tid afklare forhold om tilladelse med den lokale kommune. Væske til vand anlæg fås i størrelser tilpasset både enfamiliehuse og større bebyggelser. De større anlæg udføres ofte i så kaldte kaskade-løsninger hvor flere anlæg forbindes og til- og frakobles efter behov.

Jordvarme – både horisontal og vertikal kombineres i stigende grad med andre teknologier. Disse kombinationer er beskrevet i de følgende afsnit.

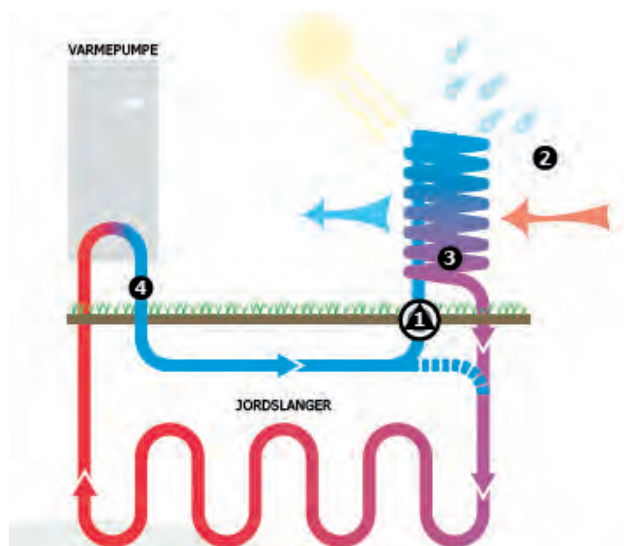
Kombinerede løsninger – Luft til vand- og væske til vand-varmepumper

De to nævnte typer af varmepumper kan kombineres. Her udnyttes det, at udeluften er varmere end jorden i nogle dele af året, og at jorden modsat er varmere end udeluften i andre dele af året. Et eksempel på en sådan kombination ses på figur 9.

Kombinationsløsningen kan også anvendes, hvis der ikke er plads nok på en given grund til alene at forsyne bygningen med energi fra jordslangerne. Endelig giver løsningen mulighed for at lagre energi fra luften til senere brug i jorden, hvis udeluft-temperaturen er højere end jordtemperaturen og anlægget ikke er i drift.

Kombinerede løsninger – Luft til vand-varmepumper og solvarme

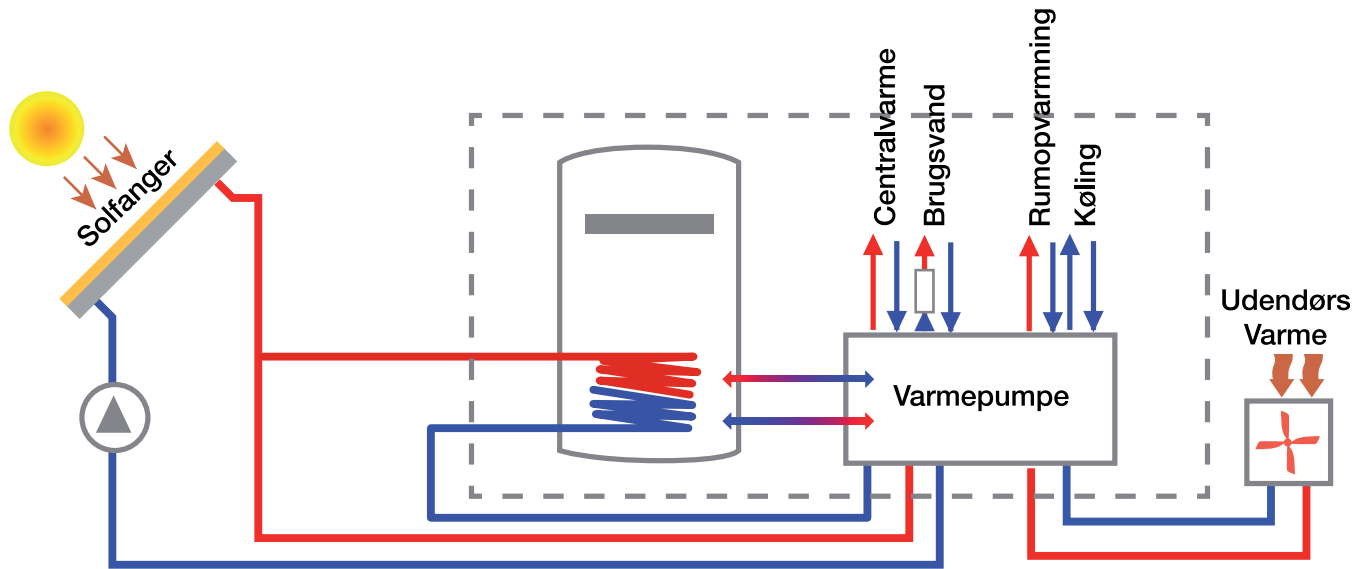
Luft-vand-varmepumpen kan kombineres med solvarme. Denne kombinationsmulighed optræder normalt i to forskellige varianter. I systemet vist på figur 10 kan solvarmen løbe di-



Figur 9: Kombination af væske-vand og luft-vand varmepumpe



rette til en beholder (via en varmespiral), men kan også løbe i beholderen via varmepumpen på dennes fordamperside. Er temperaturen i solvarmewæsken ikke varm nok til at løbe direkte i beholderen kan solvarmen stadig benyttes på varmepumpens fordamperside. I de perioder hvor solfangervæsken er varmere end udeluftens temperatur, kan der således opnås en forbedret effektivitet på varmepumpen, idet en højere temperatur på fordampersiden medfører bedre effektivitet på varmepumpen. Denne anlægstype er imidlertid endnu ikke tilgængelig på det danske marked.



Figur 10: Solvarme og luft til vand varmpumpe kombineret

Solvarme og luft til vand-varmepumper kan kombineres på andre måder. Et eksempel herpå er sol+ systemet fra Sonnenkraft. Solfangeren leverer varme til en beholder, hvor den kan lagres til senere brug. Er der varmtvandsbehov eller rumvarmebehov samtidig med at solen skinner, kan varmen ledes direkte fra solfangeren til opvarmning af brugsvand eller til afsætning i f.eks. gulvvarme. Når solvarmen ikke alene kan leverer tilstrækkelig varme, igangsættes varmepumpen og tilfører den nødvendige varme.

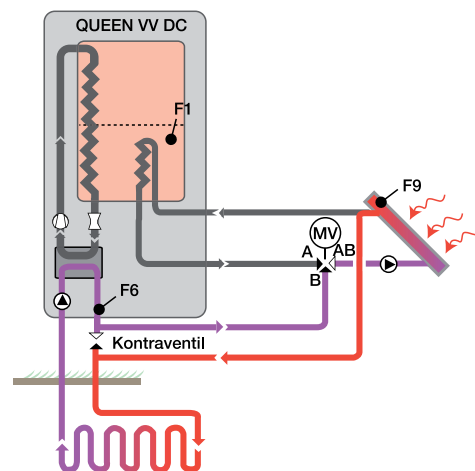
Kombinerede løsninger – Væske til vand-varmepumper og solvarme

Kombinationen af væske-vand varmepumper (typisk jordvarme) findes overordnet i to typer. Denne kombination indeholder 3 funktioner. Første funktion giver mulighed for at afsætte varme i jorden og dermed undgå overhedning af solfangeren. Overstiger beholderens bund en given temperatur ledes overskudsvarmen ud i jorden, hvor den afsættes via jordvarmeslangerne.

Anden funktion leder varme fra solfangeren ind i beholderen. Denne funktion er aktiv, når væsken i solfangeren er varmere end temperaturen i beholderens bund. Denne funktion er typisk anvendelig i sommerhalvåret.



Figur 11: Kombineret solvarme og luft-vand varmepumpen - sol+



Figur 12: Jordvarme kombineret med solvarme

Tredje funktion giver mulighed for at lede solfangerens væske ud i jorden, hvis solfangerens temperatur er højere end jordvarmens fremløbstemperatur. Dermed kan solfangervæsken også ved lavere temperaturer end krævet for anden funktion udnyttes til at skabe bedre arbejdsbetingelser for varmepumpen. Denne funktion er anvendelig i de perioder, hvor solen ikke har tilstrækkelig effekt til alene at kunne opvarme det varme brugsvand, men hvor bidraget fra solen alligevel medfører en temperatur i solfangeren, der er højere end jordtemperaturen.

Anden type har overordnet set samme virkemåde som forklaret ovenfor, men i stedet for at lede solfangervæsken gennem jorden i vinterperioden, tilføres energien fra solfangeren via en veksler til jordvarmens fremløb, hvorved fremløbstemperaturen til varmepumpen hæves og dermed forbedrer varmepumpens effektivitet.

Begge typer minimerer varmepumpens årlige el-behov ved at inddrage solfangeren til produktion af varme og varmt brugsvand enten via et direkte bidrag i sommersituationen eller via et indirekte bidrag i vinter situationen. Ifølge beregningerne fra DTU-Byg vil der med et kombi-varmeanlæg kunne opnås besparelser i energiomkostningerne på ca. 60 % i forhold til opvarmning med oliefyr på 33- 38 % i forhold til et rent varmepumpeanlæg, og på 30 % i forhold til et anlæg med varmepumpe og separat solvarmeanlæg. Besparelsen afhænger dog af bygningens energibehov samt fordeling af energibehovet mellem rumvarme og varmt brugsvand.

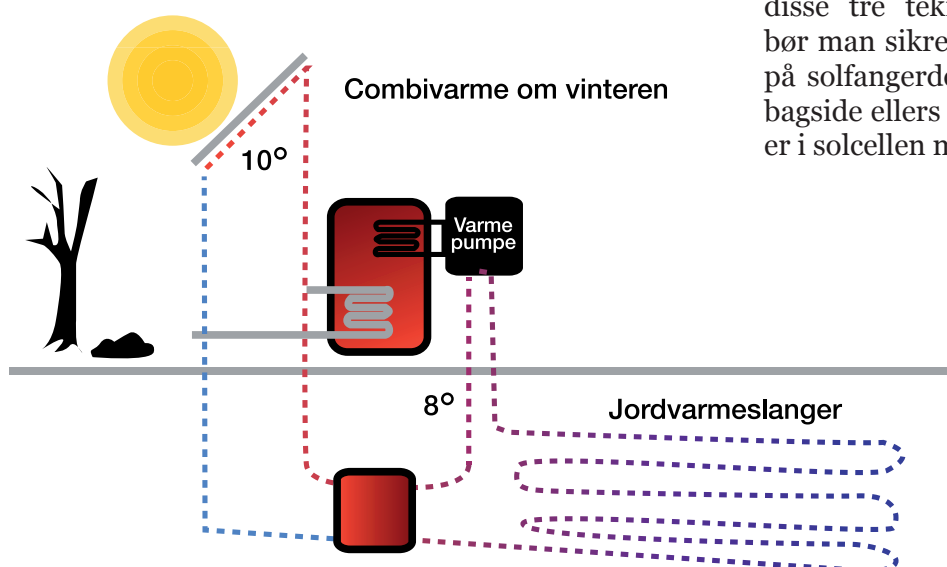
Kombinerede løsninger - Varmepumper, solvarme og solceller

De viste kombinationer mellem varmepumper og solvarme kan yderligere udbygges med solceller. Kombinationen mellem solfangere og solceller giver solcellerne bedre driftsbetingelser om sommeren idet disse afkøles via væsken i solfangeren. Et eksempel herpå kan ses på figur 14.



Figur 14: PV/T-panel - kombineret solfanger og solcelle

Kombineres denne teknologi med varmepumpen, kan varmepumpen drage fordele af kombinationen med solfangeren som beskrevet tidligere, og solcellerne kan drage fordel af kombinationen med solvarmen, da det vil medføre lidt højere ydelse for solcellerne. Med i betragtningen skal dog også tages, at solfangertemperaturen - afhængig af flow over solfangeren - ikke bliver så høj som ved en traditionel solfanger, idet solcellerne så at sige "skygger" for solfanger-delen. Dermed bliver udnyttelsen af solfangeren over året ikke så høj som ved installation af en solfanger alene, og det kan kræve større solfangerareal at opnå en tilstrækkelig temperatur - f.eks. i det varme brugsvand. Disse forhold bør overvejes inden disse tre teknologier kombineres. Samtidig bør man sikre sig, at der er tilstrækkeligt flow på solfangerdelen, da solfangerens isolerende bagside ellers kan medføre højere temperaturer i solcellen med lavere ydelse til følge.



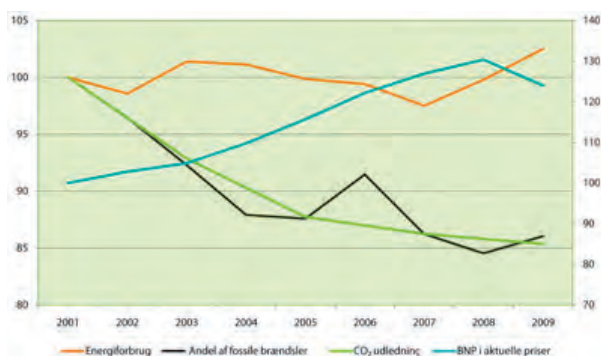
Figur 13: Kombineret solvarme og jordvarme - princip for vinterdrift

2.3 FJERNVARME

Fjernvarme er i dag den primære leverandør af varme til danske bygninger. 62% af alle danske husstande opvarmes med fjernvarme⁴. I forhold til planerne om grøn omstilling af det danske forsyningsnet, og ikke mindst i forhold til at øge andelen af vedvarende energi til forsyning af de eksisterende bygninger, spiller fjernvarme derfor en central rolle. Derfor arbejdes der også på flere fronter med at gøre fjernvarmen til en til stadighed mere bæredygtig forsyningsform. På den ene side arbejdes der med at øge andelen af vedvarende energi i fjernvarmeproduktionen, mens der på den anden side arbejdes med tekniske løsninger, der kan minimere fremløbstemperaturen og/eller forbedre afkølingen hos forbrugerne, så tabet i ledningsnettet mindskes.

Siden 1990 er fjernvarmeproduktionen steget med 40 %. I samme periode er CO₂-udledningen fra varmereproduktionen imidlertid faldet med 31 %. Det skyldes primært optimering af værkerne samt anvendelse af andre brændsler end fossile.

Figur 15 illustrerer et kontinuerligt fald i CO₂-udledningen og mængden af fossile brændsler pr. opvarmet areal med fjernvarme. Bemærk den økonomiske vækst i BNP i samme periode. Den lodrette akse til venstre angiver indeks med år 2001 som indeks 100. Den lodrette akse til højre angiver hhv. forbrug, udledning og BNP pr. opvarmet areal med fjernvarme⁵.



Figur 15: Fjernvarmebrug, andel af fossile brændsler og BNP i perioden 2001-2009

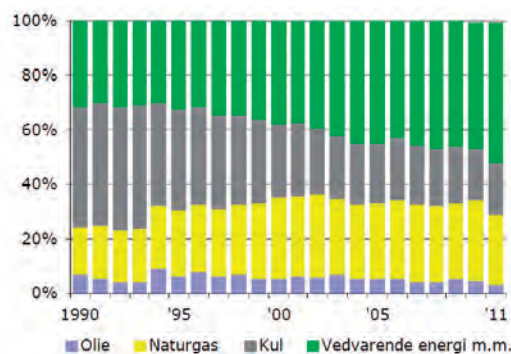
Alene i perioden fra 2001 til 2009 er andelen af fossile brændsler således faldet med ca. 15 %. Samme tendens findes i figur 16, der viser fordelingen af brændselstyper i fjernvarmeproduktionen siden 1990⁶.

Ud over de nævnte tiltag, har visse fjernvarmeværker på forsøgsbasis givet mulighed for reduktion af det faste areal- eller effektbidrag, såfremt der for eksisterende bygninger blev foretaget en energirenovering til f.eks. lavenergi klasse 2015. Reduktionen har været mellem 30 og 50 %. Dermed gøres fjernvarme yderligere konkurrencedygtig også ved reduktion i bygningers effekt og energibehov.

Kombinerende løsninger – Fjernvarme og varmepumper

Kombinerede løsninger med fjernvarme og varmepumper ses fortrinsvis i stor-skala til forsyning af etablerede eller nye fjernvarmeområder. Erfaringer fra Holland viser, at fjernvarmeværker har stor gavn af at være de bærende kræfter i udbredelsen og integrering af varmepumper. De to forsyningsformer fremtræder dermed i en ny kombineret form, og deres forhold ændrer sig populært sagt fra "competition" til "combination".

Fra at se varmepumperne som en konkurrent til fjernvarme er hollandske fjernvarmeselskaber begyndt at investere i varmepumper, eksempelvis er 80% af nye kunder de seneste år forsynet bl.a. via varmepumper. Varmepumper i fjernvarmesystemet kan også være med til at forsyne nye bydele.



Figur 16: Procentvis fordeling af brændselsforbrug til fjernvarmeproduktion i perioden 1990-2011

4. Dansk Fjernvarme

5. Dansk Fjernvarme

6. Energistyrelsen – www.ens.dk

Løsningen arbejder med tilkobling på fjernvarmens returledning. Via gulvvarme og en lavtemperatur varmeplade til ventilation, opvarmes både bygning og ventilationsluften (vinter). Via en varmepumpe løftes temperaturen fra 30-35°C i returledningen til 50-60°C for brugsvandsopvarmning. Løsningen er i figur 17 vist i kombination med et solfangeranlæg / PV-T anlæg. Systemet er ikke i produktion men afspejler en af mange muligheder for kombination af fjernvarme og varmepumpe-systemer.

Kombinerende løsninger – fjernvarme og solvarme

Fjernvarme og solvarme anses dog ofte som to ”konkurrerende” energiteknologier og i områder med fjernvarme vurderes solvarmen ofte til ikke at være rentabel at etablere grundet relativt lave udgifter pr. kWh fjernvarme. Man bør imidlertid foretage en analyse af de økonomiske forhold, da fjernvarmepriserne kan være meget varierende landet over. Samtidig afhænger solvarmens rentabilitet i høj grad af anlæggets udformning og effektivitet, herunder ikke mindst brugsvandsbehov og fangernes orientering og hældning.

Visse bygningsejere anser også installation af solvarme i fjernvarmeforsynede ejendomme som en form for forsikring mod fremtidige energiprisstigninger og etablerer dermed solvarme selv om rentabiliteten med de nuværende energipriser ikke nødvendigvis er til stede - set i relation til solvarmens forventede levetid.

I større skala som en del af en decentral forsyning fra f.eks. fjernvarmeverker, er der inden for de seneste år blevet opsat flere større solvarmeanlæg. I 2012 var der i alt 160.000 kvadratmeter dansk jord dækket af solvarmepaneller, og der forventes markant forøgelse af denne andel⁸. Den solvarme-baserede fjernvarme anvendes ofte i kombination med gas og kan derved særligt i sommerperioden reducere gasforbruget betydeligt. På hjemmesiden solvarmedata.dk kan man se en oversigt over større solvarmeanlæg knyttet til fjernvarmeproduktion samt den aktuelle produktion og solindstråling.

2.4 BIOMASSE

Dette afsnit om biomasse som alternativ til brug af olie og naturgas til boligopvarmning følger rapportens generelle afgrænsning, således at fokus primært er lagt på anvendelse i eksisterende etageejendomme og med en øvre grænse for varmeydelsen på 150 kW, altså små til mellemstore kedelanlæg.

Rapportens definitioner af begrebet biomasse indeholder såvel gængs træbaseret biomasse som træpiller og træflis beregnet til afbrænding i kedelanlæg, men også restprodukter fra husholdninger eller landbrug beregnet til forgasning. I følgende beskrivelse fokuseres der udelukkende på de træbaserede produkter til afbrænding, idet forgasningsteknologien endnu ikke er tilgængelig i småskala-anlæg på konkurrencedygtige vilkår. Ved en eventuel fremtidig gennemgang, er det imidlertid værd at have forgasningsteknologien i erindring. Forgasningsanlæg kan i fremtiden vise sig velegnet til at erstatte større naturgasfyrede centralkedler. Ligeledes kan kombianlæg, der både producerer strøm og varme, også vise sig interessante (også kendt som en Stirling motor)

Der ses bort fra egentlige brændeovne og pilleovne, der, selvom de benytter biomasse, ikke er velegnede til installation i etageejendomme. Dels kræves der adgang til skorsten, dels er risikoen for nabogener pga. røg høj, og endelig er fyringen den enkelte lejers ansvar.

På samme måde er halmfyr ikke behandlet. I den gældende bekendtgørelse om regulering af luftforurening fra fyringsanlæg til fast brændsel er halmfyr opstillet i landszone fritaget fra at opfylde krav til støvemission. Det indebærer i praksis at der ikke kan ske ny installation af halmfyr i byzone.

Der knytter sig endvidere en del praktiske problemer til fyring med halm. Selvom halm mange steder er lokalt tilgængelig som en billig form for biomasse, er der flere udfordringer forbundet med håndtering af halmen. Der kræves betydelig plads under tag til opbevaring af halmen, og i kraft af halmens svingende fugtindhold og halmkedlernes forbrændingsforhold,

8. ing.dk/artikel/sol-fjernvarme-breder-sig-i-danmark-129278



Foto 10: Eksempler på mindre pillekedel med eksternt magasin, på mindre kompaktanlæg og på mellemstor kedel til træflis/træpiller

er det vanskeligt at undgå en vis røgudvikling, der næppe vil være acceptabel i beboelseskvarterer. Ved fyring med halm er der endvidere en betydelig udvikling af aske og slagge, som jævnligt skal udrenses og bortskaffes.

Fastbrændselskedler beregnet til fyring med træflis og træpiller

Kedler beregnet til afbrænding af træpiller og træflis fås i mange størrelser, fra husstandsmodeller til store kedler og kan således tilpasses behovet. De små kedler er udelukkende beregnet til afbrænding af træpiller, men mellemstore kedler kan afbrænde både træpiller og træflis. Nogle også korn. Brændslet indføres automatisk, typisk ved hjælp af en snegl, i mængde tilpasset varmebehovet. Tilførslen af forbrændingsluft sker ligeledes automatisk, eventuelt styret ved hjælp af en iltsonde.

De små kedler kan have brændselsmagasin og kedel sammenbygget til en enhed, benævnt kompaktanlæg, eller de kan have et selvstændigt magasin. De større kedler derimod har som regel magasin og kedel som hver sin enhed. Magasinet kan også bestå i en silo som findes placeret udenfor selve kedelrummet. Valg af

type afhænger af pladsforhold og muligheder for håndtering og opbevaring af brændsel. Der findes kedler tilpasset ethvert behov og den enkelte kedel har yderligere et dynamikområde der tillader drift i intervallet 30 % - 100 % af nominal ydelse.

Så længe der er tale om kedler med automatisk brændselstilførsel (modsat portionsfyrede brændekedler) sker forbrændingen så kontrolleret, at røgudviklingen er minimal. Generelt gælder det, at større kedler ofte er forsynet med avancerede styreapparater til kontrol af forbrændingskvaliteten.

Det kan anbefales at søge faglig vejledning i valg af kedelanlæg, herunder hvilken maksimal ydelse kedlen skal have for at kunne levere den ønskede varmeydelse. Se også afsnittet om akkumuleringsbeholdere herunder.

Eksemplerne er tilfældigt valgt og repræsenterer ikke nogen præference for det ene fabrikat frem for det andet. En liste over godkendte biobrændselsanlæg findes på Teknologisk Instituts hjemmeside⁹.

9. www.biomasse.teknologisk.dk/kedler/listen_soegning.asp



11 Træpiller i løs vægt



12 Træpiller i sække



13 Træflis i henholdsvis løs vægt og bigbag



Brændsel

Træpiller fås i handlen enten i løs væg beregnet til at blive blæst ind i en silo eller anden form for magasin, eller sækket op i 16 eller 25 kg sække som leveres stakket på paller á 800-950 kg, og endelig i bigbags á 1.000 kg. Kvaliteten af træpiller kan være noget svingende, men også her gælder det at pris og kvalitet følges ad. De billigste træpiller giver gerne mere aske og mere slaggedannelse, så det bliver mere arbejdskrævende at passe fyret.

Træflis leveres gerne i løs vægt direkte fra skoven, men kan også fås i bigbags. Det kræver meget plads, og særligt håndteringsudstyr at fyre med træflis. Selvom træet ofte har ligget i skoven i 12 måneder, inden det flises, er fugtindholdet højt, og træflisen kan være angrebet af svampe og mikroorganismer, der bevirker tab af brændværdi.



15 Det er pladskrævende at opbevare træpiller i f.eks. kældre

Skorsten

Alle biobrændselskedler kræver tilslutning til en skorsten. Skorstenen skal kunne yde en sikker og effektiv bortledning af røggasserne fra forbrændingsprocessen, og være dimensioneret efter fyringsanlæggets specifikationer. I den eksisterende boligmasse ses oftest helt eller delvist indbyggede murede skorstene, eller skorstene opbygget af elementblokke. Nyere installationer kan være forsynet med en stål-skorsten, der evt. kan være fritstående.

Der findes specielle skorstene beregnet til kedler i kondenserende drift, hvor der sker bortledning af opsamlet kondensat fra skorstenens bund. Man kan også forbedre eksisterende skorstene ved montering af en kerne af enten keramisk materiale eller af rustfrit stål.

Røgen fra biobrændselsfyrede anlæg har en anderledes sammensætning, temperatur og fugtindhold, end røgen fra en oliekedel eller gaskedel. Navnlig kombinationen af lav afgangstemperatur og højt fugtindhold kan vise sig problematisk i forhold til en eksisterende skorsten. Hvis ikke der træffes forholdsregler overfor dannelse af kondens, kan resultatet let blive at den eksisterende skorsten nedbrydes eller tæres i løbet af få år.

Uanset om den eksisterende kedel er en oliekedel eller gaskedel, skal skorstensfejeren inddrages i vurderingen af en eksisterende skorstens egnethed (og lovlighed), ved omstilling til fyring med biobrændsel.

Hvis der ikke findes en eksisterende skorsten, skal projekteringen af anlægget omfatte etablering af ny skorsten, muret eller som stål-skorsten.

Akkumuleringsbeholder

Der kan være en række fordele forbundet ved at benytte en akkumuleringsbeholder sammen med biobrændselsanlæg. Akkumuleringsbeholderen tilbyder en buffer af varmt vand, så der ved spidslastsituationer kan trækkes mere varme ud af anlægget, end kedlen egentlig er i stand til at præstere. Derved kan en kedel dimensioneres mindre end det maksimale varmebehov, hvilket giver bedre driftsforhold om sommeren, når kedlen brænder på lavlast. En anden fordel ved akkumuleringsbeholderen er at kedlen vil komme til at brænde forholdsmæs-

sigt mere tid ved fuldlast, hvor forbrændingen er renere og energieffektiviteten høj.

En akkumuleringsbeholder kan også benyttes til at oplagre varme fra evt. solvarmeanlæg, og derved reducere behovet for varme fra biobrændselskedlen. Ved korrekt dimensioneret akkumuleringsbeholder og solvarmeanlæg, kan der måske helt slukkes for kedlen om sommeren, ligesom fyringssæsonen kan reduceres forår og efterår.

Driftsforhold

Biobrændselsfyrede anlæg kræver regelmæssigt tilsyn, rensning og vedligehold. Afhængig af størrelsen af brændselsmagasinet, skal der jævnligt påfyldes brændsel. Afbrænding af biobrændsel giver aske og evt. slaggedannelse. Træpiller af bedste kvalitet (A1) udvikler 0,5-0,7 % aske. Den laveste kvalitet (B) udvikler 2-3 % aske og træflis udvikler ligeledes 2-3 % aske. (alle procentangivelser som vægtprocent af brændslet). Afkølet og indpakket aske kan bortskaffes gennem dagrenovationen.

Alle størrelser af kedler kan fås med automatisk rensning, hvor aske og sod komprimeres i en beholder, hvilket muliggør længere tømningssintervaller.

Ud over det fugt der er bundet i brændslet, typisk 4-6 % for træpiller og betydeligt mere for flis, dannes fugt i forbrændingen som følge af reaktion mellem ilt fra forbrændingsluften og brint fra brændet. Fugten vil enten kunne ses som hvid vanddamp op ad skorstenen, eller der kan ske kondensering indvendigt i skorstenen. Ved nye skorstene beregnet til kondenserende drift, skal man være opmærksom på sikker og lovlig bortskaffelse af det opsamlede skorstens-kondensat.

3. BYGNINGS- TYPER

Generelt skelnes der ikke mellem VE-løsninger til nybyggeri og eksisterende bygninger eller mellem bygningskategorier. Det er oftest blot et spørgsmål om dimensionering af anlæggene. I denne analyse er der dog foretaget en afgrænsning til bygningskategorien ETAGEJENDOMME fra perioden 1850-2000¹⁰, dækkende over fem generiske typer. Men en række af de problemstillinger, der knytter sig til VE-løsninger til disse bygninger er mere eller mindre universelle i forhold til indpasning, drift og æstetik. Når der alligevel er foretaget en afgrænsning, skyldes det muligheden for derved at gå lidt dybere ned i specifikke forhold, der måtte knytte sig til de enkelte bygningskategorier. Det gælder fx typiske ejer- og brugerforhold.



Type 1: 1850-1890

Der findes rigtig mange etageejendomme fra denne periode, hvor Danmark for første gang oplevede et reelt byggeboom. Det hang sammen

med industrialiseringen af produktindustrien og tilflytningen fra land til by. Byggerierne blev i høj grad samlet i 'brokvarterer' i udkanten af de større købstæder, og er generelt opført efter de daværende, gængse konstruktionsprincipper og arkitektoniske (historicistiske) udtryk. Perioden ligger forud for betonens opfindelse, hvorfor fundamentene er opført i murværk, som generelt henstår som opfugtet i mere eller mindre grad. Facaderne var massive uden anden isolering end murværkets indbyggede evne til at modstå varmetab. Derved fik murtykkelsen en betydning for varmemeforbruget og komforten. Etageadskillelser mod kælder og uudnyttede tagetager var ligeledes uisolerede, bortset fra lerindskud, hvis formål primært var at dæmpe støj og brandspredning.

Opvarmningsformen var typisk kakkelovne med koks/briketter og fast brænde som fyrimiddel, senere kom petroleum til, efterfulgt af (fra koks- til oliefyrede) centralvarmeanlæg og endelig i de fleste større byer fjernvarme. Fra starten indeholdt kældrene opbevaringsrum til brændsel.

For at sikre et rimeligt indeklima indførtes efterhånden murede ventilationskanaler (aftræk), der fungerede ved almindelig varmeopdrift og undertryk ('skorstenseffekten'). Kanalerne var knyttet til køkken – og senere toiletfunktionen – og i nogle tilfælde kakkelovnene. Ellers foregik ventileringen af rummene ved naturlig ventilation gennem åbne vinduer. Hvor varmen blev oplevet som kostbar, blev udluftning gennem åbne vinduer dog ofte 'sparet'.

Forholdet til VE-løsninger

Bygningskategorien er relativt helstøbt arkitektonisk og er sjældent fritliggende, men findes hyppigst i karrébebyggelser, hvor placeringen har været bestemt af overordnede, byplanmæssige forhold og dermed kun i et vist omfang af orientering mod dagslys/sollys. Desuden er bebyggelsesprocenten høj på grund af lille grundareal. Endelig vil bygningskategorien overvejende være placeret i fjernvarmeforsynede områder. Disse forhold begrænser i overvejende grad brugen og effekten af (udvendige) VE-løsninger til solceller, hvor disse kan placeres på solorienterede facadepartier og tagflader, og vertikale termiske anlæg uden for fjernvarmeområder.

10. Yderligere informationer om bygningstyperne i kapitlet findes på www.danskebygningmodeller.dk



Type 2: 1890-1920

Byggeteknisk er der for denne types vedkommende generelt tale om en videreførelse af førnævnte periode, bortset fra at der begynder at optræde jern i etageadskillelser og facader. Det arkitektoniske udtryk ændres væk fra det historicistiske (midt- og sydeuropæisk inspirerede præg) mod mere nordeuropæisk udtryk, hvor der lægges vægt på mere spartansk udsmykning, og hvor udsmykningen i højere grad ligger i den (synlige) tekniske detalje – særligt repræsenteret i det murede byggeri. Det er i denne periode, at betonen begynder sit indtog i fundamenter (og i begrænset omfang al-

taner). Mod slutningen af perioden etableres indeliggende toiletter (individuelt i boliger eller fælles på hver etage), mens badmulighed er fælles i kælder. Undtagelsesvist etableres egentlige (men små) badeværelser i bedre borgerskabslejligheder.

Opvarmnings- og dermed energimæssigt er det i denne periode, at centralvarmeanlægge begynder at dukke op i nye lejligheder. Sammen med højere rumhøjde og generel større bevidsthed om folkesundhed medfører, at boligerne bliver bedre opvarmede og udluftede.

Forholdet til VE-løsninger

Generelt gælder samme forhold som for forrige bygningstype. Dog opstår der i denne periode et mere ensartet hierarki for for- og bagfacade, hvor det bliver en større udfordring at finde acceptable placeringer af solceller på facader, foruden at solceller på fx mansardtage af tegl er arkitektonisk mere problematisk end på f.eks. skifertage – eller flade tagpaptage, som er typiske i København og på Frederiksberg.

Type 3: 1920-1940

Inspireret af funktionalismen fra især Tyskland ændres etagebyggeriet ganske langsomt i retning af mere strømlinet og spartansk arkitektonisk udtryk. Anvendelse af indbygget jern i facader og etageadskillelser, og tilføjelse af altaner (som en kombination af komfort og afskaffelse af bitrappen) bliver udbredt. Samtidigt bliver facaderne generelt tyndere, hvilket skyldes en blanding af materialeknaphed og at byggeriet typisk bliver lidt lavere, hvorfor murtykkelsen i forhold til bæreevne og stabilitet kan reduceres. Der er også i denne periode at jernvinduer dukker op.



Opvarmnings- og energimæssigt sker der i denne periode et tilbageskridt, da de spinklere facader og generelt uudnyttede tageetager (oftest var tage næsten flade) krævede et større energiforbrug. Komfortmæssigt blev der i nogen grad kompenseret ved at reducere rumhøjden, rumstørrelserne og ved at skrue op for centralvarmeanlægget i kolde perioder – og at flytte lidt væk fra ydervæggene grundet træk eller kuldestråling fra vægoverfladerne. Indeliggende toiletter med badmulighed (i lejligheder) bliver mere almindeligt, hvilket ligeledes øger energiforbruget. Til gengæld blev der ikke bygget så mange af denne bygningstype på grund af den almindelige krise i samfundsökonomien.

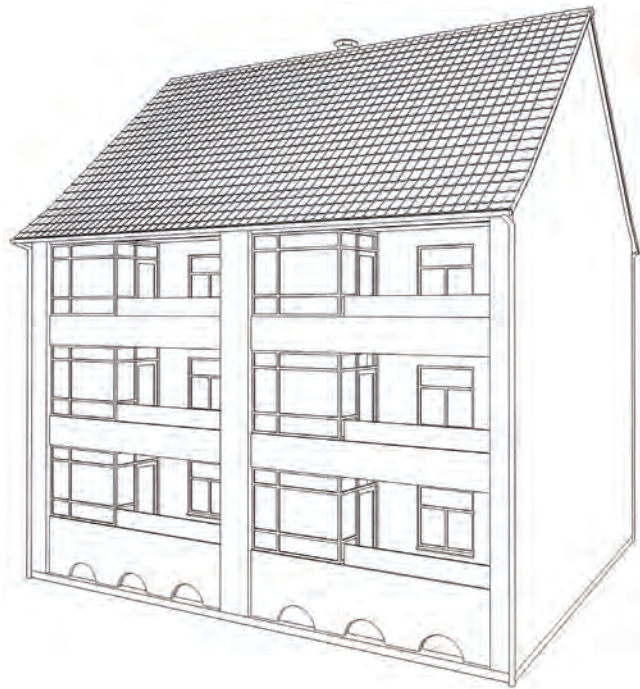
Forholdet til VE-løsninger

I modsætning til de to foregående bygningstyper er denne ofte fritliggende – solitært eller i klynger, hvor der placeringsmæssigt i nogen grad har været muligt at orientere bygningerne i forhold til sollys (passiv solvarme), hvilket i dag kan skabe en større effekt ved placering af solløsninger på disse bygninger. Der er dog endnu ingen eller i hvert fald få eksempler på større solanlæg på denne bygningstype, og der tilbagesår derfor diskussion af, om det er muligt at etablere sådanne anlæg hensigtsmæssigt på denne type.

En lavere bebyggelsesgrad, bl.a. grundet større grundareal, giver derimod større mulighed for horisontale (jord)varmepumpeanlæg og evt. biomasse og driftsmæssigt større fordele i større bebyggelser (klynger), der ofte repræsenterer samlede opvarmningsenheder (varmecentraler).

Type 4: 1940-1960

I en glidende overgang fra det spartanske i 1930-1940'ernes etagebyggeri kommer der i efterkrigstiden igen en større materiale-mæssig kvalitetsbevidsthed, der også skyldes en generel økonomisk fremgang. Byerne udvides med nye randområder, tendensen til at skabe mere lys og luft, som påbegyndes i 30-erne, fortsættes, samtidigt med at der byggeteknisk nu tænkes i hule facader med mulighed for hulmursisolering, samt tykkere vinduesglas og forsatsløsninger på vinduer. Træ udfases som bærende og stabiliserende byggekomponent, og centralvarme er nu udbredt og kakkellovne helt udfaset.



Forholdet til VE-løsninger

Placerings- og orienteringsmæssigt ligner denne bygningstype den forrige, idet der ofte i endnu højere grad har kunnet tages højde for optimerede lys- og solforhold, hvor man så at sige 'er startet på bar mark'. Facaderne på denne type (murede) byggeri er generelt egnede til hulmursisolering men arkitektonisk uhensigtsmæssige som underlag for fx solceller. Til gengæld rummer de større tagflader med højere rejsning ofte muligheder for større solcelle- og solvarmeanlæg, hvis der sker en æstetisk tilpasning. Etablering af solvarmeanlæggene er dog generelt afhængig af, om bebyggelserne ligger i fjernvarmeforsynede områder. Mht. termiske anlæg i tilknytning til varmecentraler gælder generelt samme forhold som for forrige bygningstype.

Type 5: 1960-2000

Fra begyndelsen af 1960'erne sker der et radikalt skift i byggestilen og -teknikken. Den præfabrikerede komponentproduktion i beton gør sit indtog og murstenen udfases i høj grad som 'teknisk' byggekomponent og har siden primært været anvendt som et æstetisk element. Betonelementerne og produktionsteknikker i tilknytning hertil bliver i høj grad styrende for arkitekturen i etagebyggeriet, og man kan sige at det spartanske udtryk fra 1930'erne på sin vis genindføres. Samtidigt gør de nye byggemetoder det muligt at bygge langt højere end tidligere, og den mere rationelle byggeproduktion øget antallet af boligenheder betragteligt.

Forholdet til VE-løsninger

I endnu højere grad end ved de to foregående bygningstyper er der placerings- og orienteringsmæssigt taget højde for optimerede lys- og solforhold. Facade- og tagelementerne er "sandwichopbygget" med mineraluld mellem betonpladerne og en række kuldebroer (som stadig kan forekomme i type 4) er blevet forbedrede på denne type. Der findes i dag en lang række eksempler på udvendig efterisolering af disse blokbebyggelser af mere eller mindre kvalitativ, arkitektonisk udførelse, men generelt er den energimæssige standard diskutabel.

Således er det denne type af bygninger, der rummer det største, uudnyttede potentiale mht. både energibesparende og -producerende tiltag. Dels er en lang række af disse bebyggel-

ser mindre arkitektonisk interessante, dels er der grundlæggende et samspil mellem de præfabrikerede byggetekniske og energiproducerende komponenter, der gør tilpasning lettere, dels rummer tagfladerne – uanset om de bibeholdes flade eller i nogen grad rejses – et stort arealmæssigt potentiale for solceller og -paneler (på flade tage monteres solelementerne på stativer, der kan placeres og orienteres, så der opnås maksimal effekt). Mht. til termiske anlæg gælder samme forhold som ved de forrige to typer.

Hvad angår indvendige forhold, vil der ofte kunne tilføjes aggregater og energioptimerede installationer relativt uproblematisk, da der normalt findes installationsskakte osv. i disse nyere bebyggelser.



4. ÆSTETIK

Kobling mellem synlige VE-løsninger og eksisterende bygninger giver en række æstetiske og konstruktionsmæssige udfordringer. I nybyggeri er det muligt at integrere synlige VE-løsninger, så de bliver et aktiv i forhold til både energiproduktionen og det arkitektoniske/konstruktive udtryk. Det er straks mere vanskeligt – og til tider problematisk – at ind- og tilpasse synlige VE-løsninger på eksisterende bygninger. Det gælder både i forhold til effektivitet i energiproduktionen, æstetikken og konstruktionerne, da de energiproducerende komponenter og installationer, inkl. monteringsbeslag, generelt ikke er udviklet under hensyntagen hertil. Dette faktum må og bør naturligt medføre nogle begrænsninger i forhold til beslutninger om at etablere VE-løsninger på f.eks. ældre etageejendomme.

Fra især solcellebranchen hævdes det, at der arbejdes på og allerede findes integrerede løsninger i f.eks. eksisterende tage, hvilket ikke bestrides, men derimod som udvikling hilses velkommen.

Nogle kommuner har indført en vis regulering via lokalplaner, bevaringsdeklarationer osv., og generelle fredningsbestemmelser er ligeledes med til at regulere hvad der kan gennemføres på visse ejendomme. Men en lang række kommuner afstår fra egentlige æstetiske reguleringer, hvilket ”solcelleeventyret” på enfamiliehusområdet i 2012 giver er et klart indtryk af. Her har alene nabogener i forhold til blænding/genskin og/eller varmepumpestøj spillet ind, mens egentlige arkitektoniske vurderinger og reguleringer af løsningerne generelt har været fraværende.

16 Eksempel på fuldt integrerede solceller i tagfladen



Set i et historisk perspektiv er denne problemstilling ikke ny, men ikke desto mindre problematisk. Fra 1970'erne og frem har særligt de danske provinsbyer og landområder været ukritisk eksperimentarium for nye byggematerialer og –komponenter. Som eksempler herpå kan nævnes vinduer med brede sprosser og buet glas til erstatning for kitfalsvinduer med plant glas, samt tagmaterialer af stål i illuderende udformninger og overflader som erstatning for plane skifermaterialer eller tagsten i tegl. I begge tilfælde er der tale om arkitektoniske fremmedelementer i forhold til bygningsernes oprindelige, arkitektoniske helhed. Der har så at sige bredt sig en mangel på æstetik, der blot er blevet forstærket af mange af de solcelle-/varme-løsninger, der i dag findes på et utal af enfamiliehuse over hele landet.

Ud fra en arkitektonisk og æstetisk synsvinkel må og bør dette ikke gentage sig i takt med at VE-løsninger udbredes til de større bygninger. Der må lægges pres på komponentproducenterne for at sikre et tilstrækkeligt fokus på, at en stor del af deres sortiment vil blive anvendt i den eksisterende bygningsmasse. Det betyder bl.a. udvikling af farvesortimentet på solcellefabrikanterne og fleksibiliteten i komponentsammensætningen, udvikling af designet på monteringsbeslagene og tilkoblingsinstallationerne, overgangsløsningerne mellem VE-løsningerne og de tilstødende bygningsdele samt af den udvendige del af varmepumper.

Men det betyder også forvaltning af et større ansvar hos de kommunale planlægnings- og byggesagsafdelinger, hos de rådgivende og projekterende arkitekter og ingeniører samt hos de udførende installatør- og montørvirksomheder, som på forskellig vis kommer i berøring med grundlaget for bygningsejerens beslutninger. Der må fra alle parter side arbejdes på at sikre en så høj grad af integration af løsningerne som muligt, og at synlige dele er veldesignede – gerne på basis af en dansk designtradition, upåagtet at størstedelen af komponenterne/aggregaterne er udenlandsk producerede til et internationalt marked.

Det vil naturligvis være vanskeligt at sikre, at æstetiske hensyn i alle tilfælde skal gå forud for en vedvarende energiproduktion, men problemstillingen bør være en skærpende om-

stændighed, der skal iagttages – særligt i de tilfælde, hvor der ikke er anden regulering og hvor effekten af en given VE-installation vil være tvivlsom. Eller med andre ord bør der altid foretages en helhedsvurdering af, hvorvidt VE-løsninger på eksisterende bygninger er fornuftige eller om der på anden vis kan kompenseres inden for energirammen. En vurdering, der i sidste ende naturligt må ske i et samspil mellem rådgivere og kommunale myndigheder.

Der findes heldigvis allerede en række gode eksempler¹¹ på fx solcelleinstallationer på større ejendomme, hvor æstetiske overvejelser omkring løsningerne kan formodes at have været en del af beslutningsgrundlaget. Men der bør arbejdes videre med at udvikle bedre løsninger, og føres en debat om, hvordan vi bedst sikrer vores bygningskultur og –arv for eftertiden, samtidigt med at energiproduktionen omlægges.

Se også afsnit 6.2 om æstetiske retningslinjer og afsnit 8.3 om bygherrerens overvejelser om emnet.

11. Se f.eks.: kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/solceller

5. LOVGIVNING

5.1 NATIONAL OG SPECIFIK VE-SYSTEMLOVGIVNING

Som tidligere nævnt kræver regeringens energiaftale fra 2012, at el- og varmforsyningen til den danske bygningsmasse i 2035 skal være 100 % dækket af vedvarende energi. Det svarer til at ca. hver fjerde husstand, der enten er olie- eller naturgasopvarmet i dag, over de næste godt 20 år skal have omlagt husstandens energiforsyning. Det svarer igen til en årlig omstilling af gennemsnitlig 25.000 husstande frem mod 2035. Omkring 60 % af disse husstande er naturgasopvarmede og 40 % er olieopvarmede i dag.

I energiaftalen er det aftalt fra 2013 at indføre et stop for installering af olie- og naturgasfyr i nye bygninger. Fra 2016 er det ikke muligt at installere oliefyr i eksisterende bygninger i områder med fjernvarme eller naturgas som alternativ. Uden for naturgas- og fjernvarmeområder er det fortsat muligt at installere oliefyr i eksisterende bygninger. Reglerne er gennemført ved en ændring af bygningsreglementet, der trådte i kraft 1. januar 2013.

Pr. 1. juni 2013 er der sket en omlægning af ordningen for lovpligtigt eftersyn af oliefyr med henblik på at erstatte bl.a. energieftersynet med andre mere effektive virkemidler, der kan fremme udskiftningen af ineffektive oliefyr til bl.a. VE-baserede varmekilder. Energistyrelsen opfordrer i stedet oliefyrsejerne til enten at få foretaget eftersynet frivilligt eller bedre at henvende sig til f.eks. Energitjenesten og derigennem få rådgivning om mulige vedvarende alternativer til oliefyret opvarmning.

Med baggrund i ovenstående er arbejdet med integration af VE-løsninger i eksisterende byggeri et højaktuelt emne. Samtidig er der gennem de seneste år på landsplan foretaget ændring i diverse subsidieordninger, med henblik på at skabe større incitamenter for implementering af VE i de eksisterende bygningers energiforsyning. Blandt disse kan på forbrugssiden nævnes en større prisreduktion for brug af el som opvarmningsform i f.eks. varmepumper. Samtidig arbejder flere fjernvarmeværker som tidligere nævnt med tilpasning af de faste

bidrag i forhold til bygningens isoleringsmæssige stand.

På produktionssiden kan nævnes ændrede støtteordninger for solceller, der åbner op for muligheden for nettoafregning for boligforeninger (private og almene) i såvel fælles el som i lejernes egetforbrug. Samtidig er der i Bygningsreglement 2010 stillet krav om, at der både ved nybyggeri og renovering uden for fjernvarmeområder skal etableres solfangere, såfremt varmtvandsforbruget overstiger en given tærskelværdi.

Disse konkrete eksempler på lovgivningsmæssige tiltag vil, afhængig af teknologi, på kortere eller længere sigt afstedkomme større efterspørgsel efter VE-løsninger.

I det følgende opdeles den nationale lovgivning i forhold til VE-teknologierne i kapitlet om VE-løsninger.

5.2 DEN NATIONALE LOVGIVNING OPDELT I FORHOLD TIL VE-TEKNOLOGI

Solceller

Byggelovgivning

I forhold til den nationale lovgivning er det vigtigt at skelne mellem byggelovgivningen og lokalplan-lovgivningen. Byggelovgivning gælder generelt for hele landet, hvorimod der i lokalplanlovgivningen kan være forskelle de enkelte områder i mellem - i relation til de krav der stilles, og vejledninger der bør følges, hvis man ønsker at opsætte et solfangeranlæg.

Byggeloven, herunder særligt Bbygningsreglement 2010, opstiller en række krav, der skal opfyldes med henblik på at få tilladelse til at opsætte såvel solcelle- som solfangeranlæg, når:

- Solceller opsættes på jorden
- Anlægget opsættes på bygninger, som f.eks. erhvervsbygninger, skoler, ridehaller og etageboliger, der ikke er omfattet jf. BR10. kap. 1.3.1. og 1.3.2. stk. 1 og 2
- Anlægget er uden for byggeretten jf. BR10 kap. 1.6. F.eks. hvis det placeres på et carporttag som er, eller bliver, højere end 2,5 m inden for 2,5 m fra skel.

Modsat skal der ikke søges om byggetilladelse når:

- Anlægget opsættes på og parallelt med tagfladen på enfamiliehuse, rækkehuse, udhuse m.m., og det overholder byggeretten jf. BR10 kap. 1.6 stk. 1 nr. 1
- Hvis anlægget etableres på stativer på et fladt tag på enfamiliehuse, sommerhuse, rækkehuse, udhuse mm, og det overholder byggeretten og ikke er væsentligt i størrelse og omfang i forhold til omgivelserne
- Når anlægget opsættes indenfor byggeretten.

Afregningsregler

Solcellelovgivningen har inden for de seneste års tid gennemløbet en proces, der har medført uklarhed omkring solcellers fremtid som VET-teknologi i det eksisterende byggeri. Med den seneste ændring af 28.6.2013 synes lovgivningen for enfamiliehuse samt private og almene boligselskaber imidlertid at være fastlagt, og reglerne med indflydelse på det økonomiske grundlag og perspektiv for investering i solceller kan dermed tages i anvendelse. Dog mangler reglerne omkring prissætning af el solgt til nettet stadig EU-godkendelse, idet der er tale om en kunstigt forhøjet pris og dermed en statsstøtte.

For private forbrugere medfører reglerne, at der i stedet for den tidligere nettoafregning på årsbasis nu nettoafregnes på timebasis. Ud fra samtidig måling af produktion og forbrug, kortlægges det således om produktion af strøm sker inden for samme time, som det forbruges. Er dette tilfældet kan der ske en nettoafregning.

Samtidig kan man som privat forbruger ansøge om at blive en del af en pulje hos energinet.dk. Man søger om at blive en del af puljen, såfremt man ønsker at få del i en evt. forhøjet pris for den strøm, der sælges. Man har fra regeringens side fastlagt et loft for denne pulje på maksimalt 20 MWp installeret effekt pr. år. Puljen omfatter private tagplacerede og jordplacerede anlæg tilsluttet i egen forbrugsinstallation med en maksimal installeret effekt på 6 kWp pr. husstand.

Samtidig omfatter puljen anlæg placeret på taget eller integreret i boligblokke, hvor der nettoafregnes i den enkelte lejers elforbrug, såfremt anlægseffekten ikke overstiger 6 kWp pr. husstand.

Desuden omfatter puljen fællesanlæg placeret på taget eller integreret i bygninger. I denne kontekst kan fællesanlæg f.eks. være anlæg på taget af en boligblok, der producerer strøm til dækning af dele af det fælles el-behov.

Som reglerne er i dag, kan der for private forbrugere nettoafregnes for den del af strømmen, der produceres samtidig med at samme mængde forbruges. Nettoafregningen opnås uanset om man får del i den omtalte 20 MW-pulje. Med nettoafregning forstås fuld reduktion i elprisen inkl. afgifter. For den del, der produceres uden samtidigt forbrug, afregnes med 60 øre pr kWh i 10 år og herefter til markedspris.

Får man del i den afsatte pulje, vil man som privat, eller ved nettoafregning i den enkelte lejers elforbrug, opnå 1,30 kr./kWh strøm (2013 afregning) for den del, der produceres til salg til el-nettet, dvs. uden samtidig tilsvarende forbrug i husstanden. Afregningsprisen forudsatte ansøgning i 2013, og prisen nedsattes med 14 øre pr kWh pr. år. Ansøgninger i 2014, der får del i (2014) 20 MW-puljen, afregnes således med 1,16 kr. / kWh for el solgt til nettet. Pristillægget for den solgte strøm ydes i 10 år fra net-tilslutningstidspunktet. En forudsætning for at denne forhøjede salgspris til nettet kan opnås er, at subsidieordningen godkendes af EU-kommissionen.

Er der tale om et fællesanlæg under puljen, opnås 1,45 kr./kWh strøm (2013 afregning), der produceres til salg til el-nettet. Denne kWh-pris for solgt strøm reduceres med 17 øre pr. kWh pr. år. Ansøgninger i 2014 der får del i (2014) 20 MW-puljen afregnes således med 1,28 kr./kWh for el solgt til nettet. Hvad enten der er tale om anlæg tilsluttet egen forbrugsinstallation eller anlæg under betegnelsen "fællesanlæg", reduceres afregningsprisen efter 10 år, så der herefter opnås markedspris.

Da EU-kommissionen ikke har nået at godkende reglerne i 2013 er 2013-puljen overgået til 2014. Har man søgt i 2013, får man satsen svarende til 2013. Har man søgt i 2014, får man satsen svarende til 2014.

Lovteksten, der ligger bag ovenstående, kan læses i sin helhed på folketingstidende.dk¹².

Ud over ovenstående regler, der både henviser sig til private boligejere og almene boligforeninger, findes der yderligere et regelsæt for boligforeninger, som præciserer hvilke muligheder og krav, der opsættes for at en boligforening kan nettoafregne i en lejers elforbrug.

Disse krav omfatter både krav til lejeren og til boligforeningen og desuden hvilke ejer-/lejerforhold, der gør sig gældende i forhold til solcelleanlægget, samt i forhold til afregning for den producerede og forbrugte strøm. Ydermere behandles udfordringerne omkring lejernes ret til individuelt valg af forsyningsvirksomhed. De væsentligste hovedpunkter af denne lovgivning er beskrevet i nedenstående. Der er tale om to modeller for afregning - en individuel model og en kollektiv model.

Individuel model (såfremt støtteregler godkendes af EU kommissionen)

Anlæg for nettoafregning i lejers elforbrug (tagplacerede):

- Overskudsproduktion, som ikke anvendes time for time, betales med kr. 1,30 kr./kWh (2013 pris) i 10 år, herefter markedspris
- Anlægget er tilsluttet i den enkelt lejers el-installation, men ejet af udlejer
- Lejer har kontraktforholdet med og afregner med elforsyningsselskabet
- Produktion, der anvendes inden for samme time afregnes 1:1 og der betales ikke afgifter af disse kWh
- Strøm, der købes fra el-nettet, betales der for som normalt (inkl. afgifter)
- Typisk tæt-lav-byggeri eller fritliggende lejeboliger.

Kollektiv model (såfremt støtteregler godkendes af EU kommissionen)

Anlæg for nettoafregning i lejers elforbrug (tagplacerede anlæg):

- Overskudsproduktion som ikke anvendes time for time, betales med kr. 1,30kr./kWh (2013 pris) i 10 år, herefter markedspris.

- Anlæg er tilsluttet ejers elinstallation og ejes af udlejer
- Kræver bimålere i hvert lejemål for fordeling af forbrug og produktion
- Beboere skal på afdelingsmødet beslutte at foretage fordeling af elforbrug til andet end opvarmning (husholdnings-el) med 6 ugers varsel
- Udlejer forestår opgørelse af forbrug og produktion på lejers vegne
- Udlejer skal opgøre sine samlede udgifter som el-leverandør til lejer. Herfra fratrækkes udlejers indtægt ved salg af el til el-nettet. Og den enkelte lejers refusion opgøres herefter ud fra dennes timeopgjorte forbrug
- Solcelleanlæg anses som en forbedring af lejemålet og kan medføre en huslejeforhøjelse
- Udlejer er forpligtet til at vedligeholde anlægget
- Vælges en anden forsyningsvirksomhed end udlejers, skal der stadig betales vedligeholdelsestillæg (over huslejen), men man vil ikke modtage del i 'indtægten' fra solcelleanlægget.

Det skal i øvrigt bemærkes at støttesatserne ikke pristalsreguleres.

Lovteksten, samt bemærkninger til lovforlaget, der ligger til grund for ovenstående beskrivelse af afregningsregler ved lejeboliger, kan ses i sin helhed på www.folketingstidende.dk¹³.

Refleksion

Der findes i dag ikke en egentlig national lovgivning omkring refleksion fra solceller. Samtidig findes der ikke en egentlig standard for beregning af blænding fra solceller. Der har været tendens til at anvende samme standard som ved beregning af blænding fra glas, men denne metode er ikke direkte anvendelig for solceller, idet refleksionen herfra til dels består af refleksion fra solcelleoverfalden og fra glasoverfladen.

Udfordringer omkring blænding vurderes dog for nedadgående, idet man i takt med ønsket om at maksimere energiudbyttet gerne vil absorbere sollyset og dermed samtidig ser en reduktion af refleksionen fra solcellerne. Samtidigt findes der løsningsmuligheder for særligt følsomme områder eller projekter med særlige blændingsrisici, idet man med forskellig ruhed

12. folketingstidende.dk/Rlpdf/samling/20121/lovforslag/L199/20121_L199_som_vedtaget.pdf

34 | 13. folketingstidende.dk/Rlpdf/samling/20121/lovforslag/L221/20121_L221_som_fremsat.pdf



Figur 18: Refleksion fra 3 solcellemoduler med forskellig ruhed i overfladen

på solcellemodulernes overflade kan skabe en mere diffus spredning af refleksionerne, der ikke på samme måde vil virke generende.

Solvarme

Solvarme anvendes i dag bredt i byggeriet, både som mindre anlæg til enfamiliehuse, som mellemstore anlæg på fx boligblokke og som store anlæg i forbindelse med fjernvarmeværker. I denne rapport behandles udelukkende solvarmeanlæg til egen-forsyning og således ikke anlæg i forbindelse med fjernvarmeværker.

Med ændringer af Bygningsreglementet BR10 gældende fra 1.1.2011 blev det indført som krav, at nyopførte bygninger med et varmtvandsforbrug på mere end 2.000 liter pr. døgn, der samtidig er placeret udenfor fjernvarmeområder, skal forsynes med solvarmeanlæg af en størrelse, der mindst dækker 95 % af energiforbruget til varmt brugsvand i månederne maj til september. Kravet kan dog fraviges, hvis der ikke findes egnet tagflade hertil eller hvis der er tale om en renovering, hvor investeringen ikke er rentabel jf. BR10 kap. 7.4.

I forhold til byggeloven og spørgsmålet omkring krav om ansøgning af byggetilladelse, gælder generelt de samme retningslinjer omkring tilladelser som ved solcelleanlæg (se tidligere afsnit herom). Generelt bør man dog altid konsultere sin lokale kommune så man sikre sig at de nødvendige tilladelser indhentes.

Refleksion

Som det er beskrevet under afsnittet omhandlende den lokale lovgivning, behandles solfangere og solceller ofte under ét, når der er

tal om blanding. Lokalplanlovgivningen i de enkelte kommuner og de krav og anbefalinger, der opstilles her, er dermed ens for de to teknologier¹⁴.

Varmepumper

Bygge- og miljølovgivning

Varmepumper er omtalt i byggelovgivningen i Bygningsreglement 2010, kap 8.6.4. For varmpumper gælder at de gængse typer skal overholde bestemte effektivitetskrav. Desuden er der pr. 1.7.2013 indført krav om at varmepumpeanlæg med et årligt elforbrug på mere end 3000 kWh skal måles. Bestemmelsen gælder både ved installation i nybyggeri og ved installation i eksisterende byggeri.

Når særligt luft-vand-varmpumper ønskes installeret er støj fra varmepumpens udvendige enhed et forhold, der typisk vil kunne være en barriere. Den udvendige varmepumpeenhed har to dominerende støjkluder:

- Ventilatoren, der suger luft henover en fordamperflade
- Kompressoren, der komprimerer kildemidlet

Støjen fra ventilatoren er susende og kan i nogle tilfælde indeholde en tone, som kan høres tydeligt i den øvrige støj. Støjen skyldes luftturbulensen omkring ventilatorens vinger, og den stiger meget kraftigt, når omdrejningshastigheden øges. En lille ventilator med høj hastighed støjer således betydeligt mere end en stor ventilator med lav hastighed – også selv om ydelsen på varmepumpen er den samme.

14. Eksempler herpå kan ses fx på

www.norddjurs.dk/borger/bolig-og-byggeri/byggeri/solfanger-solcelleanlaeg

www.alleroed.dk/borger/Bolig_Byggeri_Flytning/Byggeri/Solceller.aspx

www.ishoj.dk/indhold/ops%C3%A6tning-af-solcellepaneler-og-solfangere

Døgnperiode	Støjgrænse L_r for boligområder		
	Sommerhus-områder	Tæt lav boligområde (parcelhuse, rækkehuse mv.)	Etageboliger Blandet bolig og erhverv Det åbne land (enkeltliggende huse)
Hverdage kl. 07 – 18 Lørdage kl. 07 – 14	$L_r \leq 40$ dB	$L_r \leq 45$ dB	$L_r \leq 50-55$ dB
Hverdage kl. 18 – 22 Lørdage kl. 14 – 22 Søndage kl. 07 – 22	$L_r \leq 35$ dB	$L_r \leq 40$ dB	$L_r \leq 45$ dB
Alle dage kl. 22 – 07	$L_r \leq 35$ dB	$L_r \leq 35$ dB	$L_r \leq 40$ dB

Tabel 1: Uddrag af Miljøstyrelsens vejledende støjgrænser

Varmepumper er underlagt miljøloven på samme måde som virksomheder. Det betyder, at varmpumper skal overholde nogle støjgrænser ved skel. Det er som sådan kommunerne, der fastlægger støjgrænserne, men i praksis henvises der normalt til Miljøstyrelsens vejledende støjgrænser. Disse fremgår af Miljøstyrelsens vejledninger, der kan findes på www.mst.dk. Den vigtigste vejledning er her "ekstern støj fra virksomheder" (nr.5 / 1984).

Støjgrænserne varierer over døgnet. Natperioden vil altid have den laveste støjgrænse. Varmepumper producerer typisk mest varme i de tidligere morgentimer, hvor det er koldst og hvor der samtidig vil være behov for varmt brugsvand til f.eks. badning. Da natperioden går helt frem til kl. 7.00 om morgenen, er det derfor normalt støjgrænsen for natperioden, som i miljømæssig henseende bestemmer, hvor meget en varmpumpe må støje.

Støjgrænserne varierer også med områdets karakter, dvs. afhængigt af om der er tale om et parcelhusområde, etageboligområde eller et

industriområde. I størstedelen af tilfældene, hvor varmpumper installeres, gælder én af de støjgrænser, som er vist i tabel 1.

Støjgrænsen gælder lydtrykniveauet L_r som middel over en tidsperiode (som om natten er 30 minutter). Grænsen gælder hvor som helst hos naboen, men det vil som oftest være skel, hvortil der er den korteste afstand, og derfor angives det normalt som værende stedet, hvor til der måles til en beregning. Hvis støjen fra varmpumpen indeholder en tydelig hyle- eller brummetone tillægges støjen 5dB. Det vil sige der lægges 5dB til det støjniveau, der måles eller beregnes inden resultatet sammenlignes med grænseværdien. (Grontmij A/S, 2012).

En del af varmpumpeinstallationen befinder sig indendørs i det rum eller den bygning, som den betjener. Denne del af installationen kan også afgive støj. I Bygningsreglementet 2010 kap 6.4.2 fastlægges der grænser for støjniveau i boliger. Støjgrænserne kan anses for overholdt, når klasse C iht. DS 490 er overholdt. Se tabel 2.

Rumtype	Målestørrelse	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
I beboelsesrum og køkkener samt i fælles opholdsrum	$L_{\text{aeq},T}$	20 dB	25 dB	30 dB	35 dB

Tabel 2: Grænseværdier for støj fra tekniske installationer, angivet som højeste værdier for A-vægtede, ækvivalent lydtrykniveau $L_{\text{Aeq},T}$

Godkendelse – luft til vand

Når det drejer sig om nabostøj fra varmepumper, er det som nævnt kommunen, der er miljømyndighed. Kommunen er desuden myndighed i forhold til opfyldelse af de bygnings- og installationsmæssige forhold. Normalt skal der ikke søges om godkendelse i forhold til støjkrav ved kommunen. Reglerne om støj tages normalt først i anvendelse, hvis der indløber en klage til kommunen f.eks. fra naboer til et varmepumpeanlæg. Ønsker man at opsætte et varmepumpeanlæg, bør man dog have undersøgt støjniveau og afstande til naboer, inden anlægget erhverves, så det ikke efterfølgende skal flyttes pga. støj ved eventuelle klager.

Der skal i øvrigt ikke søges om godkendelse eller byggetilladelse, når man ønsker at installere en luft-vand varmepumpe.

Godkendelse – væske til vand

Der gælder generelt samme støjkrav for væske-vand-varmepumper som luft-vand varmepumper. Dog giver væske-vand-varmepumper sjældent anledning til eksterne støjgener, idet anlæggets fordamper og kompressor er placeret i den forsynede beboelse og derfor ikke afgiver støj til omkringliggende bebyggelser.

Til forskel fra luft til vand varmepumper skal der ved væske-vand-varmepumper, herunder jordvarme, foretages en miljøgodkendelse på det specifikke anlæg. Miljøgodkendelsen foretages ud fra en optegning af slangernes placering på grunden – typisk på en oversigtsplan / ledningsplan samt indberetning via et særskilt skema for jordvarmeanlæg. Et sådant skema kan findes via Miljøstyrelsens hjemmeside - for horisontale anlæg¹⁵ og for vertikale (borede anlæg)¹⁶. Endelig skal der foretages en færdigmelding af anlægget ud fra et særligt skema¹⁷.

En barriere for opstilling af væske-vand-varmepumper kan for horisontale anlæg typisk være

afstanden til private eller offentlige grundvandsboringer. Der findes klare regler, som er tilgængelige via de fleste kommunale hjemmesider. For vertikale anlæg bores der typisk ned til de grundvandsførende lag, hvorfor der her ofte er særligt skrappe krav til placering og ikke mindst udformning af borehul samt befæstning omkring boringerne. Nærmere retningslinjer findes i Miljøstyrelsen jordvarmebekendtgørelse¹⁸.

Afregningsregler

I byggerier, hvor varmepumpeanlæg installeres med henblik på at producere varme til hel eller delvis dækning af bygningens varmebehov, findes der særlige afregningsregler for den strøm, som varmepumpen forbruger. Såfremt varmepumpen placeres i en privat bolig gives der en reduktion af elafgiften for den del af elforbruget der overstiger 4000 kWh/år. Reduktionen udgør 41,4 øre / kWh (i 2013) og den vil fremgå af elregningen. Denne reduktion er henvendt mod boligejere, der har elvarme, jordvarme eller varmepumpe som hovedopvarmningskilde, men gælder kun for helårsbeboelse.

Fjernvarme

Krav til fjernvarme – særligt installationsmæssige – opstilles normalt af fjernvarmeværkerne og anviser hvorledes installationen i bygningen skal udføres, for at den overholder fjernvarmeværkets tekniske forskrifter. Ved renovering bibeholdes eller reduceres det eksisterende fjernvarmestik normalt, og foretages der gennemgribende renoveringer, har der i de senere år været tendens til at fjernvarmeværkerne tilbyder takstændringer, såfremt fjernvarmen anvendes i forbindelsen med renoveret byggeri eller nybyggeri, der opføres i lavenergi klasse 2015 eller bedre. Disse ændringer vedrører den faste del af fjernvarmeprisen, der typisk er forbundet til enten bygningens effektbehov eller BBR-areal. Et eksempel herpå er Af-faldsvarme Aarhus¹⁹. Her gives der 50 % rabat på det årlige effektbidrag. Ud over rabat til ny-

15. mst.dk/NR/rdonlyres/62882103-E3AD-4049-B791-6752FAA552D1/0/jordslange.doc

16. mst.dk/NR/rdonlyres/F4AAA4D6-ABE2-4343-A958-977B6600EC16/0/jordbor.doc

17. mst.dk/NR/rdonlyres/FD428D60-6F49-40E9-AD19-56C6DEB89D8A/63165/Skematilfrdigmeldingafjordvarmeanlg.doc

18. retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=158936&exp=1

19. aarhus.dk/~media/Subsites/AVA/Varme/Takster/Fjernvarme/2013/2013-Fjernvarmetakster-1-7-2013.pdf

20. fredericiafjernvarme.dk/showpage.php?pageid=111560

byggeri gives der også rabat ved renovering, såfremt samme energiklasse overholdes. Samme princip gælder for Fredericia kommune²⁰. Dog omtales rabatterne ikke i forbindelse med renovering. I begge tilfælde betales desuden også kun 50 % af investeringsbidraget.

Research på området viser, at mange andre fjernvarmeværker tilbyder reduktion ved nybyggeri. Nogle af værkerne tilbyder også nedsat bidrag ved renovering, men det anbefales, at man forhører sig hos sit lokale fjernvarmeværk, idet reduktionerne i forbindelse med renovering kan være bundet op på forskellige tillægskrav omkring renoveringens udførelsestidspunkt og omfang.

Ud over ovenstående reduktion giver visse fjernvarmeværker direkte tilskud til energiforbedrende tiltag. Disse tilskud er ofte en udmøntning af, at der fra regeringens side er stillet krav om en reduktion i varmeværkernes CO₂-udledning. Denne besparelse kan værkerne dels hente ved optimering af deres egen produktion og dels ved at forbrugerne har lavere varmebehov. Et eksempel herpå er igen Affaldsvarme Aarhus. Ved anmeldelse til fjernvarmeværket, gives der tilskud af forskellige størrelse til energiforbedringer af eksisterende byggerier. Ordningen er beskrevet på varmeværkets hjemmeside²¹.

Der gives tilskud til privatkunder og både til renovering af varmeanlæg, isolering af klimaskærmen samt ved udskiftning af vinduer. Dog stilles der krav til, at forbedringerne har en vis karakter, f.eks. skal der være tale om udskiftning til vinduer med energimærke A. Andre varmeværker stiller lignende ordninger til rådighed for deres kunder.

Biomasse

Inden konvertering af eksisterende olie- og gasfyr til biobrændselsfyr er det vigtigt at sætte sig ind i eventuelle lovgivningskrav. Danmark er

udfordret i forhold til EU's krav til luftkvalitet, hvor specielt nitrogenoxider (NO_x) udgør et problem i de større byer. Der er derfor fokus på kilder der bidrager til luftforurening, og der må ventes reviderede bestemmelser i de kommende år.

Bygningsreglementet stiller krav til bl.a. biomassekedlers energieffektivitet, kedelrums indretning og til aftrækkets beskaffenhed²².

Bygninger inddeles efter BR i anvendelses kategorier 1-6, afhængig af anvendelsen. Etageboliger, ungdomsboliger, gruppehuse mv. henregnes til anvendelseskategori 4, hvorefter opstilling af fyringsanlæg ikke kræver byggesagsbehandling, men kun anmeldelse. Vær opmærksom på evt. krav om byggesagsbehandling ved opstilling af eller udskiftning af fyringsanlæg i bygninger under de øvrige anvendelseskategorier.

Krav i bygningsreglementet er givet som funktionskrav. Se *Brandteknisk vejledning BTV nr. 32* for udmøntning af funktionskrav²³ eller *Atvejledning B.4.8*, der stiller krav til indretning og anvendelse af fyrede varmtvandsanlæg²⁴.

*Brændeovnsbekendtgørelsen*²⁵ (p.t. under revision) stiller krav til emissioner fra biobrændselskedler, og tillader kommuner at udarbejde lokale forskrifter for brug af brændeovne og biobrændselskedler. (Et kendt element i den igangværende revision er krav til skorstenes minimumshøjde).

Det forventes at en kommende revideret brændeovnsbekendtgørelse generelt vil indeholde skærpede grænseværdier for emissioner fra fyringsanlæg beregnet til fast brændsel. Se evt. høringsudkast på hoeringsportalen.dk/Hearing/Details/17369.

Bekendtgørelse om *Brandværnsforanstaltninger for skorstene og ildsteder*²⁶ stiller krav om

21. www.aarhus.dk/sitecore/content/Subsites/affaldvarmeaarhus/Home/Varme/Energiraadgivning/Energisparetilskud/Bonustilskud.aspx?sc_lang=da

22. <http://bygningsreglementet.dk/>

23. www.dbi-net.dk/btv_32_biobraendselsfyrede_centralvarmekedler.asp

24. <http://arbejdstilsynet.dk/~media/at/at/04-regler/05-at-vejledninger/b-vejledninger/b-4-8-indretning-og-anvendelse-fyrede-varmtvandsan/indretning-og-anvendelse-fyrede-varmtvandsanlaeg%20pdf.ashx>

25. www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=105319

26. www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=54633

fejning af skorstene og brandpræventivt tilsyn. I praksis indebærer det, at nye ildsteder skal godkendes af skorstensfejeren inden ibrugtagelse. Skorstensfejeren tilmelder ejendommens ildsted til kommunen, som ajourfører BBR-registreringen. Ildstedet tilmeldes samtidig regelmæssig fejning og rensning. Større anlæg skal byggesagsbehandles. Den enkelte kommune kan oplyse herom. Anlæg opstillet i anvendelseskategori 4 anmeldes kun.

Kommunale lokalplaner kan generelt udelukke etablering af biobrændselsfyrede anlæg i områder hvor der er adgang til fjernvarme. Kommunalbestyrelsen kan dog meddele dispensation. Kontakt den aktuelle kommunes tekniske forvaltning herom.

Andre relevante bestemmelser og anden information

Miljøzoner. Visse kommuner; København, Frederiksberg, Århus, Ålborg og Odense kan med baggrund i lov om Miljøzoner fra 2007 indføre Miljøzoner i afgrænsede bydele, hvilket indebærer særlige krav til forureningskilder, i første omfang primært krav til diesel køretøjers emissioner og brug af filtre. Det er værd at holde øje med om bestemmelserne om Miljøzoner senere udbygges til også at omfatte restriktioner til brug af biobrændselsfyrede anlæg.

Fælles EU-krav. EU er i gang med at udarbejde fælles europæiske krav til biobrændselskedlers energieffektivitet og emissioner. Hvis eller når kravene vedtages, indføres de som en forordning der har direkte retsvirkning i medlemslandene. Forordningen stimulerer bl.a. forhandlere af biobrændselsanlæg til at forsøge at sælge løsninger til forbrugere, som indeholder kombinationer af biobrændselskedler, avancerede termostatstyringer og solvarme. Fra 2016 kræves det at biobrændselskedler skal være forsynet med et energimærke, der angiver en aktuelle energieffektivitet på den allerede kendte A, B, C, D ... skala.

Formålet med krav om mærkning er, gennem oplysning om en kedels energieffektivitet, at synliggøre de forventede driftsomkostninger - som en beslutningsparameter på lige fod med anskaffelsesprisen.

Se listen over *godkendte biobrændselsanlæg* på Teknologisk Instituts hjemmeside²⁷.

5.3 LOVGIVNING – PLANLOVGIVNING/LOKALE BESTEMMELSER

Ud fra desk research gives der her eksempler²⁸ på, hvordan regioners og kommuners lovgivning på området er udformet, og hvorledes denne lovgivning påvirker integration af VE i det eksisterende byggeri. Der kan f.eks. være tale om lokalplaner, byplanvedtægter eller områdedeklarationer med både tekniske og arkitektoniske retningslinjer med betydning for VE-løsninger.

Solceller/solfangere

Opsætning af solceller og solfangere kan være reguleret af lokale forhold i form af kommune- og lokalplaner. Det er kundens (bygningsejers) eget ansvar – evt. sammen med rådgiver, leverandør/montør - at undersøge, om ejendommen er omfattet af gældende lokalplan, byvedtægt, deklARATIONER og/eller bevaringsværdier, og om disse restriktioner er tinglyst på den konkrete ejendom. Desuden skal bygningsejer afklare, om der kan være relevante restriktioner i vedtægter for eventuel grundejerforening.

Lokalplaner kan være vidt forskellige mellem kommunerne og ofte også imellem boligkvartererne i de enkelte byer. I mange tilfælde er der forskel på reglerne afhængig af byggestil, bygningsmæssige sammensætning og evt. fredningsmæssige forhold for dele af lokalplanens område. Endelig er der sjældent opstillet konkrete retningslinjer omkring anlæggets æstetik og særligt ikke, hvis der er tale om ældre lokalplaner gældende fra før solceller / solfangere blev almindelige i bybilledet. Det kan således være vanskeligt at navigere rundt i reglerne og få overblik over, om lokalplanen eller andre lokale bestemmelser overholdes.

Ifølge spørgeundersøgelsen udarbejdet i forbindelse med denne rapport angiver 24 % af kommunerne, at de har presedens for at tilpasse tidligere vedtagne lokalplaner, så der i højere grad skabes mulighed for at etablere byg-

27. biomasse.teknologisk.dk/kedler/listen_soegning.asp

28. ing.dk/artikel/hver-tiende-kommune-har-indfoert-aestetiske-krav-til-solceller-159385 eller www.aarhus.dk/da/borger/bolig-og-byggeri/Byggetilladelse/Solceller.aspx

ningsrelaterede VE-løsninger, mens 43 % ikke har denne presedens. De øvrige kommuner angiver en delvist presedens for tilpasningen.

Om en grund er omfattet af plankrav, kan ses i ejendommens skøde, på kommunens hjemmeside eller på www.plansystem.dk. Alternativt kan man få oplysning herom hos den lokale bygnings- eller planmyndighed. Som boligejer kan man få oplyst servitutter på sin ejendom på www.tinglysning.dk. Hvis gældende bestemmelser ikke overholdes, skal der ansøges om dispensation for at opsætte et solcelleanlæg.

Æstetiske retningslinjer

De mest udbredte farver for solcellepaneler er sort og mørkeblå. Jf. workshop omkring bygningsintegreret solenergi afholdt på Teknologisk Institut²⁹ vil det ofte have en indvirkning på bygningens udtryk. I dag placeres solceller både på tag, facade og evt. som værn på altaner, og store dele af bygningers ydre vil derfor kunne blive påvirket. I takt med solcellernes stigende udbredelse, bliver overordnede æstetiske retningslinjer for boligområder derfor stadig mere relevante.

Ifølge spørgeundersøgelsen blandt kommuner har ca. 1/3 af disse formuleret en generel arkitekturpolitik, og af disse har igen 1/3 udformet egentlige arkitektoniske retningslinjer for VE-løsninger³⁰. For de kommuner, der ikke har formuleret en decideret arkitekturpolitik gælder, at 38 % har indført retningslinjer for VE-løsninger i f.eks. lokalplaner eller lignende.

I den generelle debat omkring solceller er spejling / refleksioner fra solcellepaneler ofte genstand for megen diskussion. Da der jf. kapitel 5.2 ikke findes nationale retningslinjer på området, kræver netop dette område ofte lokale retningslinjer. Det afspejler sig også i besvarelserne, hvor 74 % af kommunerne helt eller delvist har procedurer for håndtering af refleksion/spejling for solceller og solfangere.



29. Workshop: Bygningsintegreret solenergi – Teknologisk institut 2. oktober 2012

30. Se f.eks. www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/solceller



6. ENERGIPLANER

Regeringens målsætning om at såvel varmesom elforsyning i 2050 skal være 100% vedvarende, stiller krav til en gradvis omstilling af det eksisterende energisystem og etablering af nye energiforsyningskilder baseret på vedvarende energi. I en sådan omstilling spiller muligheden for implementering af vedvarende energi i den eksisterende bygningsmasse en væsentlig rolle. Derfor har Energistyrelsen i 2014 givet tilsagn til 12 projekter³¹ med det formål at styrke den strategiske energiplanlægning i kommunerne. Projekterne spænder bredt fra energiscenarier for en hel region til en borgernær indsats for at fremme energibesparelser lokalt. Projekterne vil også undersøge, hvordan den langsigtede omstilling kan gennemføres mest omkostningseffektivt med bedst mulig indpasning af VE-løsninger som biogas, geotermi, vind og sol.

Denne viden er yderst relevant for branchen, der ønsker at kunne placere sig korrekt i forhold til netop spørgsmålet omkring den fremtidige energi-infrastruktur. Mere specifikt ønsker branchen klarere strategier for, hvordan man overordnet set ønsker at nå 2035-målet, så det bliver muligt at tilpasse sig disse strategier både teknisk/ forsyningsmæssigt og ikke mindst økonomisk.

6.1 Det nationale perspektiv

Ud over ønsket om et langsigtet økonomisk fundament for VE-løsninger er der også fra de forskellige interessenters side et udtalt ønske om kendskab til den langsigtede overordnede energistrategi på både kommunalt og nationalt plan. Bygningsejerne påpeger at de gerne vil tage hensyn til dette, når de skal vælge VE-løsninger, så deres bygninger kommer til at "samarbejde" med det nationale energisystem.

Rådgiverne nævner samstemmende at de savner information omkring den langsigtede nationale energistrategi og denne strategiske holdning til VE-løsninger, indfasningen af VE-løsninger, samt de betydninger det på lang sigt kan have for bygningsejerne. Her nævner rådgiverne muligheden for at interagere med kommende Smart Energy-systemer og hvilken energiproduktion, der med fordel kan placeres centralt i forbindelse med de enkelte

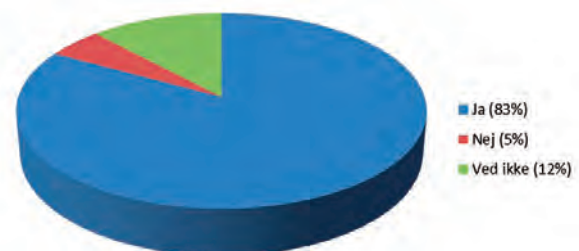
bygninger. Bygningsejerne nævner i denne sammenhæng, at med bygningernes lange levetid og ud fra den tendens at forsyningen ofte vedbliver at være den samme i mange år, er netop valg af forsyning sammen med kendskabet til de økonomiske forudsætninger, nøglen til en "fremtidssikret" forsyning og drift.

6.2 DET LOKALE PERSPEKTIV

Kommunernes rolle

Kommunerne spiller en central rolle i forhold til implementering af VE-løsninger i eksisterende bygninger. Både i forhold til implementering på egne bygninger, men også i forhold til andres mulighed for implementering via lokale regelsæt og vejledninger. På egne bygninger har kommunerne generelt et stort fokus, idet der for nogens vedkommende er sat mål op for CO₂-neutralitet for kommunen som helhed eller opsat mål om en årlig CO₂-besparelse. Samtidig stilles der ofte skrappe krav til nybyggeriets udledning. Enkelte kommuner har dog stadig ikke defineret en klar holdning til VE-løsninger, men har heller ikke som sådan nogen negativ holdning til VE-løsninger.

I mere end 80 % af de adspurgte kommuner er der generelt politisk opbakning til at fremme VE-løsninger i byggeriet. Opbakningen udspringer for nogle kommuners vedkommende af, at man har sat konkrete miljømål for kommunen – for eksempel CO₂-neutralitet i 2025. Her er etablering af VE-løsninger et af de værktøjer der anvendes. Andre kommuner arbejder med en procentvis reduktion i den årlige udledning af CO₂ og her kan etablering af VE-løsninger også medvirke til at målet opfyldes.



Figur 19: "Er der i din kommune generelt politisk opbakning til at fremme lokale, bygningsrelaterede VE-løsninger?"

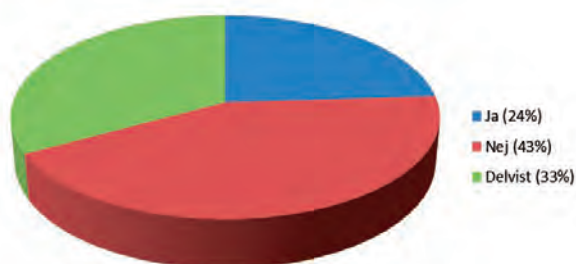
31. www.ens.dk/info/nyheder/nyhedsarkiv/19-mio-kr-strategisk-energiplanlaegning-kommunerne

I relation til energiforsyningen har kommunerne meget forskellige forudsætninger for at indarbejde VE-løsninger forsyningsnettet. Nogle er næsten udelukkende forsynet via fjernvarme med enkelte varmepumpeløsninger i nye bygninger, mens andre kommuner ligger uden for fjernvarmeområder og kan derfor ikke i samme grad få gavn af centrale optimeringer på energianlæggene. Blandt de adspurgte kommuner i undersøgelsen, der ikke har store kollektive forsyningsnet, nævnes muligheden for f.eks. at etablere en mere miljøvenlig energiforsyning ved at etablere biomasse og solvarme drevne varmekilder, som så kobles på nabokommunernes fjernvarmenet. Samtidig forsøges varmen anvendt i nye fjernvarmenet i egen kommune.

I relation til den kollektive forsyning og VE-løsninger nærer enkelte kommuner i øvrigt bekymring for, om deres elforsyningsnet vil kunne matche behovet, hvis mange borgere skifter til de eldrevne varmepumper, der i kolde perioder vil have stor samtidighed på driften. Det har dog endnu ikke ført til lovgivningsmæssige begrænsninger i forhold til anvendelse af varmepumper.

Som nævnt har kommunerne og den lovgivning, der udgår herfra, også betydning for implementering af VE-løsninger på øvrige bygninger i kommunen.

Et af de lovgivningsmæssige forhold, der har betydning for udbredelsen af VE i eksisterende bygninger, er lokalplanerne. Spørgesundersøgelsen har vist, at ca. 1/4 af kommunerne har presedens for at tilpasse tidligere lokalplaner, så der i højere grad skabes mulighed for at etablere bygningsrelaterede VE-løsninger.



Figur 20: "Presedens for at tilpasse tidligere lokalplaner, så der i højere grad kan etableres bygningsrelaterede VE-løsninger"?

Som det fremgår af figur 20 har ca. 40 % ikke foretaget disse tilpasninger.

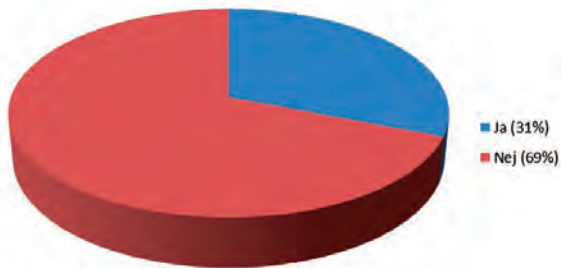
Det kunne umiddelbart antyde, at der ikke arbejdes på at fremme VE-løsninger i kommunalt regi, men rundbordsamtalerne har vist, at det ikke er tilfældet. Det er ikke alle kommuner, der finder behov for at tilrette lokalplaner, idet VE-løsningerne godt kan indarbejdes indenfor de eksisterende rammer. Hvis eksisterende lokalplaner giver bindinger, opfordrer kommunerne borgerne til at søge dispensation. Herefter vil man i mange tilfælde kunne nå til enighed omkring opsætning og fremtoning. Samtidig kan det være en meget krævende proces at ændre i lokalplaner for eksisterende områder. Kun hvis lokalplaner gentagende gange giver anledning til dispensationer, hvor der alligevel gives tilladelse, eller hvis der tages politiske beslutninger for et område, kan der blive tale om en ændring.

Særligt på de bevaringsværdige bygninger har lokalplanerne stor indflydelse på mulighederne for VE-løsninger. Her forsøger kommunerne at stille krav eller vejlede særligt i forhold til de æstetiske / arkitektoniske forhold. Visse bydele kan også have forbud mod synlige VE-løsninger. For de nye lokalplaner, der bliver udarbejdet, stilles der så høje krav til bygningernes energimæssige ydeevne (energirammen), at VE-løsninger næsten bliver obligatoriske. Visse kommuner arbejder desuden med lokalplaner der opererer med lavenergi byggeri på kommunens egne ejendomme.

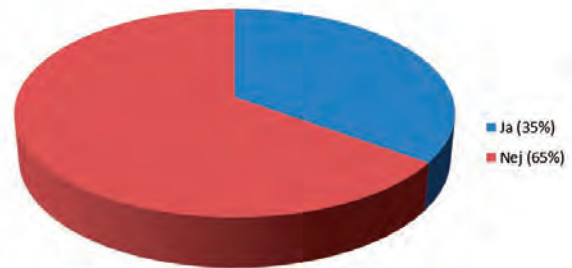
Lokalplaner, VE-løsninger og æstetiske / arkitektoniske retningslinjer

Undersøgelsen viser at 1/3 af kommunerne har en formuleret arkitekturpolitik. Af disse omfatter ca. 1/3 bygningsrelaterede VE løsninger. Det kan umiddelbart synes som få, men i tråd med tidligere er det ikke i sig selv begrænsende for at udbrede VE løsninger, idet man ofte kan behandle de indkomne ansøgninger inden for de eksisterende lokalplaner.

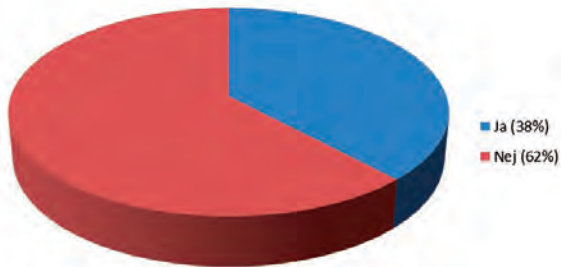
Af de 2/3-dele af kommunerne der ikke har defineret en arkitekturpolitik har ca. 40 % formuleret æstetiske retningslinjer. Rundbordsamtalerne har vist, at disse retningslinjer kan være udformet meget forskelligt og have forskellige temaer.



Figur 21: "Har kommunen formuleret en arkitekturpolitik?"



Figur 22: Hvis ja, omfatter den bygningsrelaterede VE-løsninger?"



Figur 23: Hvis nej, har din kommune på anden måde formuleret æstetiske retningslinjer, f.eks. i lokalplaner og lign. for etablering af VE-løsninger, evt. suppleret med eksempler på gode løsninger?"

Det mest fremtrædende tema er solceller og herunder solcellernes placering, holdningen til blanding, samt forholdet mellem den aktuelle bygning og den omkringliggende bygningsmasse.

Kommunerne forsøger at vejlede borgerne i forhold til placering. Det sker i nogle tilfælde med konkret dialog mellem borger og kommune, og i andre tilfælde ved at kommunen via hjemmesider viser eksempler på, hvordan man kan udføre anlæg, så de er tilpasset forskellige tagtyper eller bygningstyper. Et eksempel herpå er Københavns kommunes hjemmeside³², hvor man som borger kan hente information om blandt andet arkitektoniske retningslinjer, der både vejleder omkring forskellige placeringsmuligheder, og viser eksempler på integrerbare og ikke-integrerbare løsninger. Endelig tages der aktivt stilling til forhold omkring blanding.

Netop blanding er også omfattet af spørgeskemaundersøgelsen. Her viser det sig, at halvdelen af kommunerne har en fast procedure for håndtering af spejling / refleksion fra solceller. Procedurerne kan f.eks. bestå af krav om anti-

refleks glas, gennemførelse af nabohøringer og anvendelse af bestemte typer solceller. Kommunerne har desuden interne vejledninger der beskriver hvilke forhold de som myndighed skal være opmærksomme på. Endelig oplever fagfolkene i kommunerne, at politikerne ønsker "facitlister" omkring blanding / refleksion så der kan laves helt klare retningslinjer for området, og så disse retningslinjer kan tages i anvendelse ved f.eks. nabohøringer. Det har imidlertid vist sig svært at lave en sådan facitliste, da krav og metoder til bestemmelse af om disse krav overholdes, ikke er entydige. På dette område er der altså rum for udvikling af brancheanerkendte metoder.

Spørgeskemaundersøgelser og rundbordsamtaler med de øvrige parter i branchen har vist, at der i høj grad er et ønske om klarere regler i forhold til arkitektoniske / æstetiske forhold, og såvel arkitekter som ingeniører og bygherrer peger på at kommunerne sidder inde med nøglen til bedre arkitektoniske løsninger via lovgivning, særligt for enfamiliehussegmentet. Dette segment henvender sig ikke til professionelle rådgivere, og skal implementeringen af solceller her ske med arkitektur og æstetik for øje, er der behov for central regulering og lovgivning. Samtidig er der behov for, at få vist de gode eksempler så den enkelte kommende solcelle- eller varmepumpeejer kan hente inspiration til sit kommende anlæg.

De kommunale myndigheders erfaringer

Kommunernes erfaring med både godkendelser og med virkemåden af de praktiske anlæg har også været stigende. Af besvarelserne fremgår det, at ca. 60 % af kommunerne har givet tilladelse til etablering af solenergianlæg på etagebyggerier – ofte i forbindelse med renoveringer.

32. www.kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/solceller

Samtidig får kommunerne i stigende omfang tilbagemeldinger om de VE-løsninger, der er etableret. På solcelleområdet gælder det primært tilbagemeldinger omkring æstetiske forhold. For varmepumpeanlæg gælder det tilbagemeldinger om udfordringer med tilstrækkelig varme samt om støjgener fra naboer. Støjgener er primært luft-vand og luft-luft varmepumper. Men disse erfaringer i bagagen oplever kommunerne, at der er behov for information / rådgivning til borgerne – særligt da mange anlæg (både solvarme, solceller, varmepumper mv.) opsættes hos private uden tilhørende rådgivning fra uvildige, professionelle instanser. Kommunerne kan ikke selv indgå i denne rådgivning, da de må skelne klart mellem rollen som myndighed og rollen som rådgiver. I forhold til den generelle viden om VE-løsninger i branchen viser undersøgelsen et godt kendskab til de forskellige løsninger. Figur 24 viser fordelt på faggruppe, hvor stor en procentdel af respondenterne, der mener at have nogen eller højt kendskab til de enkelte VE teknologier.

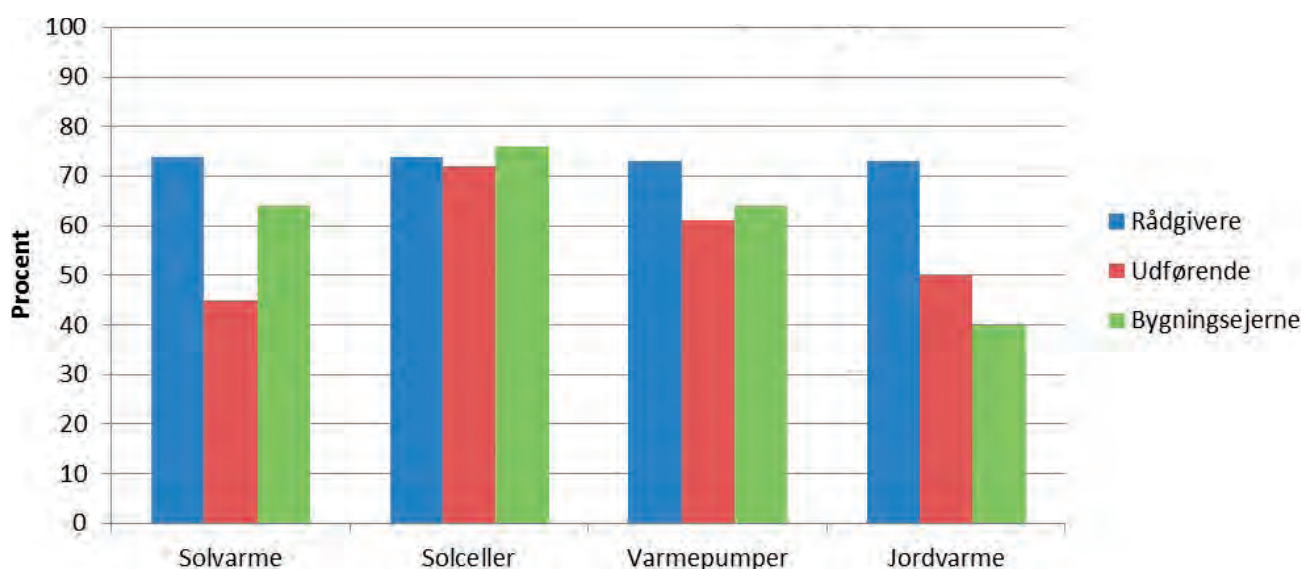
Der kan således identificeres et behov for, at den viden, som de professionelle er i besiddelse af, kommer ud til den private borger, idet kommunen oplever udfordringer med anlæg som burde kunne være undgået ved vejledning fra en professionel. Visse kommuner har som følge af disse fejl en høj grad af skepsis overfor særligt varmepumpe-løsninger. Den manglen-

de information / rådgivning i forbindelse med etablering af VE-anlæg og de deraf følgende problemer med anlæggene har altså resulteret i at visse typer af VE-løsninger ikke vinder positiv genklang, når der eksempelvis skal udformes nye lokalplaner.

En del af løsningen på udfordringerne omkring manglende viden hos borgerne kunne efter kommunernes vurdering være et uvildigt web-katalog. Således udtrykker hele 72 % af besvarelserne at denne form for information kunne være gavnlig. Godt 40 % foretrækker dialogmøder med borgerne. Kommunerne har god erfaring med denne type borger dialog - også i relation til at vejlede omkring æstetiske retningslinjer.

I forhold til varmepumper har rundbordsamtalerne også belyst, at grundvandsreserverne spiller en meget væsentlig rolle, når de enkelte kommuner arbejder med tilladelser til jordvarme – særligt de vertikale anlæg. Dermed kan potentialerne for særligt større varmepumpeanlæg være vidt forskellig afhængig af geografisk placering. Mange beboere – særligt i bykommunerne har heller ikke plads til de horisontale anlæg, hvorfor luft-luft eller luft-vand anlæg kommer på tale.

Figur 24: Andel af spørgeskema-besvarelserne med høj eller nogen grad af kendskab til VE-løsninger



7. MARKEDET

Der findes relativt få leverandører på markedet, der har ”flere varer på hylderne” og som derfor i nogen grad er i stand til at overskue og kombinere forskellige VE-systemer og -løsninger, dog primært i teknisk henseende. Ikke nok med at der jf. kapitel 2 findes mange forskellige løsninger og kombinationsmuligheder at vælge imellem, men løsningerne skal også ses i relation til den overordnede energiforsyning og de differentierede tilskud-/støttemuligheder og (netto)afregningsregler, der er knyttet til de forskellige løsninger. Markedet for VE-løsninger bliver dermed relativt uoverskueligt for de fleste af byggeriets aktører.

Der er ikke foretaget en egentlig markedsundersøgelse i denne fase, men emnet har været behandlet overordnet i spørgeskemaundersøgelsen og har været et centralt debattemne ved rundbordssamtalerne med de forskellige aktører i markedet. Det følgende udgør således et bud på markedets ’state of the art’ anno 2014 – set fra udvalgte aktørers side.

7.1 GENERELLE BETRAGTNINGER

Rundbordssamtalerne viser, at der i høj grad sker en sammenblanding af kunde- og bygningssegmenter i forhold til VE-løsninger, som gør det vanskeligere at skabe et klart overblik over markedets sammensætning og tilstand.

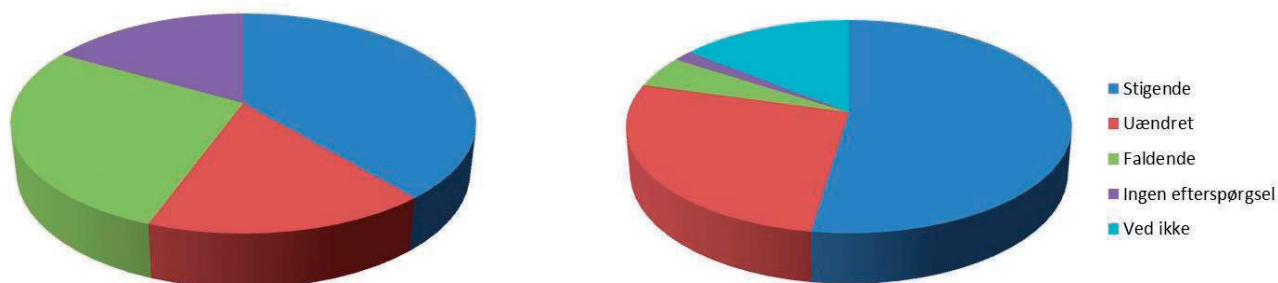
LEVERANDØR: ”MANGE FORVENTER JO EFTERHÅNDEN, AT MAN SKAL HAVE ET ELLER ANDET TILSKUD, FØREND DE VIL KØBE PRODUKTET OG HVIS IKKE, DER ER NOGET TILSKUD, SÅ VENTER DE PÅ, AT DET KOMMER. OG DET MÅ MAN SIGE ER RET GENERENDE”.

Leverandørernes, rådgiverenes og de udføres oplevelser af markedet er meget påvirket af, hvor der indtil nu har været en efterspørgsel og dermed er opnået erfaringer. Således tager udsagnene i debatten primært udgangspunkt i eksisterende enfamiliehuse (BTC-segmentet) og større nybyggeri (primært privat/offentlig erhvervs- og institutionsbyggeri, og i mindre grad nyere alment etageboligbyggeri).

Set i forhold til det bygningssegment, dvs. de eksisterende etagebyggerier med boliger og erhverv, som er omdrejningspunktet for denne undersøgelse, er markedserfaringerne til gengæld mere beskedne. Hos leverandørerne er der naturligt nok en bevidsthed om, at der i dette bygningssegment typisk er tale om ’projekter’, hvor det er rådgiverne og/eller de udførende (BTB-relationer), der er indfaldsvinklen til bygherrerne, når løsningerne implementeres i projekteringen. Men det gør samtidigt forholdene i denne del af markedet mere kompleks.

Leverandør-kunde-relationen i BTC-segmentet er retlinet, og loftet over investeringerne er forholdsvis transparent (ifølge flere leverandører ligger smertegrænsen for investeringer i energiløsninger blandt private boligejere typisk i omegnen af 120.000-130.000 kr.), mens de mere komplekse kunderelationer i BTB-segmentet ofte kræver mere økonomisk rådgivning, herunder inddragelse af særlige rådgivere på dette felt. I mellem disse to typer af kundesegmenter ligger ejerlejligheds- og andelsboligforeninger, der på den ene side er individuelle privatkunder og på den anden side er en del af et fællesskab med de deraf følgende beslutningsgange.

I mange tilfælde vil anlæggene til BTB-segmentet være at en størrelse, der kræver projektering, og hvor der kan være tekniske rådgivere involveret. Det kan f.eks. gælde, hvis de større eksisterende bygninger ligger i fjernvarmeforsynede områder, der gør etableringen af VE-løsninger og evt. kombinationen med anden forsyning mere kompleks - såvel teknisk som økonomisk, ligesom overvejelser som fornuften i bygningsrelaterede VE-løsninger contra større decentrale VE-anlæg i tilknytning til forsyningsværker trænger sig på.



Figur 25: De udførende leverandørers (tv.) henholdsvis de tekniske rådgiveres aktuelle oplevelser af markeds situationen

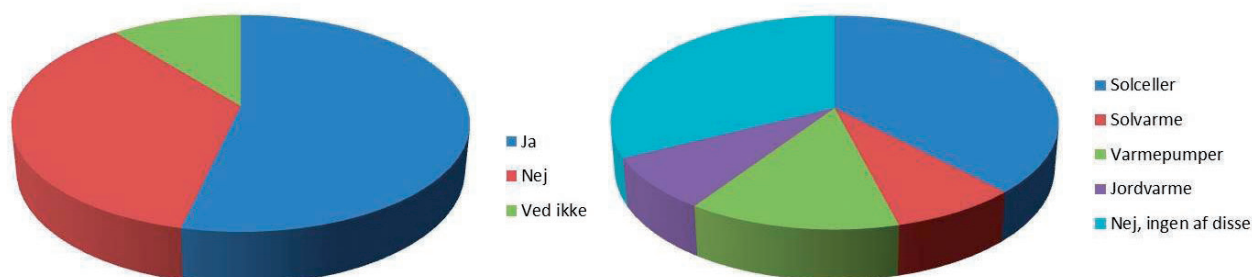
7.2. AKTUELLE FORVENTNINGER TIL MARKEDET

Spørgeundersøgelsen og rundbordssamtalerne viser, at der – når der ses bort fra eftervirkninger efter en ekstraordinære efterspørgsel efter solceller i 2012-2013, jf. nedenfor – er en vis forventning om en stigende efterspørgsel efter VE-løsninger generelt. Forskydninger i forventningerne, som ses af figur 25, kan bl.a. hænge sammen med, hvilken kontakt man har med beslutningstagerne, og hvor man befinder sig i leverancekæden. Det følgende afsnit beskriver relationen mellem markedet for de specifikke systemer /løsninger og den generelle energiplanlægning.

Blandt bygningsejerne svarer godt halvdelen, at de inden for 2-3 år planlægger at gennemføre større renoveringsarbejder på deres ejendomme, og blandt de der planlægger at gennemføre større renoveringer, påtænker mere end halvdelen at indarbejde VE-løsninger i projekterne (figur 26). Behovet for viden og kompetent, helhedsorienteret rådgivning er dermed yderst aktuell. *Læs mere herom i kapitel 8.*

LEVERANDØR: "EJERFORMEN ER EN STOR UDFORDRING. EJERLEJLIGHEDER HAR NORMALT IKKE MULIGHED FOR AT VEDTAGE TING, SOM DE IKKE ER TVUNGET TIL I HENHOLD TIL VEDTÆGTERNE. DE KAN KUN VEDTAGE LAVESTE FÆLLESNÆVNER. DET ER DERFOR KUN LØNSOMT AT OFRE VEJLEDNING OVER FOR FORBRUGERE, HVOR ET KVALIFICERET FLERTAL KAN STEMME EN FREMTIDSSIKRET LØSNING IGENNEM".

Figur 26: Bygningsejernes forventning til at ville installere VE-løsninger indenfor 2-3 år (tv.) og prioritering ved valg af løsninger



7.3 MARKEDET I RELATION TIL ENERGIPLANLÆGNINGEN

Rundbordssamtalerne har tydeliggjort generelle uklarheder i den overordnede energiplanlægning – det være sig den kommunale varmeplanlægning eller den regionale/nationale elforsyningsplanlægning. Således er der ikke aktuelt tydelige indikationer af en stringent og langsigtet sammenhæng mellem de bygningssrelaterede VE-løsninger – uanset om der er tale om el- eller varmeproducerende løsninger – og den mere overordnede energiplanlægning. Det kan på længere sigt få indflydelse på bl.a. rentabiliteten og driften i en række af de løsninger og anlæg, der etableres på/i både mindre og større bygninger.

Ud fra en langsigtet betragtning er det derfor vigtigt, at der skabes en generel energiplanlægning, der lægger sporene og skaber perspektiverne for et stabilt og økonomisk fornuftigt marked for både solitære og kombinerede løsninger i en høj performance- og driftskvalitet, hvilket bl.a. anskueliggøres i den følgende gennemgang af de mest udbredte løsninger. Energistyrelsen og Kommunernes Landsforening har netop godkendt forsøgsprojekter³³ i 12 kommuner, som skal bidrage til at skabe større strategisk klarhed på dette område.

Solceller

Markedet for solceller til enfamiliehuse eksploderede i 2012. Det skyldtes primært nye (netto) afregningsregler, som gjorde det attraktivt for private boligejere at investere i solcelleanlæg og el-produktion. Ifølge udsagn ved rundbordssamtalerne resulterede boomet i negative markedseffekter. Således blev efterspørgslen større end udbuddet med mindre konkurrence og prispres til følge. Den øgede omsætnings-hastighed bragte inden for kort tid mange nye leverandører på banen, og der kom mindre fokus på kvaliteten i leverancen – både teknisk, effektmæssigt og æstetisk. På den lange bane betyder dette, sammen med ensidigt fokus på tilbagebetalingstid, at mange af disse leverancer ud fra et totaløkonomisk (anskaffelses- og driftsøkonomisk) perspektiv måske alligevel ikke er så god en investering. Samfundsøkonomisk medførte boomet et væsentligt tab af energifgifter. En politisk debat satte i begyndelsen af 2013 en stopper for det galoperende marked for solceller, da der blev indført min-

dre lukrative kWh-priser og afregningsformer for VE-produceret el til fællesnet.

En anden markant effekt, der af mange især arkitekter betegnes som negativ, er de æstetiske resultater af de mange solcelleanlæg på enfamiliehustagene. Hvor der ikke har været klare retningslinjer, som er blevet fulgt, er anlæggene blevet placeret ud fra en række andre kriterier end æstetik. Det er især de anlæg, som er påmonteret oven på røde tegltage, der påkalder sig markant visuel opmærksomhed – ikke mindst på grund af forskellen i farver og materialitet. I nogle tilfælde kan der have været økonomiske årsager til miseren, i andre tilfælde måske blot almindelig ubetænksomhed – **”det har skullet gå stærkt”**.

Nogle leverandører oplever, at markedsboom-et medførte et større fokus på økonomi blandt privatkunderne, end det tidligere var tilfældet:

LEVERANDØR: ”TIDLIGERE VAR KUNDERNE TYPISK INDIVIDUALISTER. NOGLE, SOM SYNES AT DET (MED SOLCELLER, RED.) VAR SPÆNDENDE. NOGLE, DER GODT KUNNE LIDT TEKNIK, OG NOGLE, DER GODT VILLE GØRE NOGET PÅ DEN GRØNNE BØLGE. I MODSÆT TIL SIDSTE ÅR (2012, RED.), HVOR NOGLE HÅRDT OG KYNISK SØGTE, HVOR DER VAR MEST PROFIT. NU SKAL VI TILBAGE PÅ SPORET OG HAVE DEN NORMALE MARKEDSSITUATION IGEN, OG SÅ HÅBE PÅ DET IKKE BLIVER FOR GODT IGEN, FOR SÅ BLIVER DET LUKKET”.

I dag er markedet på enfamiliehusområdet afdæmpet. Til gengæld er der åbnet op for *timebaseret* nettoafregning af VE-produceret el fra større anlæg i tilknytning til f.eks. private og almene udlejningsboligejendomme, der således udvider markedsvolumenet, samtidigt med at prisdannelsen er blevet mere normaliseret. Muligheden for VE-støtte til procesanlæg

33. www.ens.dk/info/nyheder/nyhedsarkiv/19-mio-kr-strategisk-energiplanlaegning-kommunerne

samt en forventelig rimelig afregningspris for strøm produceret til egetforbrug, har desuden bidraget til et stigende marked blandt erhvervs-virksomheder.

Som nævnt tegner der sig imidlertid et aktuelt billede af, at efterspørgslen efter solcelleløsninger til større bygninger fortsat i overvejende grad er relateret til nybyggeriet, hvor det i højere grad er muligt at integrere løsningerne i de arkitektoniske overvejelser om, hvordan man bedst opfylder energikravene i bygningsreglementet.

LEVERANDØR: "VI OPLEVER, AT SOLCELLER ER SKREVET IND I UDBUDSMATERIALET I MELLEM EN TREDJEDEL OG HALVDELEN AF ALLE NYBYGGERIER (...), OG DET ER STØRRE OG STØRRE ANLÆG. VI KAN OGSÅ MÆRKE, AT DER ER KOMMET GANG I BYGGERIET IGEN, OG DERFOR STIGER MARKEDET."

Således hævdes det fra leverandørside, at energirammerne er styrende for 75 % af efterspørgslen, mens resten har andre årsager så som ønsker om grøn profil og økonomiske overvejelser i forhold til nettoafregning. I flere renoveringsprojekter (særligt boligforeninger) er kravene til det færdigrenoverede byggeri i dag dog så skrappe, at man som rådgiver kan se sig nødsaget til at medprojektere større solcelleanlæg for at energirammen (f.eks. Bygningsklasse 2020) overholdes.



Solceller på tagstativer

Flere af leverandørerne tilkendegiver en oplevelse af, at der generelt er lidt uklarhed om reglerne på området, og om der kan opnås støtte. Uklarhederne gør, at mange kommuner, som har sat mange penge af til solceller, trækker ordrer tilbage eller sætter dem i bero, også selv om der kan vise sig at være god økonomi i denne løsning.

Solvarme

Markedet for solvarme / solpaneler har ikke på samme måde som solceller påkaldt sig opmærksomhed. Dels har der været et marked for disse løsninger igennem mange år, dels er teknologierne mere simple og har gennemgået en langsommere teknisk udvikling og dels har løsningerne helt udramatisk kunne implementeres og kombineres med andre varmeløsninger, og endelig har der ikke været ekstraordinære økonomiske gevinster ved nettosalg af produceret energi. Det hævdes desuden under rundbordssamtalerne, at der ikke har været direkte tilskud til solvarme³⁴ siden 1996-97, og at især privatkunder er tilbageholdende i forventning om, "at der måske kommer et tilskud".

Der findes relativt få begrænsninger for etablering af solvarmeløsninger – primært relateret til fjernvarmeforsynede områder, samt restriktioner i forhold til fredede og bevaringsværdige bygninger eller til placering på udearealer (barmark). Modsat solcellerne opleves blandingseffekter sjældnere på solvarmeløsninger, hvilket bl.a. kan skyldes at solcelleanlæggene ofte er mindre. Læs i øvrigt om blanding i kapitel 2.

Af potentialer for markedet for solvarme/-paneler kan der f.eks. peges på den store mængde etageboligbyggerier, der i de kommende år skal gennemgå energioptimering og hvor denne form for energiproduktion naturligt kan implementeres, når der f.eks. etableres ny tagrejsning af eksisterende, flade tage – forudsat at der ikke i hvert fald på kort sigt opstår modstand i fjernvarmeforsynede områder. Samtidig er der i bygningsreglementet stillet krav om etablering af solvarmeanlæg på bygninger uden for fjernvarmeområder med mindst 2.000 liter varmtvandsbehov i døgnet. I disse situationer kan solvarme indgå som et reelt supplement til opfyldelse af energirammekravene.

34. For visse virksomheder gælder nye regler for tilskud til solvarme, der erstatter fossilt fremstillet procesenergi – se www.ens.dk/forbrug-besparelser/indsats-virksomheder/ve-proces

Visse fabrikanter af varmepumper er desuden begyndt at markedsføre integrerede varmepumpe-solvarmeløsninger, der giver mulighed for lagring af evt. overskudsvarme i jorden. Heri kan ligge et potentiale for et udvidet marked for både solvarme og varmepumper. Denne type løsninger sælges normalt til nybyggeri, men vil i princippet også kunne anvendes ved renovering af eksisterende byggeri. Et eksempel herpå er Skovgårdsparken³⁵ i Kolding, hvor vertikale jordvarmeboringer giver mulighed for lagring af evt. overskydende solvarme i jorden.

LEVERANDØR: ”.....VI TESTER FAKTISK I ØJEBLIKKET SOLVARME OG JORDVARME I ÅRHUS KONTRA FJERNVARME OG SOLVARME KONTRA SOLCELLER OG VARMEPUMPER PÅ DE SAMME BYGNINGER, DER LIGGER I DEN SAMME DEL OG SÅ MÅLER MAN SIG FREM TIL, HVOR FORSKELLEN ER.”

LEVERANDØR: ”VI ER ALLE I BRED KONKURRENCE OG I BREDESTE FORSTAND I KONKURRENCE OM FOLKS RÅDIGHEDSBELØB. ER DET ALLEREDE BRUGT ÉN GANG (PÅ SOLCELLER, RED.), GØR JO IKKE UNDERVÆRKER FOR VARMEPUMPEBRANCHEN.”

Varmepumper

Markedet for varmepumper til især enfamiliehuse var tydeligt mærket af den periodiske begunstiggelse af solcellemarkedet. Hvis forbrugerne i den periode skulle vælge mellem solceller eller varmepumper, så blev der ud fra økonomiske overvejelser valgt solceller, selvom der er tale om to forskellige forsyningsformer.

Leverandørerne af varmepumper oplever omvendt, at der samtidigt med opbremsningen i solcellemarkedet på grund af en lavere afregningspris på el, er en stigning i salget af varmepumper til enfamiliehuse, mens markedet for denne type løsninger til større bygninger

gennem samme periode har været nogenlunde stabilt.

Samtidigt oplever leverandørerne en stigende interesse for varmepumper i fjernvarmesektoren, hvor der er overvejelser om at udvikle systemerne til lavere fremløbstemperatur. Dette vil indebære, at der hos forbrugere med fjernvarmeforsyning vil opstå et behov for lokalt at hæve temperaturen til produktion af varmt vand, og det kunne være f.eks. ved hjælp af en varmepumpe. Der hævdes at være forskellige forsøg i gang på dette område, og der er indtil videre høje forventninger til denne kombinationsløsning.

Et nøjere overblik over varmepumpemarkedet kræver en vis tidshorisont, bl.a. fordi der er forskydninger hen over året. Lidt forenklet er omsætningen typisk en tredjedel i første halvår og to tredjedel i andet halvår på grund af fyringssæsonen.

VE-løsninger og fjernvarme

Der synes at være en øget interesse for kombination af VE-løsninger og fjernvarme, og det er forskelligt, hvordan man fra fjernvarmeforsyningerne forholder sig hertil. I områder med individuel opvarmning, men med potentiel mulighed for fremtidig fjernvarme ved udvidelse af forsyningsområdet, har usikkerheder omkring de fremtidige brændsler og energiforsyninger afsmittende effekt på, hvordan forbrugerne tænker, når de står overfor at skulle vælge fremtidig energiform til opvarmning. Her spiller udfasning af oliefyr fra 2016 en rolle.

Men også beslutningen om udfasningen af gas inden 2035 medfører, at forbrugerne gør sig overvejelser om, hvorvidt de skal påbegynde omstillingen til mere vedvarende energiløsninger nu, eller om de kan vente. Overvejelserne går, som det også fremgår andet steds i rapporten, primært på økonomi, og i langt mindre grad på miljømæssige forhold. Og de økonomiske overvejelser handler om de forskellige løsningers indbyrdes konkurrencedygtighed – også i forhold til fjernvarme.

Med energiaftalen i 2012 fulgte en udvidelse af mulighederne for støtte til vedvarende energiløsninger og fjernvarmekonvertering i relation til procesenergi i virksomheder³⁶. Ordningen er etableret i 2013 og løber foreløbigt til

35. byggeplads.dk/byggeri/bolig/skovgaardsparken?page=5

36. www.ens.dk/forbrug-besparelser/indsats-virksomheder/ve-proces

2020. Det forventes, at støttepuljen (500 mio. kr./år) vil fremme såvel solitære som kombinationsløsninger i relation til større bygninger.

Andre kombinationer af VE-løsninger

Markedet for *husstandsvindmøller* er præget af placeringen eksternalt i forhold til bygninger og en række vilkår omkring støj og landskabsmæssige forhold. Leverandørerne hævder desuden at markedet hæmmes af uklarhed omkring myndighedsforholdet mellem kommunerne og Naturklagenævnet. Umiddelbart vurderes det, at denne type af VE-løsning i mange tilfælde kan være en fornuftig løsning – f.eks. i kombination med solvarme og /eller jordvarme, men formentlig primært i relation til enfamiliehuse eller mindre bebyggelser uden for fjernvarmeforsynede områder.

Hvis husstandsvindmøller kan placeres således, at de kan producere mellem 15.-20.000 kWh/år og kombineres med jordvarmeanlæg, vil denne kombination ofte kunne dække en families forbrug. Kendskabet blandt branchens professionelle rådgivere til vindmøller i lille skala er imidlertid begrænset og det samme er kendskabet til deres afregningsordninger. Der er derfor usikkerhed om den vigtigste parameter for erhvervelse – nemlig økonomien.

Ud fra rundbordssamtalerne at dømme fylder *jordvarme* tilsyneladende ikke meget i markedet for VE-løsninger på nuværende tidspunkt. Det kan skyldes, at der er tale om en relativ stor investering. Samtidig har det ophedede marked for solceller medført et mindre salg af andre energiteknologier. Jordvarme er primært relateret til enfamiliehuse samt bebyggelser uden for fjernvarmeforsynede områder, men er til gengæld en løsning, der typisk kombineres med andre løsninger – udover den nødvendige varmepumpe.

Her kan nævnes den omtalte kombination med solvarme. Flere og flere danske leverandører af denne kombination er vej ind på markedet. Løsningen henvender sig både til private, der ikke ønsker fjernvarmetilkobling, men også til større etageejendomme, hvor muligheden for lagring af solvarme og ikke mindst uafhængigheden af fjernvarmeprisen samt et signal om egenproduktion af energi, kan spille en rolle. På de større etageejendomme kombineres varmepumpeløsninger til tider med solceller, der

dermed helt eller delvist kan dække varmepumpens elforbrug. Den form for selvforsyning og uafhængighed af energiprisernes ændring kan virke besnærende på nogle bygningsejere.

Ved rundbordssamtalerne kom det frem at lovgivningsmæssige forhold omkring tilladelser til jordvarme fra leverandørernes synsvinkel kan virke som en hindring i forhold til at udbrede markedet. Leverandørerne peger på at man med klarere retningslinjer fra kommunerne i forhold til, hvor man præcist må placere et jordvarmeanlæg og med krav om autorisation ved udførelse kunne undgå eller reducere sagsbehandlingstiden. Her nævnes det blandt kommunerne, at beskyttelsen af grundvandsressourcer har og skal have høj prioritet og at man derfor ser det som en nødvendighed med tilladelse og sagsbehandling til denne type anlæg.

7.4 GARANTIER – PRODUKT, EFFEKT OG YDELSE

Ifølge spørgeundersøgelsen forekommer der længere leverandørgarantier end de obligatoriske to års reklamationsret i henhold til købeloven, f.eks. på særligt dyre komponenter, og hvor der skelnes mellem produkt- og effektgaranti samt ved evt. tilkøb af ekstra garanti. Til gengæld nedtones forventningerne til garantierne ved rundbordssamtalerne. Af årsager hertil angives manglende forbrugerpres og – særligt på solcelleområdet - en stor usikkerhed om, hvor mange leverandører, der vil overleve i det globale marked.

Flere leverandører/montører af solcelleløsninger giver dog 10 års garanti på leverancen, der omfatter montage, montageudstyr, solcellemoduler og (vekselretter). Desuden gives der effektgaranti (ikke at forveksle med ydelsesgaranti) som ofte omfatter en garanti på 90 %'s effekt efter 10 år og 80 %'s effekt efter 25 år. Baggrunden for faldet i effekt er, at solcellerne degraderer med tiden.

Der garanteres derimod ikke for ydelsen, idet denne er direkte afhængig af antallet af solskinstimer, og selv om ydelsen også er afhængig af, hvordan modulerne er placerede, jf. kapitel 2. Der findes flere hjemmesider³⁷ med mere information om og eksempler på garantier på solcelleanlæg.

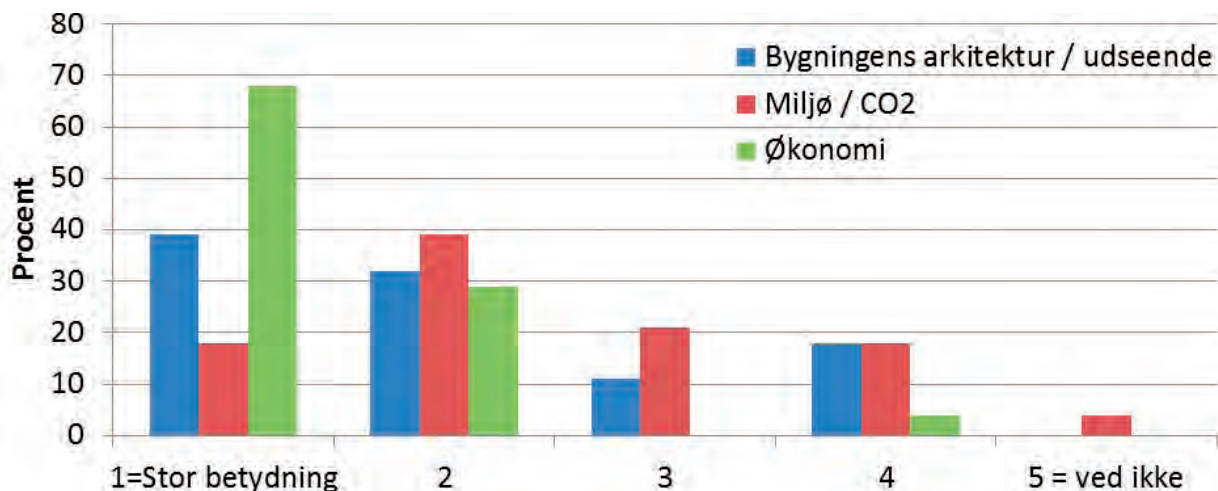
37. Se f.eks. www.altomsolceller.dk/produkter/solcelleanlaeg/integra-line.aspx og www.energimidt.dk/privat/solceller/fakta-om-solceller/sider/garanti.aspx

8. BYGHERRE-BESLUTNINGER

Langt de fleste boligetageejendomme er ejet af privatpersoner eller almene boligorganisationer, hvor den egentlige beslutning om byggearbejder skal tages af personer eller grupper, der er uden professionelle bygherrekompetencer. Dette betyder, at disse beslutningstagere er afhængige af at blive rådgivet af personer eller virksomheder, der har den fornødne viden og kompetence inden for fx lovgivning, økonomi, arkitektur, byggeteknik, byggeri (processer, materialer og komponenter) og beboer-/brugerspørgsmål, for at kunne tilvejebringe det bedst mulige beslutningsgrundlag for valg og prioriteringer.

Såvel disse 'engangsbygherrer' som mere professionelle bygherreorganisationer vil have mange forskellige prioriteringer, og dermed indfaldsvinkler til VE-løsninger som en mulighed i forhold til deres respektive ejendomme. Det er dog ikke alle, der har klare prioriteringer i forhold til energiløsninger – enten fordi deres ejendomme grundlæggende er velforsynede med relativt billig energi, eller fordi ejendommene har andre behov, der ud fra en værdiansættelses- og eller brugsmæssig betragtning er vigtigere at få opfyldt før end energiløsninger. Her kan beboeres/brugeres behov spille en stor rolle.

Figur 27: Bygherrens motivation for beslutning om at investere i VE-løsninger



Et godt beslutningsgrundlag

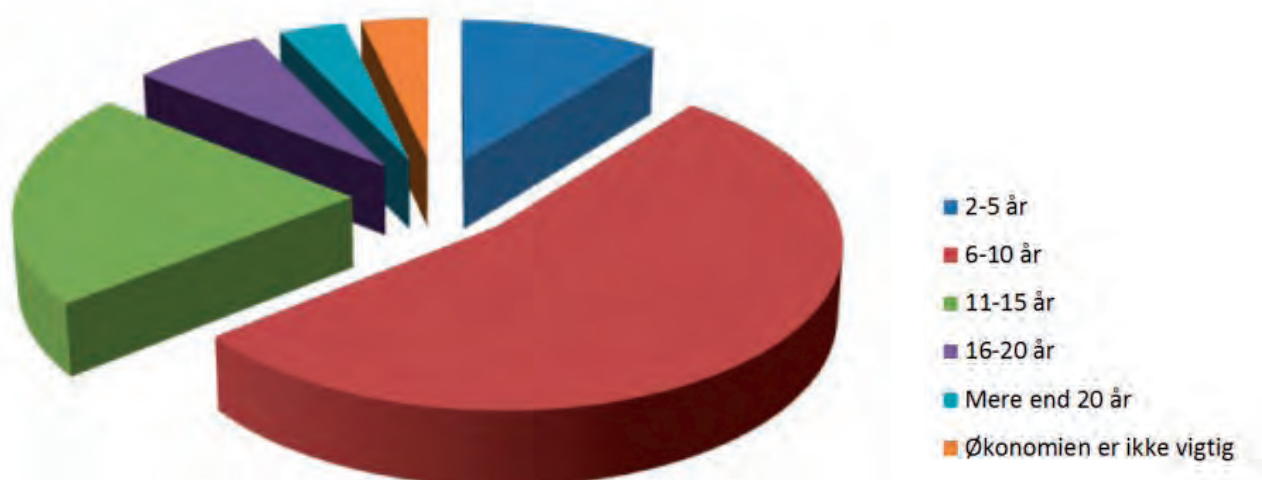
Hvad er et godt beslutningsgrundlag for en bygherre, hvis det skal indeholde prioritering af VE-løsninger – enten som et selvstændigt tiltag eller som en del af en samlet beslutning om flere byggearbejder på en given ejendom? Ud fra antagelser, undersøgelser og interviews i den indledende fase af dette projekt kan følgende opsummeres:

8.1 ØKONOMI

Som i alle andre beslutningssituationer omkring byggerier, spiller økonomien i VE-løsninger en stor rolle. For næsten 70 % af bygningsejerne er økonomien det vigtigste – med bygningernes udseende/arkitektur hhv. miljø- og klimaspørgsmål som langt lavere prioritet og i nævnte rækkefølge.

Med økonomien menes både størrelsen på investeringen og afkastet heraf, men i lige så høj grad usikkerhederne i investeringerne som følge af f.eks.

- regelforvaltning i lejelovgivningen (underkendelse af huslejer i huslejenævn)
- potentiel renteutvikling (ved finansiering med fleksibel rente)
- ustabile tilskuds- og støtteordninger, samt afregningsregler (se nedenstående afsnit)
- mindre performance på løsningerne end beregnet og dermed forventet
- manglende garantisikkerhed i et relativt nyt marked med mange (nye) aktører/leverandører.



Figur 28: Bygningsejernes forventninger til maksimale tilbagebetalingstider på investeringer i VE-løsninger

Desuden frygter en del bygningsejere at 'havne på den forkerte side af teknologiske kvantespring', og dermed risikere at skulle forrente og drifte forældede løsninger.

Endelig ser bygningsejerne de nugældende regler for bolig- og erhvervsudlejning som en barriere for så vidt angår forholdet mellem hvem der foretager investeringen og hvem der opnår en given fordel af lavere energiomkostninger.

Bygningsejerne fremhæver således, at deres beslutninger om bygningsrelaterede VE-løsninger afhænger af, om de kan se en fornuftig forrentning af investeringen (heri regnes også indirekte tilskud gennem afregning af produceret energi, hvor det kommer bygningsejeren til gode og sikkerhed for huslejeforhøjelser), og om der er sikkerhed omkring de tekniske løsnings levetid, produktionseffekt og 'tidsløshed'.

På spørgsmålet om, hvornår bygningsejerne forventer at få overskud på investeringen i en teknisk løsning med en forventet levetid på 25 år, har godt 50% en forventning om en tilbagebetalingstid på 6-10 år, mens hver femte kan acceptere en tilbagebetalingstid på op mod 15 år.

Støtte og tilskud

Det politiske ønske om at fremme energiomstillingen til mere VE reguleres bl.a. via offentlige tilskuds- og støtteordninger.

Systemspecifikke ordninger

De aktuelle ordninger, der kan relateres direkte til en teknologi, er:

- Tilskud til varmepumpe ved skrotning af oliefyr. Ordningen blev første gang indført fra marts 2010 til juni 2011. I denne periode blev der konverteret fra oliefyr til ca. 10.000 varmepumper og ca. 10.000 fjernvarmeinstallationer. Ordningen er videreført og kan stadig tages i anvendelse
- Tilskud i form af reduceret elpris til de beboelser, der opvarmer med varmepumpe og har et forbrug over 4000 kWh pr år
- Støttet afregning af solcelleproduceret strøm til el-nettet, som er omtalt i afsnit 5.2.

Generelle ordninger

De mere generelle ordninger er håndværkerfradraget på arbejds løn (Bolig-Job-Ordningen³⁸), samt muligheden for salg af energibesparelser³⁹ til forsyningsværker.

38. Se www.bolig-job-ordning.dk/

39. Se www.danskenergibørs.dk/

I 2013 blev der indført mulighed for støtte til VE-anlæg via ordningen ”VE til proces”⁴⁰. Her kan virksomheder få støtte til at konvertere fra fossil til vedvarende energi til processer. Ordningen løber i første omgang frem til 2020 og enkelte anlæg er allerede opsat via denne ordning⁴¹.

Effekten af ordningerne

Fælles for aktørerne i markedet gælder der, som tidligere nævnt, et udbredt ønske om, at der skabes størst mulig stabilitet og kontinuitet i den støtte- og tilskudslovgivning, der har indflydelse på totaløkonomien i VE-løsningerne.

Det markedsmæssige boom i solcelleanlæg til enfamiliehuse i 2012 og starten 2013 viser, at støtteordninger og fordelagtige afregningsregler har stor effekt i forhold til bygningsejernes beslutning om investering i VE-løsninger. Omvendt er midlertidige ordninger, uanset om de er målrettet bestemte grupper af bygnings ejere eller ej, medvirkende til at skævvride markedet. Det gælder prismæssigt, men også kvalitetsmæssigt, da markedets aktører kan have vanskeligt ved at følge med efterspørgslen, og der bliver større fokus på kvantitet frem for kvalitet. Der bliver så at sige ikke tid til at reflektere over, hvilke løsninger der samlet set og over tid vil være de mest fornuftige – teknisk såvel som økonomisk (og æstetisk, når vi taler om synlige løsninger).

Samme udfordringer har der ikke været med ordningerne omkring konvertering fra oliefyr / gasfyr / elvarme til varmepumper / fjernvarme. Disse ordninger har været mere eller mindre uændrede gennem nogle år, og har dermed skabt en stabil ramme omkring konvertering til mere vedvarende energiforsyning.

Det samme ses med Bolig-Job-Ordningen, der både har kunnet anvendes ved installation af VE-løsninger og ved energibesparende tiltag. Markedets følsomhed over for ændringer i ordningerne viste sig dog ved udgangen af 2012, hvor Bolig-Job-Ordningen skulle forlænges. På grund af usikkerhed om, hvorvidt ordningen ville blive forlænget, ventende mange private husejere med at igangsætte bygningsarbejder, indtil der var sket en afklaring af, om ordningen blev videreført.

Det skabte en ujævn tilgang af ordrer hos især håndværkere. Ordningen gælder indtil videre til og med 2014.

På solcelleområdet er der ved denne rapport afslutning ikke meldinger om nye eller ændrede regler. Med indførelsen af bl.a. ny time-baseret nettoafregning og en udvidelse af ordningen med flere bygningskategorier er der skabt en vis ro i dette marked. Men det er uvist om der vil blive ændret herpå, hvis effekten på omstillingen til VE politisk set sker for langsomt.

For så vidt angår ordningen ”VE til Proces” kan der på sigt tænkes en bredere definition af denne del af energiforbruget, således at ordningen også kan omfatte f.eks. adfærdsforbrug i husholdninger. Der foreligger dog ikke aktuelt konkrete forslag herom.

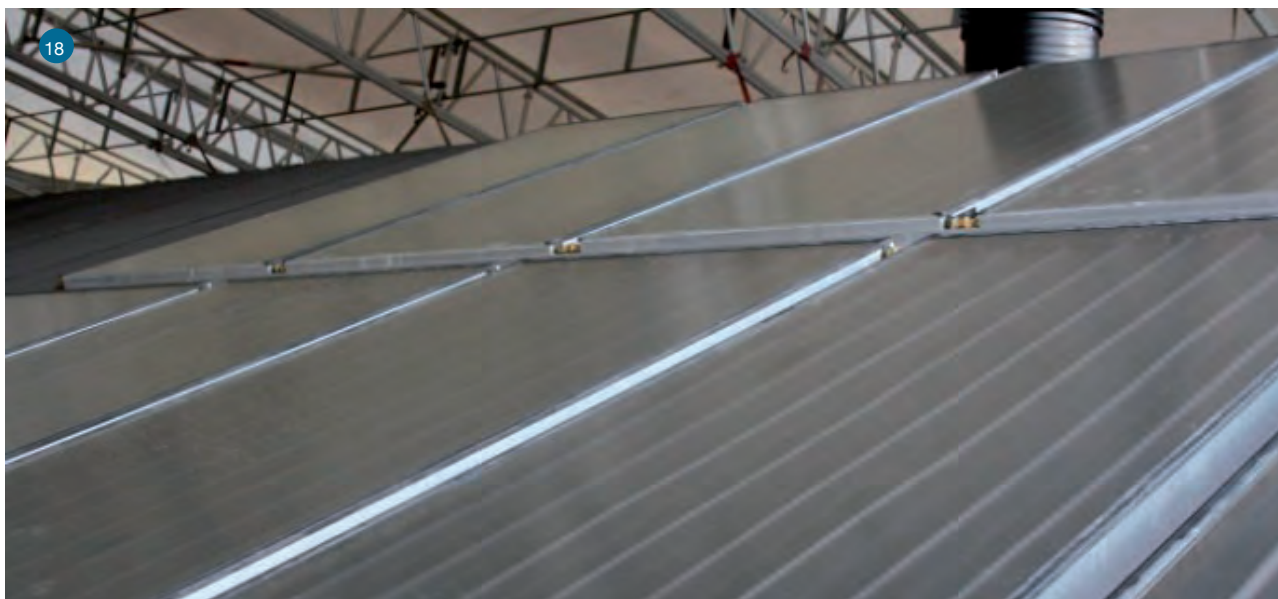
8.2 ARKITEKTUR, ÆSTETIK OG DRIFT

Bygningsejernes næsthøjeste prioritet i forhold til bygningsrelateret VE er de synlige løsningers udseende, og dermed konsekvensen for bygningernes æstetik ved deres etablering. 70 % af bygningsejerne i spørgeundersøgelsen finder deres bygninger æstetiske egnede til VE-løsninger, og en del ejere tillægger synligheden af løsningerne betydning – det signalerer og giver bygningen en grøn profil. Men samtidigt nævner bygningsejerne, at bevarelsen af bygningsarven og bygningernes fremtoning er vigtigt. Man ønsker løsninger, der ikke påvirker bygningerne eller det omkringliggende miljø negativt - såvel visuelt som støjmæssigt. Samtidig er der et ønske om løsninger, der både teknisk og visuelt er integrerbare med den eksisterende bygning.

På grund af relativt få eksempler på VE-løsninger på større bygninger i Danmark må det antages, at bygningsejernes æstetiske empiri primært bygger på eksempler fra mindre bygninger (f.eks. solceller/solfangere på enfamiliehuse), hvor mange af løsningerne er visuelt dominerende, særligt i de tilfælde, hvor æstetikken tydeligvis ikke har været i fokus ved etableringen. Mere end hver tredje bygningsejer foretrækker af denne grund løsninger, som er helt eller delvist skjulte.

40. Se www.ens.dk/forbrug-besparelser/indsats-virksomheder/ve-proces

41. Se www.ens.dk/sites/ens.dk/files/forbrug-besparelser/indsats-virksomheder-0/omstilling-ve-erhverv/nyhedsbrevoktober.pdf



Solfangeranlæg under etablering på almen boligbebyggelse

En række af bygningsejernes kan sagtens se potentialer i at etablere solceller på fx 'københavnertage', forudsat at der tages de nødvendige bymæssige hensyn, og efterspørger i den forbindelse flere integrerede løsninger, der virker mindre skæmmende.

Bygningsejerne efterspørger æstetisk modspil og rådgivning, og 'tvinger' selv håndværkere og ingeniører, der ikke nødvendigvis er kompetente hertil, til at vejlede og rådgive i æstetiske spørgsmål, hvilket sker i relativ stor udstrækning – se kapitel 9 om *Rådgivning*.

Kun ca. hver ottende bygningsejer har oplevet lokale regelbarrierer i forbindelse med ønsker om at etablere VE-løsninger, og det er ikke specifikt rettet kun mod æstetik, men kan fx også vedrøre blanding (solceller) eller støj (varmepumper). Derimod er kommuner med politisk ønske om at fremme VE-løsninger i gang med at udarbejde retningslinjer og guidelines, som skal hjælpe bygningsejere og deres rådgivere i den rigtige retning. Et eksempel herpå er Københavns Kommune⁴².

Set i en driftsmæssig sammenhæng efterspørges desuden så (teknologisk) simple løsninger som muligt – løsninger, som er holdbare, så man som bygningsejere ikke efter få år står med løsninger, der mister både æstetik og energiproduktionseffekt. Flere bygningsejere peger på "pakkeløsninger" som en mulighed ud fra en

forestilling om, at disse løsninger må være optimerede i både leverance, montering og drift.

8.3 MILJØ OG KLIMA (CO₂)

I forhold til de to ovennævnte fokusområder er miljø- og klimaperspektivet kun højt prioriteret hos hver femte bygningsejer – altså når det ligger udover at signalere en grøn profil som bi-effekt af en økonomisk og æstetisk beslutning.

Dette resultat er ikke nødvendigvis repræsentativt blandt alle bygningsejere, men blandt ejere af udlejningsejendomme, herunder boligorganisationer, antages prioriteringen påvirket af, at det ifølge ejerne er vanskeligt at omsætte miljø- og klimaargumentet ved investering i VE-løsninger til accepterede (afledte) huslejestigninger hos lejerne.

Resultatet af undersøgelsen af denne problemstilling kan desuden være påvirket af, at ca. 70 % af besvarelserne er afgivet af bygningsejere i fjernvarmeforsynede områder, hvor fjernvarme måske opleves som en mere energieffektiv og klimavenlig energiproduktion end f.eks. individuelle gas- og oliefyr, og spørgsmålet om CO₂-udledning derfor bliver mere distant. Ydermere ser bygningsejerne miljø- og klimaspørgsmålet som et større problemkompleks, der ikke kun handler om energi til opvarmning og anden bygningsdrift.

42. kk.dk/da/borger/byggeri/klimatilpasning/solceller



Figur 29: Viser omfanget og fordelingen af emnerne, som indgår i rådgivningen. Samlet set udgør økonomisk og forsikringsmæssig rådgivning mindre end 20%

- Arkitektoniske/æstetiske overvejelser
- Byggetekniske forundersøgelser
- Byggetekniske beregninger/løsninger
- Kombinationsmuligheder mellem forskellige VE-løsninger
- Installationsmæssige forhold
- Dimensionering, skyggeforhold og forskellige VE-anlægs virkemåder
- Supplement fx i forbindelse med ny varmeinstallation eller større renoveringsprojekt
- Driftsmæssige forhold og konsekvenser
- Forsikringsforhold
- Finansiering
- Energiafregningsmodeller (fx nettomålerordning)
- Andet, hvilke(t)

9. RÅDGIVNING

På tværs af interessenter er der bred enighed om behovet for fremvisning af "best practice"-eksempler, men i lige så høj grad, at der også kan læres af mindre gode løsninger. Ærlig og redelig information er dermed en af nøglerne til udbredelse af VE-løsninger, og skal bidrage til at højne kvaliteten af den tekniske og økonomiske rådgivning, da denne kan danne basis for løsninger, der ikke mindst lever op til bygningsejernes forventninger.

Samtidigt peger arkitekter, ingeniører og bygningsejerne på, at "best practice"-eksemplerne skal være *helhedsorienterede*, således at de afspejler både de tekniske, de æstetiske og de økonomiske aspekter.

Eksisterende bygninger må anskues holistisk og de energimæssige muligheder må vurderes og drøftes sammen med de bygningsmæssige, æstetiske og arkitektoniske problemstillinger. I den sammenhæng fremhæver de nævnte aktører, at der ofte mangler en stillingtagen til og rådgivning om de æstetiske og arkitektoniske konsekvenser af de enkeltstående tiltag, der

under tiden anbefales i energimærker (primært enfamiliehus-segmentet) og via ESCO (større bygninger).

Som beskrevet i forrige kapitel er økonomien det vigtigste aspekt, når bygningsejerne skal tage stilling til eventuelle VE-løsninger. Økonomien dækker over både finansieringsmodeller, anlægsbudget, driftsomkostninger og løbende vedligehold, samt evt. indtægtsgrundlag. Med andre ord den samlede rentabilitet af investeringen. Ifølge undersøgelsen oplever de tekniske rådgivere således en stigende interesse for og fokus på totaløkonomi hos bygningsejerne. Derfor efterlyses der flere "best practice"-eksempler, der belyser effekten af den totaløkonomiske betragtning.

På trods af bygningsejernes markante fokus på økonomien viser spørgeundersøgelsen, at under 1/3 af rådgiverne og endnu færre udførende leverandører rådgiver om de økonomiske og finansieringsmæssige forhold i VE-løsningerne. Ofte rådgives der "kun" om de simple tilbagebetalingstider, men ikke om de øvrige økonomiske aspekter – eller forsikringsmæssige aspekter for den sags skyld.

Dette forhold blev bekræftet ved rundbordsamtalerne med de samme parter. De fleste rådgivere og de udførende leverandører forventer at bygherren har finansieringen på plads, også ved mindre bygningsændringer.

Rundbordsamtale viste imidlertid også, at enkelte større entreprenørvirksomheder i forbindelse med energiscreeninger af ejendomme er begyndt at indgå teamsamarbejde med banker og realkreditinstitutter. Ligeledes kom det frem, at også mindre håndværksvirksomheder i dag indgår partnerskaber med andre håndværkere, og til tider også finansielle virksomheder. I begge tilfælde er det formålet at kunne tilbyde bygherren en ”pakke”, der indeholder bredere rådgivning, om både tekniske og finansielle løsninger.

Hvorvidt rådgiverne skal gå samme vej, viste rundbordssamtale at der er delte meninger om. Nogle rådgivere anser det for et brud med uvildigheden som rådgiver, at den økonomiske rådgivning på denne måde inddrages i et projektforløb. Andre ser det som en mulighed for at tilbyde en mere komplet rådgivning og en større sikkerhed for at økonomiske forudsætninger og dermed den beregnede rentabilitet eller totaløkonomi også reelt vil være til stede fremadrettet.

Rådgivningens kvalitet

En væsentlig forudsætning for succesfuld udbredelse af VE-løsninger er ikke alene, at rådgivningen er bred, men også at kvaliteten af den er høj. Kvaliteten kan betragtes både som den rådgivende ingeniør eller arkitekts viden om VE-løsninger, men i lige så høj grad leverandørens anvisninger om produktet og kvaliteten i udførelsen i en konkret bygning. Det stiller krav til vidensniveau og formidlingsevner hos den enkelte. Spørgeundersøgelsen og ikke mindst de efterfølgende rundbordsamtaler har belyst, at der i takt med stadig mere komplicerede løsninger med mange parametre i spil er et stigende behov for viden som løsningernes individuelle virkemåde og samspil med øvrige elementer i de eksisterende bygninger.

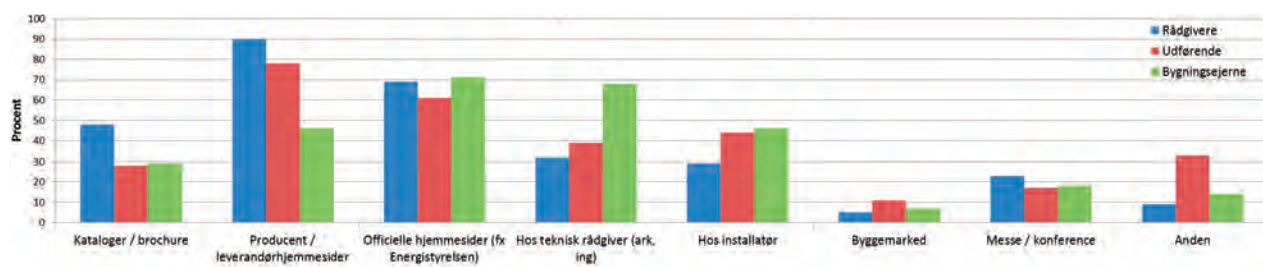
I de tidligere faser af VE-implementering vil bygherren ofte selv eller med hjælp fra en arkitekt eller ingeniør overveje og afklare muligheder. Ingeniørerne i undersøgelsen påpeger, at arkitekternes viden om VE løs-

ninger er blevet forbedret over de seneste år, men der er samtidigt en generel opfattelse af, at der stadig tages mange beslutninger ud fra ”tror”-viden frem for viden baseret på reelt kendskab og erfaringer med de enkelte løsninger.

På samme måde oplever producenter/leverandører, at der blandt ingeniører og arkitekter nogle gange rådgives forkert omkring deres produkter, hvilket kan medføre at produkterne placeres i en forkert kontekst både teknisk og arkitektonisk. Bl.a. nævner producenterne, at specialviden og kompetencer omkring VE-løsninger ofte ligger hos enkeltpersoner og ikke nødvendigvis som et bredt kompetencefelt i de større rådgiverfirmaer. I mange projekter vil et generelt kendskab til løsningerne være tilstrækkeligt for at kunne udføre rådgivningen, men ved skræddersyede løsninger kan der være behov for mere specialiseret viden og her nævner producenter/leverandører vigtigheden af, at de bringes i spil så tidligt i processen som muligt.

Modsat oplever ingeniørerne og arkitekterne, at man ved afprøvning af nye løsninger ofte kan have svært ved at få klar besked om, hvad producenten/leverandøren præcist kan levere og hvilke tilpasningsmuligheder, der er indbygget i produktet. Ingeniørerne og arkitekterne trækker blandt andet solcellemarkedet frem, hvor det viser sig, at specialløsninger ofte kun kan lade sig gøre i brochurer og ikke lader sig gøre i konkrete projekter. Det giver svære betingelser i et forsøg på at implementere nye og spændende VE-løsninger, og kan samtidig medføre bristede forventninger hos bygherrene.

I spørgeundersøgelsen hævder rådgiverne og de udførende leverandører, at de rådgiver i æstetiske spørgsmål. Arkitektur og æstetik er konventionelt et arkitektfelt, men hele 40 % af rådgivere under ét (heraf udgør ingeniørerne 56 %) angiver, at de rådgiver bygningsejere i dette spørgsmål. Hos de udførende leverandører er andelen 60 %. I debatten om solcelleboommet i 2012-13 hævder rådgiverne, at de mange mindre æstetiske løsninger på enfamiliehuse ofte skyldes, at der sjældent er rådgivere involveret i disse mindre projekter.



Figur 30: indhentning af information om VE-løsninger blandt rådgivere, udførende leverandører og bygningsejere

10. INFORMATION

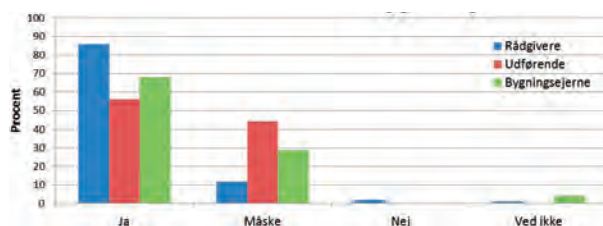
Et vigtigt element i udbredelse af VE-løsninger – uanset om der er tale om nybyggeri eller energieffektivisering af eksisterende bygninger – er adgang og brug af information, viden og erfaring. Jo bedre en leverance eller et projekt er belyst af relevant information, jo færre fejl og bristede forventninger vil bygherren opleve på både kort og langt sigt. Af samme grund har informations- og vidensøgning også indgået i såvel spørgeundersøgelsen som rundbordssamtalerne.

Særligt spørgeundersøgelsen giver et klart billede af, hvor de enkelte interessenter primært henter deres information. Overordnet set henter både rådgivere og udførende leverandører deres informationer hos producenterne dernæst hos officielle⁴³ hjemmesider, mens bygningsejerne primært indhenter informationerne via de officielle hjemmesider og dernæst hos rådgiverne. Se figur 30.

I den forbindelse påpeges det af både rådgiverne og bygningsejerne, at sammenlignelighed og sortering i informationerne kan være en udfordring, og samtidig kan det – også for nogle VE-løsninger, være svært at vurdere informationernes objektivitet og produkternes kvalitet.

Webkatalog

I forundersøgelsen er der arbejdet med et hypotetisk webkatalog, som samler og formidler relevante og uvildige informationer om VE-systemer og løsninger. Idéen herom er blevet positivt modtaget hos både rådgivere, udførende leverandører og bygningsejerne.



Figur 31: Forventet anvendelse af et uafhængigt katalog

Samtidig viser besvarelsene, at informationer som effektivitet, ydelse, pris, garanti, levetid, rentabilitet og praktisk udførelse har høj prioritering – ligesom æstetik tillægges betydning.

Ydermere efterspørges der en konsensus og højere grad af standardisering af producentleverandørernes produktvejledninger, så det i højere grad bliver muligt at sammenligne løsninger på tværs af fx effekt, anskaffelsespris og driftsøkonomi.

Disse informationer vil kunne højne rådgivningens kvalitet og dermed give både bygningsejere og rådgivere et bedre beslutningsgrundlag.

Rundbordssamtalerne med de forskellige aktører viser dog, at et uafhængigt webkatalog vil kræve en del driftsaktiviteter for løbende at være opdateret, og desuden næppe kan stå alene. Der vil være behov for ”én i den anden ende af linjen”, som kan give kvalificeret rådgivning og vejledning ikke blot om de enkelte systemer, men i lige så høj grad på kombinationsløsninger, som er vanskeligere at få overblik over via de øvrige informationskilder. Hvordan spiller de forskellige systemer og løsninger sammen – indbyrdes og i forhold til energisystemet i det hele taget?

43. Gælder primært hjemmesider fra Energistyrelsen og de kommuner, som har allokerede informationer om dette emne, samt i et vist omfang fx Energitjenesten, der anses som officielle i denne sammenhæng.

BYGNINGSEJER: "PROBLEMET MED GOOGLE (...) ER, AT MAN ENDER LYNHURTIGT I ET SÆLGER-UNIVERS, HVOR DU SKAL KØBE, OG SÅ BLIVER DET SVÆRT AT FÅ ET OVERBLIK. DER SYNES JEG SÅDAN EN WEBPORTAL KUNNE VÆRE RIGTIG INTERESSANT, FORDI MAN KUNNE KIGGE MERE BREDT OG SÅ BARE SORTERE NOGET AF SALGSRETORIKKEN FRA. SÅ DET SYNES JEG DA KUNNE VÆRE OPLAGT".

I Sønderborg-området er koblingen mellem skriftlig/digital information og personlig, faglig rådgivning blevet afprøvet i forbindelse med "Project Zero"-initiativet, som hidtil har været målrettet energioptimering af enfamiliehuse. Erfaringerne derfra har vist, at den rette kobling mellem information og rådgivning kan være succesfuld, men at det samtidigt kræver ressourcer og engagement hos, de der skal drive processen.

De kommunale repræsentanter i rundbord-samtalen peger på, at de enkelte kommuner ikke har ressourcer til at informere og rådgive borgerne/bygherrerne om, hvilke eventuelle VE-løsninger, der er at vælge imellem

ARKITEKT: "JAMEN, DET VIL DA VÆRE SUPER, HVIS DER SÅ VAR ÉT – I ET ELLER ANDET OFFICIELT REGI, SOM GARANTEREDE FOR AT DER RENT FAKTISK VAR FX FEM MAND TIL AT SIDDE OG PASSE DÉT HER (WEBKATALOG, RED.) – OG AFSØGE MARKEDET. OG MED EN MULIGHED FOR AT FORETAGE EN STIKPRØVEKONTROL AF, AT PRODUKTERNE RENT FAKTISK YDER DÉT, SOM MAN PÅSTÅR".

ARKITEKT: " DESVÆRRE ER DET MED SÅDANNE HJEMMESIDER, AT DE TIT TABER ÆSTETIKKEN. ALTSÅ, DET ER NEMMERE AT FÅ NOGLE PRAKTISKE INFORMATI-ONER, MEN DER ER IKKE SÅ MEGET ARKITEKTUR I DET".

og hvordan de spiller sammen. Ofte "genbruger" kommunerne informationer, som andre kommuner har produceret, og hilser også et uafhængigt katalog velkomment. Der er i den sammenhæng blevet henvist til, at informations- og videndeling om energispørgsmål har været én af de problemstillinger, som har været drøftet i flere af arbejdsgrupper under regeringens energirenovationsnetværk, og at det færdige initiativkatalog⁴⁴ indeholdt 2-3 forslag til initiativer hertil, som er naturlige at samtænke med en indsats vedrørende VE-løsninger.

BYGNINGSEJER: "JEG TÆNKER, AT DET I SÅDAN EN SAMMENHÆNG KUNNE VÆRE FINT, HVIS DET (WEBKATALOG, RED.) KUNNE KOMME MED KONKRETE EKSEMPLER PÅ NOGLE OPGAVER, OG HVORDAN DE ER BLEVET LØST. MAN KUNNE FÅ NOGET INSPIRATION Gennem gennemførte projekter og så evt. kontakte dem, der har haft med dem at gøre og få endnu mere information. Man kan jo hurtigt finde en case, der ligner ens eget problem eller udfordring. Så det kunne være fint, hvis der kunne være et inspirationskatalog med".

44. Netværk for Energirenovering, Initiativkatalog, Maj 2013 (findes digitalt på www.ens.dk/byggeri)

11. FORMIDLING

Denne rapport udgør første resultat i et trefaset projekt. Resultaterne af forundersøgelsen forventes således at danne grundlag for et videre arbejde med at kvalificere udvalgte delemner, som skal styrke og højne vidensniveauet generelt, samt bidrage til skabelsen af et bedre beslutningsgrundlag for bygningsejere og bygherrer.

Som et overordnet udtryk for "state of the art" for markedet for VE-systemer og -løsninger til eksisterende etageejendomme forventes rapporten desuden at kunne indgå i grundlaget for den videre debat om, hvordan markedet i højere grad udnytter muligheder og potentialer for implementeringen af langt flere bygningsrelaterede løsninger. Løsninger, der på én og samme gang spiller sammen med de overordnede energisystemer, bidrager til nedbringelse af CO₂-belastningen, tager hensyn til løsningernes påvirkning af fysiske miljø, som de vil indgå som en del af – æstetisk såvel som teknisk, og som samtidigt er fornuftige totaløkonomiske investeringer for både samfundet og den enkelte bygningsejer eller investor.

Rapporten findes i begrænset trykt oplag, men i øvrigt i digital pdf-udgave, der kan hentes på www.gi.dk og www.bygherreforeningen.dk. Desuden vil resultaterne af forundersøgelsen blive formidlet via seminarer, indlæg på konferencer og artikler i fagpressen. Henvendelser herom kan rettes til forfatterne.

12. KILDER

Specifikke, skriftlige/illustrative kilder til rapportens indhold og relevante henvisninger fremgår af fodnoter.

Derudover er der anvendt følgende mere generelle kilder:

- Grontmij A/S (for Energistyrelsen): Styr på støjen - en guide til installation af luft til vand varmpumper. København, 2012.
- Bygherreforeningen, InnoBYG m.fl.: Hvidbog om bæredygtighed i byggeriet. København, 2013.
- Jesper Engelmark: Dansk Byggeskik – Etagebyggeriet gennem 150 år. Lyngby, 2013.
- Spørgeskemaer - resultater kan hentes på www.bygherreforeningen.dk
- Deltagere i rundbordssamtaler – jf. nedenfor

Kommuner:

Jan Olesen, Århus Kommune
Jan Poulsen, Egedal Kommune
Viviane Mortensen, Tårnby Kommune
Mariann Andersson, Københavns Kommune

Procenter/leverandører:

Rudi Bjerregaard, Høje-Taastrup Fjernvarme
Dennis Aarø, GaiaSolar
Tommy Henriksen, Danfoss
Mike Overgaard, Klimadan
Pelle Frederiksen, Energi Midt
Lars Thomsen, Batec
Morten Engelsen, Sonnenkraft
Morten Victor Pedersen, Victor Energy / formand for Brancheforeningen for Husstandsvindmøller

Arkitekter:

Lars Kvist, Arkitema
Kristian Nordheim, PlusKontoret Arkitekter
Anders Tyrrestrup, AART
Mikael Koch, Danske Arkitektvirksomheder
Rie Oehlenschläger, AplusB Arkitekter
Anders Dragheim, AD Arkitekter
Karin Kappel, Solar City Copenhagen

Interviewere:

Amdi Worm, Civilingeniør
Charlotte Darre, arkitekt MAA
Graves Simonsen, arkitekt MAA

Figur/illustrationer:

1. Esbensen.dk
- 2.-3. Esbensen.dk
4. kirkevangenergi.dk
5. hedestoker.dk
6. Varmeogviden.dk
7. Sunsave.dk
8. Idenyt.dk
9. jordvarme.dk
10. sonnenkraft.de
11. sonnenkraft.dk
12. jordvarme.dk
13. nordicenergygroup.dk
14. solarus.se
- 15.-16. Energistyrelsen
17. boligplus.org
18. Dansk Solenergi
- 19.-31. Bygherreforeningen og Teknologisk Institut

Bygningsejere:

Bjørn Moe, Etex Ejendomme
Nikolaj Carlsson, PrivatBo
Olaf Christiansen

Rådgivende ingeniører:

Leo Helmer, Kærsgaard & Andersen
Martin Winther-Gaasvig, Syddansk Universitet
Søren Harboe, COWI
Steffen Maagaard, MOE
Inger Erhardttsen, Esbensen A/S
Lars Printz, Alectia

Udførende leverandører:

Dan Christensen, DL Installation
Jimmy Vinter Gravgaard, Enemærke Pedersen
Michael Nygaard, Jens A. Mortensen & Søn/
formand for Energinet Slagelse
Poul Svendsen, Geo Heat Ex
Martin Weier Christiansen, Raunstrup
Peter Rathe, Project Zero

Fotos:

1. Bente Sejersen, Århus Kommune
2. Bygherreforeningen
3. Boligforeningen Ringgården
4. Boligforeningen Ringgården
5. Velfac A/S
6. bygogbolig.dk
7. Flamingohuset.dk
8. Hovensmede.dk
9. pv-t.org
10. lavpris.dk m.fl.
11. champost.dk
12. dba.dk
13. materialediscount.dk
14. champost.dk
15. Bygherreforeningen
16. Enemærke & Petersen a/s
17. Københavns Kommune
18. Bygherreforeningen

Forsidefoto: Bygherreforeningen
Side 11: Københavns Kommune
Side 41: Bygherreforeningen

ISBN 978-87-993249-5-8