

Task Force. Netværk for energirenovering

Indsamling og præsentation af eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger

Thomsen, Kirsten Engelund; Knudsen, Henrik Nellemose; Mortensen, Lone Hedegaard; Aggerholm, Søren; Jensen, Ole Michael; Wittchen, Kim Bjarne

Publication date:
2012

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Thomsen, K. E., Knudsen, H. N., Mortensen, L. H., Aggerholm, S., Jensen, O. M., & Wittchen, K. B. (2012). *Task Force. Netværk for energirenovering: Indsamling og præsentation af eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger*. SBI forlag. SBI Bind 2012 Nr. 09 <http://www.ens.dk/da-DK/byggeri/renoveringsstrategi/analyser/Documents/SBI%202012-09.pdf>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

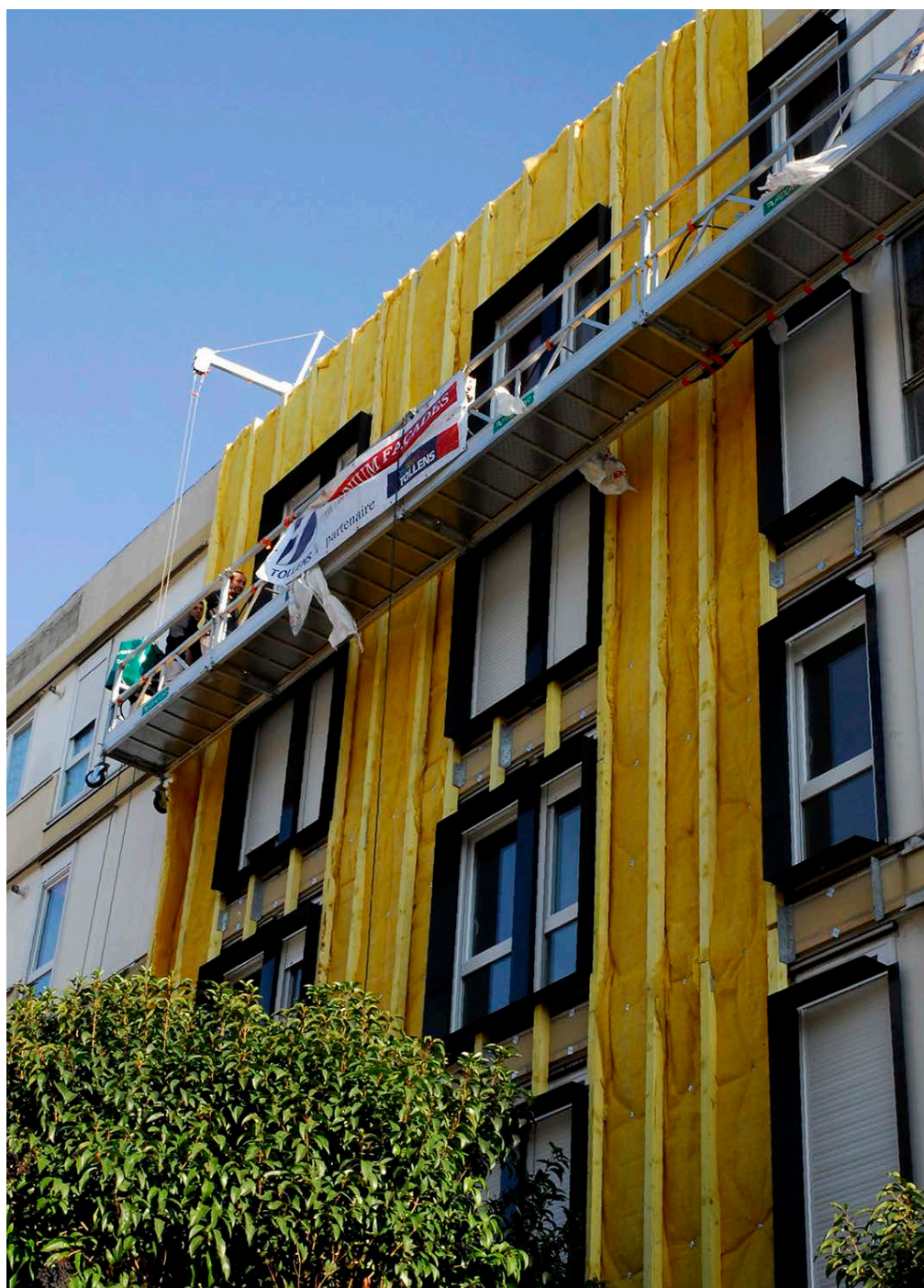
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Task Force. Netværk for energirenovering

Indsamling og præsentation af eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger



Task Force. Netværk for energirenovering

Indsamling og præsentation af eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger

Kirsten Engelund Thomsen
Henrik N. Knudsen
Lone H. Mortensen
Søren Aggerholm
Ole Michael Jensen
Kim Wittchen

Titel	Task Force. Netværk for energirenovering
Undertitel	Indsamling og præsensation af eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger
Serietitel	SBi 2012:09
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2012
Forfattere	Kirsten Engelund Thomsen, Henrik N. Knudsen, Lone H. Mortensen, Søren Aggerholm, Ole Michael Jensen, Kim Wittchen
Sprog	Dansk
Sidetæl	96
Litteratur-henvisninger	Side 52
Emneord	Energirenovering, bygninger, energieffektivitet, energiforbrug, energibesparelse, energiforsyning, installationssystemer
ISBN	978-87-92739-09-4
Omslag	Colourbox
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post sbi@sb.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Forord

Denne rapport er udarbejdet for Energistyrelsen og er målrettet deltagerne i netværket for energirenovering, især byggebranchen og styrelserne samt de politiske beslutningstagere.

Formålet med Task Forcen er at indsamle og præsentere eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger. Task Force rapporten er den første af en række analyser indenfor emnet.

Rapporten består af en kort sammenfatning for fem kerneområder samt en bruttolitteraturliste, inklusiv opsummering af den mest centrale litteratur indenfor disse emner.

Projektet ledes af Kirsten Engelund Thomsen og desuden deltager Lone Hedegaard Mortensen og Henrik N. Knudsen. Der er endvidere nedsat en styregruppe, som også deltager i rapporteringen. Styregruppen består af Ole Michael Jensen, Kim Wittchen, Søren Aggerholm, Kirsten Gram-Hanssen, alle fra SBI.

Forfatterne vil gerne takke alle interessenter, som har svaret på SBI's forespørgsel og dermed givet værdifuld input til publikationslisten og dermed til sammenfatningerne.

Arbejdet påbegyndtes medio juni 2012.

Alle byggeriets interessenter opfordres til at fremsende yderligere litteratur og eksempler til SBI (ket@sbi.dk), idet litteraturlisten vil blive opdateret løbende. Sidste opdatering er 29. januar 2013.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Energi og miljø
September 2012

Søren Aggerholm
Forskningschef

Indholdsfortegnelse

Forord	3
Indholdsfortegnelse	4
Formål	5
Metode	6
State-of-the-art beskrivelser	7
A – Besparelspotentialer i bygningsmassen	7
Boliger	7
Sommerhuse	9
Handel og service og andre bygningstyper	10
Ejerforhold	10
Fredede og bevaringsværdige bygninger	10
Installationer	11
Udenlandske potentialevurderinger	12
B – Renoveringseksempler – erfaring og evaluering	13
Indledning	13
Erfaringer fra konkrete energirenoveringsprojekter	14
Internationalt	16
Status	17
C – Nye bygnings- og installationsteknologier	19
Klimaskærmskonstruktioner	19
Installationer	23
D – Energiforsyning – på selve bygningen og fra net	27
Energiplaner	27
Fjernvarme	31
Elforsyningen	34
Gasforsyningen	37
E – Virkemidler, incitamenter og barrierer	39
Bygninger som indsatsområde	39
Forskning i energispareadfærd	41
Viden fra målinger og evalueringer	43
Virkemidler, der virker i praksis	45
Nationale energirenoveringsprogrammer	48
Litteratur opdelt på hovedområder	52
A. Besparelspotentialer i bygningsmassen	52
B. Renoveringseksempler – erfaring og evaluering	66
C. Nye bygnings- og installationsteknologier	79
D. Energiforsyning – på selve bygningen og fra net	83
E. Virkemidler, incitamenter og barrierer	90

Formål

Formålet med Task Forcen er at indsamle og præsentere eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger. Eksisterende bygninger omfatter alle slags bygninger inkl. sommerhuse.

Hovedområderne er:

- A. Besparelspotentialer i bygningsmassen
- B. Energirenoveringseksempler - erfaring og evaluering
- C. Nye bygnings- og installationsteknologier
- D. Energiforsyning - på selve bygningen og fra net
- E. Barrierer, virkemidler og incitamenter.

A. Besparelspotentialer i bygningsmassen

Her er indsamlet eksisterende danske analyser om potentialet for energibesparelser. Skal også fungere som forarbejde til analyseprojektet om: Energibesparelspotentialer i bygningsmassen.

B. Energirenoveringseksempler

Her er opsamlet viden om evaluerede renoveringsprojekter.

Skal også fungere som forarbejde til analyseprojektet om: Energibesparelspotentialer i bygningsmassen. Kan bl.a. bruges til at kalibrere forventningerne til besparelserne ved forskellige bygningstyper og ejerforhold. Der indsamles både nationale og udenlandske erfaringer.

C. Nye bygnings- og installationsteknologier

Her er identificeret løsninger, som kan drive energibesparelserne i eksisterende bygninger længere end det er muligt med dagens teknologi.

Skal også fungere som forarbejde til analyseprojektet om: Nye bygnings- og installationsteknologier.

D. Energiforsyning

Skal kunne bruges til at perspektivere mulighederne og betingelserne ved de fremtidige energiforsynings muligheder på bygningen og fra nettet i forhold til besparelsestiltagene i bygningerne. Skal også fokusere på samspillet mellem bygninger og energinettet, herunder muligheder og forudsætninger ved "smart grid".

E. Barrierer, virkemidler og incitamenter

I dette afsnit gives et brutto billede af mulige barrierer, virkemidler og incitamenter samt en beskrivelse af erfaringen med dem under forskellige omstændigheder fx lande, bygningstyper og ejerforhold. Skal også fungere som forarbejde til analyseprojektet om: Barrierer, incitamenter og virkemidler.

Rapporten er målrettet deltagerne i netværket for energirenovering, især byggebranchen og styrelserne samt de politiske beslutningstagere.

Nærværende rapport, der inkluderer aktive links til den relevante litteratur, kan tilgås fra Netværkets hjemmeside oprettet af Energistyrelsen.

Metode

For at opnå det bedst mulige grundlag for den fremtidige energirenoveringsstrategi gennemføres der en bred indsamling af viden i form af en rundspørge til repræsentanter for byggebranchen, herunder såvel danske som udenlandske.

Litteraturindsamlingen er gennemført via mail, hvor et spørgeskema er rundsendt. Herfra er der samlet en bruttolitteraturliste som efterfølgende er reduceret, således at det kun er den mest relevante litteratur, der er repræsenteret som resultatet af denne undersøgelse.

De organisationer m.m. som spørgeskemaet er sendt til fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Oversigt over repræsentanter for byggebranchen, der har modtaget forespørgsel om litteratur og eksempler fra SBI.

Organisationer og fonde	Institutter	Bygningsejere	Rådgivere	Producenter	Energiforsyning	Internationalt
Realdania	ENS	Bygningsstyrelsen	Cenergia	Rockwool	Dansk Energi	Sverige:
SBS,	TI	Region Sjælland,	Esbensen	Isover	Dansk Fjernvarme	Boverket, SP,
GI, Grundejernes	DTU-BYG	Kommunerne: Kø-	Rambøll	Velux		Chalmers, LTH
Investeringsfond	AAU - Byggeri og	benhavn, Århus,	Alectia			Norge:
Bygherreforeningen	Anlæg	Aalborg, Sønder-	Enemærke & Petersen a/s			Bygge-Etaten, SINTEF
CONCITO	AAU - Institut for	borg, Middelfart,				Holland:
GATE21	planlægning	Høje Taastrup	COWI			NLAgency, Bart Poel
Videncenter for	SBI -AAU	Boligselskaberne:	Byens Tegnesteue			Consultancy BV
Energibesparelser		KAB, DAB, Lejersbo, BO-VEST	Danske Ark			Belgien-Flandern:
EUDP		AL2BOLIG				BBRI, VEA
PSO						Tyskland:
Grundforsknings-						BBR, Fraunhofer, E.ON
fonden						Energy Research Center, Aachen University
Bolius						Østrig:
Energitjenesten						ASCB-Austrian Sustainable Building Council
						Portugal:
						FEUP, INETI
						ES-SO European Solar Shading Organization

Herudover er der blevet suppleret med litteratur søgning herunder specielt forskningsinstitutioners hjemmesider.

Ved skrivning af sammenfatninger for hvert kerneområde er der i vid udstrækning brugt den eksisterende litteratur, og der er i nogle tilfælde direkte brugt citater og brudstykker fra diverse rapporter. For læsbarhedens skyld er der ikke altid refereret direkte til kilden.

Alle byggeriets interessenter opfordres til at fremsende yderligere litteratur og eksempler til SBI (ket@sbi.dk), idet publikationslisten vil blive opdateret løbende indtil ultimo december.

State-of-the-art beskrivelser

Herunder vises resultaterne opdelt på undergrupperne A til E.

- A. Besparelspotentialer i bygningsmassen
- B. Energirenoveringseksempler - erfaring og evaluering
- C. Nye bygnings- og installationsteknologier
- D. Energiforsyning - på selve bygningen og fra net
- E. Barrierer, virkemidler og incitamenter.

A – Besparelspotentialer i bygningsmassen

Nationalt findes en lang række publikationer, som med forskellig vinkel belyser potentialet for energibesparelser i forskellige segmenter af den eksisterende bygningsmasse. Fælles for de fleste af disse analyser er, at de bygger på informationer om den eksisterende bygningsmasses isoleringsstandard og arealopgørelser fra Wittchen (2004) og fra Wittchen (2009). De to nævnte undersøgelser bygger på information udtrukket fra Energimærkningsordningens (EMO) database (opgørelse af isoleringsstandard og arealer af konstruktioner) i kombination med udtræk fra BBR-databasen (det opvarmede etageareal fordelt på bygningstyper). Udtrækkene dækker alene de bygningstyper, som er mest udbredte i EMO-databasen, nemlig alle typer boliger og bygninger til handel og service. Disse informationer er benyttet til opstilling af en beregningsmodel til vurdering af energibehov og potentielle energibesparelser.

Enkelte undersøgelser har været målrettet mod specifikke delmængder af bygningsmassen, som fx statsligt ejede bygninger eller sommerhuse. Disse undersøgelser er typisk baseret på andre antagelser som fx direkte udtræk af energimærkningskonsulenternes forslag til energibesparelser eller interview med ejerne. Årsagen til denne fremgangsmåde skyldes det lille datagrundlag som er tilgængeligt i EMO databasen for disse bygningstyper som gør det for statistisk usikkert at opbygge en beregningsmodel.

Potentialet for energibesparelser afhænger af de forudsætninger som stilles til grund for opgørelsen bl.a. omkring omfanget – især mht. udvendig efterisolering af facaderne og installering af mekanisk ventilation med varmegenvinding - af de nødvendige tiltag. Der er således i forskellige undersøgelser peget på rentable besparelser mellem 20 og 50 %, afhængig af boligernes alder og isoleringsmæssige standard.

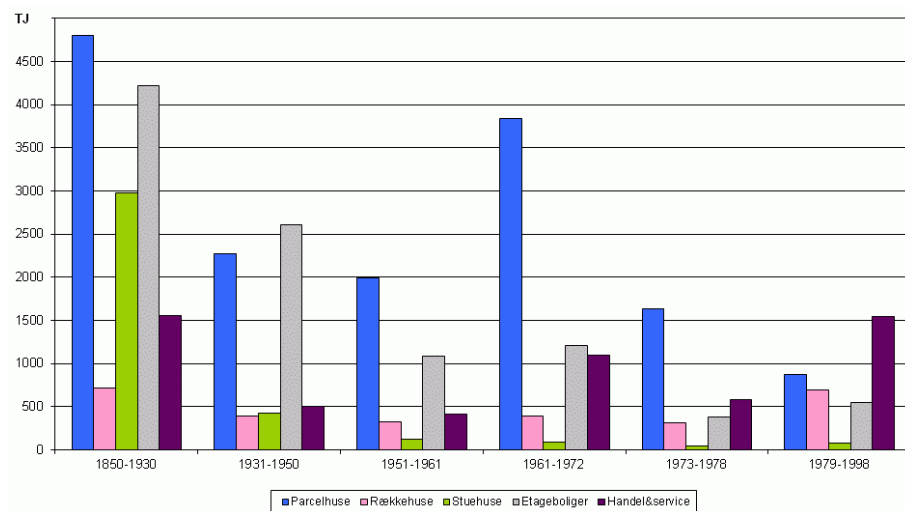
Andre undersøgelser har samtidig vist, at det teknisk opnåelige besparelspotentiale ligger mellem 65 og 75 %. I disse opgørelser er der dog ikke taget hensyn til bevaringsværdi i den del af bygningsmassen, som ikke er omfattet af en egentlig bevaringskode i BBR-registeret, ligesom der ikke er taget hensyn til andre ikke-tekniske barrierer.

Boliger

Der findes ret omfattende information om danske boliger i EMO-databasen, hvilket skyldes, at det var disse bygningstyper, som først blev omfattet af krav om energimærkning i forbindelse med salg eller udlejning, samt det faktum at udskiftningen af beboerne er hyppigere i denne type bygninger end i

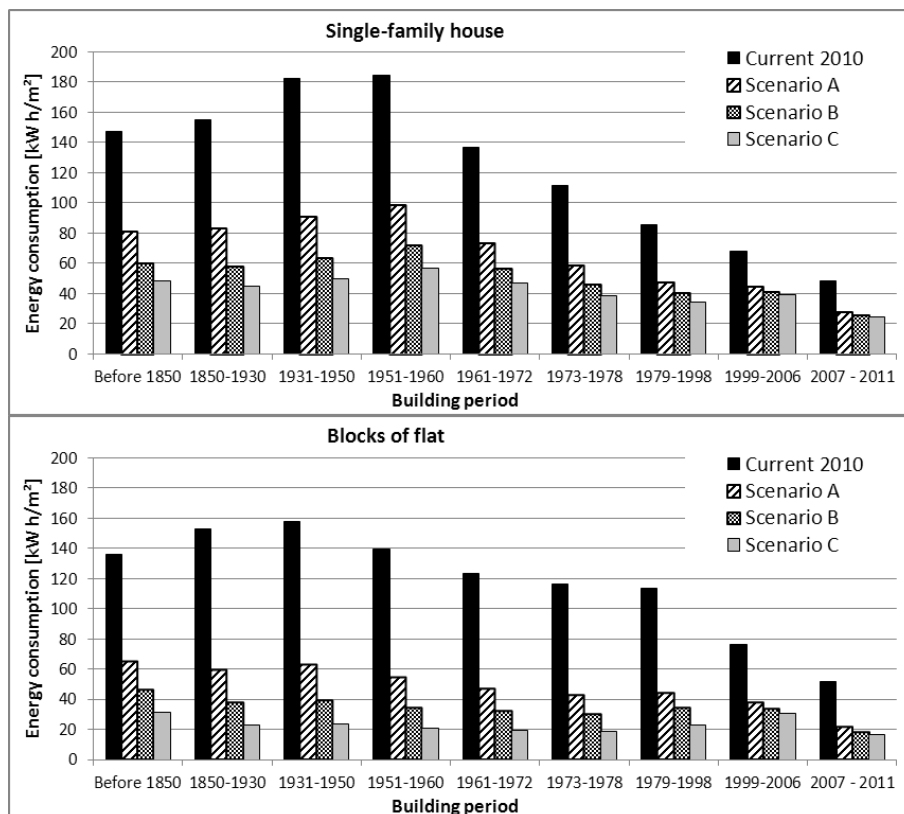
andre bygningstyper. Boliger udgør således en meget stor andel af samtlige energimærkede bygninger som findes i EMO-databasen.

Der er siden 2004 gennemført flere analyser af potentialet for energibesparelser i boliger, som er baseret på informationer om bygningernes isoleringsmæssige tilstand udtrykt fra energimærkningsdatabaserne. De første analyser byggede på information fra den gamle energimærkningsordning (1997-2006) og var fokuseret på varmebesparelser. Ordningen omfattede alene enfamiliehuse og ejerlejligheder, som skulle energimærkes i forbindelse med salg. I de senere analyser er data fra den nuværende energimærkningsordning benyttet, og analyserne har inkluderet potentielle besparelser fra varmt vand og installationer. Data i analyserne omfatter boliger generelt, da gyldig energimærkning skal foreligge både i forbindelse med salg og udlejning. Analyserne peger på rentable potentielle besparelser mellem 20 og 35 %, afhængig af bygningstype og -alder. I disse undersøgelser antages at kun en mindre del af bygningernes klimaskærm er omfattet af indgrebene, og kun de konstruktioner, som har den ringeste isoleringsevne.



Figur 1. Potentielle (rentable) energibesparelser for den samlede danske bygningsmasse opdelt i bygningstype og -alder (Kilde: Wittchen, 2009).

Andre undersøgelser peger på et besparelspotentiale på op til 73 % af energiforbruget til opvarmning og varmt brugsvand. Udgangspunktet for disse undersøgelser er dog, at der ikke tages hensyn til tekniske og arkitektoniske barrierer, ligesom det forudsættes at alle konstruktioner isoleres op til et bestemt minimumsniveau.



Figur 2. Scenarier for energibesparelser med henblik på at opnå en ca. 75 % reduktion af energiforbruget (Kilde: Wittchen, Kragh & Jensen, 2011).

En del boliger er i en sådan fysisk tilstand at det vil være uforholdsmæssigt dyrt at opgradere deres energimæssige standard. Det bør derfor vurderes om økonomien ved nedrivning og nybyggeri er bedre end for renovering af de eksisterende boliger. Der findes imidlertid ingen samlet oversigt over mængde og placering af disse boliger.

Sommerhuse

Sommerhuse udgør ca. 10 % af den samlede boligmasse, men kravene til energimærkning af denne bygningstype adskiller sig fra kravene til energimærkning af andre boliger. Det er således muligt at få udstedt et energimærke uden tilhørende inspektion og registrering af husets klimaskærm og installationer. Det er derfor ikke muligt at opstille en model for beregning af energiforbruget i sommerhuse. Desuden kan sommerhuse opdeles i to kategorier, de sommerhuse, som alene benyttes til fritidsformål, og de huse, som benyttes til helårsbrug eller udlejning. Der vil være en markant forskel på brugsmønstret og dermed energiforbruget i disse to kategorier.

Der er gennemført vurderinger af el-forbruget i sommerhuse baseret på spørgeskemaundersøgelse hos en større gruppe sommerhusejere og udlejningsselskaber kombineret med registreringer fra el-selskaberne. Heraf kan det konstateres, at en stor del af sommerhusene er opvarmet med direkte elvarme, og der er derfor et stort potentiale i at konvertere disse til opvarmning via en varmepumpeløsning. Dette potentiale kan dog ikke nødvendigvis høstes fuldt ud, da den billigere opvarmning ofte vil medføre et øget "ønske" om komfort, fx i perioder hvor huset med direkte elvarme ellers ville have henstået uopvarmet.

Helt overordnet kan sommerhuse inddeles i 10 brugs-kategorier og 3 energiklasser, og besparelspotentialet i denne matrix er selv sagt meget varierende, afhængig af brugs-mønstret og husenes isoleringsstandard.

Handel og service og andre bygningstyper

Bygninger til handel og service er først for nyligt begyndt at dukke op i EMO-databasen i større tal. Det skyldes, at denne bygningstype, sammen med alle andre ikke-boliger med et opvarmet areal over 1500 m² hidtil har været omfattet af Energiledelsesordningen (ELO), som krævede regelmæssig energimærkning hvert år. Denne mærkning omfattede imidlertid ikke den samme grad af registrering af klimaskærmen, som kendes fra EMO-ordningen. Desuden blev gyldigheden af ELO-energimærkerne forlænget i forbindelse med overgangen til EMO-ordningen, så enkelte bygninger har haft et gyldigt ELO-mærke indtil 2011.

Bygninger til handel og service vil normalt have en kortere funktionel levetid end boliger, og derfor hyppigere gennemgå en større - indtil nu primært indvendig - renovering af fx overflader, el-installationer, ventilation osv. Dette er et oplagt tidspunkt til også at overveje muligheden for energimæssig opgradering af bygningernes klimaskærm og øvrige installationer.

Bygninger til handel og service udgør efterhånden en betydelig datamængde i EMO-databasen, og det er muligt at opstille beregningsmodeller for disse bygningers energiforbrug. Ikke-boliger, ud over handel og service, udgør en stigende, men stadig lille andel af de energimærkede bygninger, og det vil derfor være forbundet med stor usikkerhed at opstille en beregningsmodel underinddelt i byggeperioder for disse bygningstyper.

I analyser af besparelspotentialet for bygninger til handel og service er der peget på rentable energibesparelser på 25 – 35 % af energibehovet til varme og varmt brugsvand.

Ejerforhold

Ligesom bygningstypen og bygningens alder forventes det, at bygningens ejerforhold spiller en væsentlig rolle i forhold til bygningens energimæssige opgraderinger gennem tid og energieffektivitet i forhold til bygningens alder.

Potentialet for energibesparelser i statsejede bygninger er undersøgt i forskellige sammenhænge, dels af Bygningsstyrelsen og de øvrige store statslige bygningsejere, og dels af uafhængige institutioner eller firmaer. Mængden af statsejede bygninger i EMO-databasen er begrænset, så det er ikke muligt at inddelte disse i både byggeperiode og bygningstype, hvis der ønskes en statistisk sikker model til beregning af energiforbruget. Derfor er der ofte taget udgangspunkt i informationer om enkeltbygninger i disse analyser. Afhængig af hvordan økonomien betragtes peger analysen på umiddelbart rentable energibesparelser på mellem 7 og 20 % af det nuværende energibehov til opvarmning og varmt brugsvand.

Fredede og bevaringsværdige bygninger

BBR registeret indeholder information om fredningstilstanden for den enkelte bygning som en kode med en værdi mellem 1 og 9. Der er kun et begrænset antal fredede bygninger i Danmark, og disse bygninger er ikke omfattet af energimærkningspligt. Derfor er det ikke muligt at vurdere disse på baggrund af information i EMO databaserne.

Slots- og Ejendomsstyrelsen (nu Styrelsen for Slotte og Kulturejendomme) har gennemført en analyse af besparelspotentialet i 4 kategorier af deres ejendomme: boliger, kontorer, museer og kirker. Datagrundlaget er ret begrænset, men der peges på besparelser på ca. 26 % for boliger, ca. 11 % for kontorer og ca. 20 % for museer.. Kirker udgør kun en lille del af den samlede portefølje og energioptimeringspotentialet vurderes at have begrænset indflydelse på det samlede potentiale.

Installationer

Kedler

Undersøgelser af især potentialet i forbindelse med udskiftning af gaskedler til mere effektive modeller peger på besparelser i forhold til de eksisterende kedelinstallationer på op til 20 % af opvarmningsbehovet til varme og varmt brugsvand.

Konvertering fra ældre olie/gas kedler til en varmepumpeløsning vil typisk kunne reducere energiforbruget med 25-75 %. Det skal dog understreges at skift til en varmepumpeløsning samtidig er et skift til el-drift af varmeanlægget, hvilket påvirker det samlede el-behov.

Vedvarende energi

Nogle vedvarende forsyningsformer er så løst forbundet med den bygning de placeres på eller ved, at det er et spørgsmål om de kan betegnes som en del af bygningen, eller om de er en del af bygningens forbindelse til den kollektive forsyning. Dermed bliver det et spørgsmål, om bidraget fra disse kilder kan henregnes som en besparelse på bygningen eller som et bidrag af vedvarende energi til den kollektive forsyning.

I denne sammenhæng må der skelnes mellem vedvarende energi som forbruges af bygningen og vedvarende energi, som udveksles med det omgivende energisystem. Systemer som ikke kan udveksle med det omgivende forsyningssystem er termiske solfangere i områder uden fjernvarmeforsyning eller med fjernvarmeforsyning baseret på kraftvarme. I områder med fjernvarme baseret på en større andel af vedvarende energi vil en termisk solfanger kunne udveksle med det omgivende energisystem. Et andet, helt oplagt eksempel på vedvarende energi, som udveksler med det omgivende energisystem er solceller og lokale vindmøller.

Der er lavet en undersøgelse af potentialet for det mulige areal til optimal placering af solceller på større bygninger uden tegltag – i bydelen, Valby i København. Resultatet er opgjort til 40 % af det tilgængelige areal, eller ca. 114.000 m², hvilket vil kunne levere ca. 15 MWh. Hvis Valby kan regnes værende repræsentativ for de større danske byer giver det et nationalt potentiale på 2.400 GWh el pr. år eller lidt under 7 % af det samlede danske el-forbrug i 2010.

I forbindelse med den kommende vurdering af potentialet for energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse vil alene et muligt bidrag fra solvarme, som antages udnyttet i bygningen medregnet i besparelspotentialet. Desuden vil det potentielle bidrag fra bygningsintegrerede solceller blive søgt opgjort, men ikke som en del af besparelspotentialet i eksisterende bygninger. Der vil desuden blive set bort fra et eventuelt bidrag fra bygningsintegrerede vindmøller, da dette vurderes at ville få marginal udbredelse, samtidig med at lokale vindmøller vil have en dårligere effektivitet end store vindmøller og vil producere strøm på samme tidspunkt som de store vindmøller.

Samspil mellem bygning og varmeinstallation

Det skal i forbindelse med potentielle besparelser i forbindelse med installationer og forsyning understreges, at den besparelse, som angives ikke kan lægges sammen med besparelsen, som er opgjort ved forbedring af bygningernes klimaskærm. Når klimaskærmen først er opgraderet vil den procentvise besparelse være nogenlunde uændret, men i absolutte tal vil besparelsen være reduceret på grund af det lavere energibehov i de opgraderede bygninger.

Udenlandske potentialevurderinger

Udenlandske vurderinger af potentialet for energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse har hidtil hovedsagligt bygget på erfaringer omkring bygningsmassens energimæssige tilstand og sammensætning, og dels på begrænsede pilotstudier. Med indførelsen af EU's bygningsdirektiv er det fra 2006 krævet at medlemslandene indfører en energimærkningsordning. Dette har medført, at mange medlemslande har indført en ordning, som minder om den danske, og nogle lande har også etableret databaser, hvor informationer fra energimærkningsordningerne bliver samlet. Denne information er bl.a. benyttet i forbindelse med TABULA projektet (2012 Danish Building typologies. Participation in the TABULAR project. Kim B. Wittchen & Jesper Kragh) hvor enkelte lande har opgjort besparelspotentialet for større dele af bygningsmassen. Fremadrettet vil det være muligt at gennemføre den samme type analyser i de EU medlemslande, som indsamler data fra energimærkningsordningerne i centrale databaser, som tidligere er gennemført i Danmark og i TABULA projektet.

Derudover er der gennemført en række vurderinger af besparelspotentialet på europæisk niveau. Generelt peger de internationale undersøgelser på et besparelspotentiale af samme størrelsesorden som de danske analyser, når der antages sammenlignelige forudsætninger og antagelser om omfanget af opgraderingerne.

Henvisninger

Generelt

2012, **Danish Building typologies. Participation in the TABULA project.** Kim B. Wittchen & Jesper Kragh, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, SBI 2012:01

2011, **Energy saving potentials – A case study on the Danish building stock**, Wittchen, K. B., Kragh, J. & Jensen, O. M., ECEEE 2011 SUMMER STUDY. 3. 1 udg. Stockholm: European Council for an Energy Efficient Economy, ECEEE s. 1355-1363.

2010, **Danske bygningers energibehov i 2050**, Kim Wittchen & Jesper Kragh, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, SBI 2010:56

2010, **Energibesparelser i statens kontorer og slotte**, Slots- og Ejendomsstyrelsen.

2009, **Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri** Kim Wittchen, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, SBI 2009:05

2004: **Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger**, Kim B. Wittchen Statens Byggeforskningsinstitut, By og Byg Dokumentation 057, SBI 2004

B – Renoveringseksempler – erfaring og evaluering

Indledning

Energirenovering af eksisterende bygninger er komplekst. Hvad kan det betale sig at gøre, hvilke tekniske løsninger er optimale, hvilke fordele og ulemper er der, hvordan gennemføres processen og i hvilken rækkefølge, etc. Det er derfor vigtigt at evaluere energirenoveringsprojekter for løbende at tage ved lære med henblik på at udvikle robuste fremtidige løsninger for hele den eksisterende bygningsmasse. Erfaringerne fra allerede gennemførte energirenoveringer kan også med fordel inddrages i vurdering af potentialer for energibesparelser og til afdækning af hvilke udfordringer, der er ved energirenovering.

Energirenovering drejer sig ikke kun om energibesparelser, men også om økonomi, indeklima og komfort, det æstetiske indtryk af bygninger (arkitektur) og holdbarhed af bygningsdele. Der kan være usikkerhed om faktorer som processen i forbindelse med renovering, om der kan skaffes en hensigtsmæssig finansiering, om der ydes tilskud, om man kan få kvalificeret rådgivning etc. Endvidere varierer fx bygningsudformning, bygningsanvendelse og brugeradfærd fra bygning til bygning. Energirenovering handler derfor om mere end "blot" reduceret energiforbrug, og løsninger må findes ved at anlægge en helhedsorienteret tilgang for at finde optimale løsninger i konkrete projekter.

Ved korrekt udført energirenovering vil der være gode muligheder for at opnå en win-win situation med både lavere energiforbrug, bedre økonomi, bedre indeklima og forebyggelse af byggeskader. En korrekt udført efterisolering har eksempelvis en række positive følgevirkninger, så som forlængelse af en bygningens levetid og forbedret indeklima og komfort. Herved øges husets økonomiske værdi samtidig med, at der opnås en større brugsværdi. Eksempelvis øges det brugbare areal (opholdszonen) når vægge og gulve bliver varmere, og der er mindre træk. Desuden reduceres risikoen for dannelse af skimmelsvamp på grund af kondens på kolde ydervægge. Efterisolering kan også kombineres med at forbedre bygningens arkitektoniske udtryk, ventilation og solindfald. Desuden kan der vælges materialer, som giver en lettere vedligeholdelse af bygningen.



Figur 3. Eksempel på gennemgribende renovering af en etageejendom (Foto: Niels Herskind, Byens Tegnestue).

Men energirenovering er kompliceret og udføres det forkert, kan det give en række ulemper. Eksempelvis kan forkert efterisolering i første omgang betyde nedsatte energiudgifter, men på længere sigt resultere i et usundt indeklima og i visse tilfælde nedbryde bygningskonstruktioner. Indvendig efterisolering af ældre bygninger kan føre til nye problemer med fugt, som medfører skimmelsvamp eller råd i konstruktionerne. Indvendig efterisolering reducerer desuden boligarealet.

For at opnå reelle økonomiske besparelser skal det ofte gøres i forbindelse med om- eller tilbygning, vedligeholdelse eller udskiftning af nedslidte bygningsdele og komponenter. Der bør også skeles til mulige fremtidige energitiltag, så det ikke kun er de "lavt hængende frugter" der høstes. Her bør ses på, om rækkefølgen og timingen af en renovering er hensigtsmæssig. Energirenovering og forsyningsløsning skal passe sammen. Hvis fx en ejendom fremover skal have varmepumpe, er det vigtigt at man først isolerer og derefter vælger varmepumper tilpasset det nye/fremtidige forbrug.

Erfaringer fra konkrete energirenoveringsprojekter

Helt "normale" projekter evalueres generelt ikke, når der fx skiftes ruder eller der efterisoleres på loftet. Der findes en hel del cases hvor energibesparelsepotentialet ved forskellige løsninger er beregnet teoretisk. Der er kun gennemført et begrænset antal egentlige evalueringsprojekter, hvor der er fulgt op med en mere dybdegående evaluering af både energibesparelser, økonomi og brugertilfredshed, herunder bl.a. indeklima. Disse er typisk gennemført med ekstra ressourcer i form af finansiel støtte fra firma(er) eller forskningsmidler. Når der gennemføres energirenoveringsprojekter er det typisk en kombination af energi og mere generel renovering, der er fokus på. Energirenovering indgår fx i byfornyelsesprojekter eller det kan indgå i projekter, der er initieret pga. problemer med skimmelsvamp eller udtjente konstruktioner. Derfor er det også svært at adskille økonomien i relation til energidelen fra det øvrige.

I det følgende fremhæves nogle resultater fra projekter, hvor der er foretaget eller vil blive foretaget en evaluering af gennemførte energirenoveringer. I publikationslisten er der endvidere medtaget en del projekter, hvor der er foretaget en teoretisk beregning af energibesparelserne, men hvor der mangler egentlige før og efter målinger til evaluering af resultaterne.

Parcelhuse

I EnergiParcel-demonstrationsprojektet er der gennemført målinger før og efter en energirenovering af energiforbrug og indeklima i fire parcelhuse beliggende i Tilst ved Aarhus. Realea A/S er initiativtagerne til projektet og købte de fire huse til projektet. Fire testfamilier boede i husene før, under og efter renoveringen. De fire huse er bygget i årene 1973 til 1975. Der er gennemført forskellige mere eller mindre omfattende energirenoveringer med budgetter på henholdsvis 200.000 DKK (Seniorhuset), 400.000 DKK (Familiehus passiv), 400.000 DKK (Familiehus aktiv) og 2.000.000 DKK (Prototypehuset). I Prototypehuset er der gennemført en meget gennemgribende energirenovering for at undersøge, hvor langt man kan komme mht. energibesparelser i et 70'er parcelhus, mens fokus i de tre andre huse er rettet mod forskellige målgrupper under hensyn til en almindelig familie-økonomi og økonomisk bæredygtighed. Ved renoveringen er der i alle husene fokuseret på klimaskærmen i form af isolering og udskiftning af vinduer og automatisk styring af varmeanlæg. Der er foretaget målinger fra før renoveringen i januar 2009 til juli 2009 og efter renoveringen i januar 2010 til maj 2011. Ved projekteringen blev det forventede energibehov og energibesparelse efter renoveringen beregnet til 136 kWh/m² og 32 % for Seniorhuset, 126 kWh/m² og 43 % for Familiehus passiv, 106 kWh/m² og 52 % for Familiehus aktiv og 41 kWh/m² og 78 % for Prototypehuset. Efter at have korrigeret for vejrdata,

personer, elforbrug, rumtemperatur, infiltration og husspecifikke ting konkluderes bl.a. at: For de fleste af husene (på nær) Familiehus aktiv er de relative besparelse tæt på de beregnede. De målte besparelser ligger dog alle under de beregnede. Selvom de relative besparelser ligger i nærheden af de målte er der stor forskel på de absolutte besparelser, da de beregnede energiforbrug er langt højere end de målte, hvilket påvirker den økonomiske besparelse i negativ retning. Dette gør sig gældende for både energiforbrug til opvarmning og elforbrug til bygningsdrift, men også for varmt brugsvand. Det termiske og atmosfærisk indeklima (temperatur, relativ luftfugtighed og CO₂) blev målt og på baggrund heraf konkluderes bl.a. at: Overordnet set er det målte indeklima i de fire huse acceptabelt både før og efter renovering og på ingen måde dårligere end andre typiske parcelhuse. Sammenlignet med de opstillede krav til indeklimaet har alle husene problemer med at leve op til kravene, men de opstillede krav er også strenge, samtidig med at der ikke i Danmark har været tradition for at designe indeklimaet i parcelhuse. Dette vil ændre sig, hvis kravene i bygningsreglementet til indeklimaet i lavenergiklasse 2015 og bygningsklasse 2020 bevares og evt. udvides til at omfatte mere end overtemperatur. Der udpeges en række punkter der bør have fokus ved fremtidige renoveringsprojekter. For at belyse beboernes oplevelser blev de interviewet.

(2012, EnergiParcel-Projektet: Målinger og analyse af energiforbrug og indeklima i fire danske parcelhusrenoveringer 2008-2011)

Et andet eksempel hvor der er gennemført målinger før og efter en energirenovering af energiforbrug og indeklima er et murermesterhus i Køge fra 1927. De gennemførte energiforbedringer har omfattet "easy to carry out" forbedring af isoleringsniveauet i huset generelt, forbedringer af varmesystemet og montering af energirigtige forsatsvinduer. Den samlede udgift beløb sig til 157.000 DKK. Energiforbruget før og efter energirenoveringen blev opgjort på baggrund af energimålinger i henholdsvis to måneder før og én måned efter. Energibehovet efter renoveringen er opgjort til 140 kWh/m² hvilket giver en energibesparelsen på ca. 57 %, hvilket er mere end forventet på baggrund af teoretiske beregninger. Husets beboere har valgt at omsætte en del af denne besparelse til øget komfort. Målinger af indeklimaet, herunder rumtemperaturer, friskluftskifte og relativ fugtighed før og efter energirenoveringen viser, at renoveringen har medført en bedre komfort for husets beboere.

(2004-2006, Renovering af 30'er hus, Energy Project Villa)

Albertslundkonceptet

Et eksempel på et større initiativ hvor energirenovering har været i fokus findes i Albertslund. I samarbejde med videns institutioner og private virksomheder har Albertslund Kommune udviklet Albertslundkonceptet. Det er et energirenoveringsprojekt, som kombinerer energi- og omkostningseffektiv teknologi, forbedret indeklima og rationelle byggemetoder. Med Albertslundkonceptet energirenoveres og opdateres en række tidstypiske boliger i Albertslund opført i perioden 1960 - 1980 til lavenergiboliger. Alle boligerne i projektet er opført som industrialiseret montagebyggeri, og derfor udvikler projektet præfabrikerede løsninger til energirenovering. Det centrale i Albertslundkonceptet er at udvikle metoder og konkrete tekniske løsninger, der gør energirenovering billigere og derved rentabel at gennemføre. Men også at få løsningerne til at indgå i en helhedsorienteret renovering af boligerne, der på mange måder har behov for fornyelse f.eks. i form af mere tilført dagslys og et bedre indeklima. Det handler om mere end energirenovering. En stor del af opgaven har været at finde løsninger, som beboerne kan bakke op om, og som sikrer, at boligerne bliver tidssvarende. Det handler om gennemlyste boliger, glaskarnapper, indretning af bad og køkken, hegn og gårdhaver. Forhold som ikke har meget med energi og CO₂ reduktion at gøre, men som har afgørende betydning for at opnå gode og moderne boliger.

Albertslundkonceptet gennemfører i perioden 2008 - 2012 pilotprojekter på i alt ni boliger beliggende forskellige steder i Albertslund. Syv af dem er almennyttige lejeboliger i et boligselskab, og to af dem er private boliger. Erfaringerne fra de ni prøveboliger skal bruges til den videre renovering af byens boliger.

(2009-2012, Renovering i Albertslund Kommune; Igangværende EUDP-projekt (2008-2012): Albertslund-konceptet - integreret energirenovering af boliger)

Offentlige bygninger

Osram-bygningen er et eksempel på renovering af en slidt og utidssvarende industribygning til et moderne og energieffektivt kulturhus, der stadig bærer tydelige referencer til sin fortid som glødepære-bygning. Bygningen blev taget i brug i 1953. Den blev energirenoveret i 2009 med et budget på 15 mio. kr. og gjort muligt gennem et samarbejde mellem og sponsorater fra en række større danske virksomheder. Bygningen energimæssige udfordringer blev løst ved at efterisolere bygningen indvendigt for at tage hensyn til den bevarelsesværdige facade. Ovenlysvinduer udnytter dagslyset og sparer på strømmen, og ikke mindst er der installeret et ventilationsanlæg, som genanvender varmen i bygningen. Det renoverede kulturhus forventes at have et primært energiforbrug på 153 kWh/m² pr. år efter renoveringen mod 288 kWh/m² pr. år før, svarende til en total reduktion på 47 %.

(2009, OSRAM Culture Centre; 2012, Præsentation af Osram-bygningen i IEA SHC Task 47)



Figur 4. Billede fra renovering af facade i Osram-bygningen, København (Foto: Wissenberg A/S).

Internationalt

Der findes en række eksempler på energirenovering af bygninger i udlandet. Fx har Tyskland og Østrig en række hjemmesider med henvisninger til eksempler, og det kan bemærkes, at der findes en del internationale projekter hvor der evalueres efter renoveringen.

I BRITA-in-PuBs EU-projektet (www.brita-in-pub.eu) blev 8 forskellige bygninger renoveret i Europa, og bygningerne blev evalueret i årene efter færdiggørelse. Hovedformålet med BRITA in PuBs var at udvide markedet for innovative og effektive renoveringsløsninger, der kan forbedre energieffektiviteten, og som kan gøre det muligt at foretage udskiftninger for moderate ekstraomkostninger. Ved at foretage renoveringer forskellige typer af offentlige bygninger som fx skoler, kulturcentre, børneinstitutioner, kollegier, kirker mv. burde det være lettere at nå ud til forskellige aldersgrupper og sociale

lag. Offentlige bygninger kan bruges som igangsætter og drivkraft til at øge opmærksomheden på at energirenovering nytter noget og fremmer energidebatten i samfundet. I bygninger, der ikke bruges til beboelse, er spørgsmål vedrørende energiforbrug ofte sekundære i forhold til forbedring af komfort. Dette er mest udtalt i den eksisterende bygningsmasse. Beslutninger om renovering af en bygning træffes ofte på baggrund af utilfredshed med komfort niveauet. Det primære formål er derfor at forbedre disse forhold.

I Tyskland har man fx stor erfaring med renovering af skoler, men det er svært at overføre/generalisere erfaringer fra udenlandsk byggeri til danske forhold. I et igangværende EU-projekt (www.school-of-the-future.eu) skal der renoveres 4 skoler i hhv. Danmark, Tyskland, Norge og Italien, og her udveksles erfaringer allerede på projekteringsstadiet. Design teams fra de 4 lande mødes og diskuterer deres idéer. Formålet med projektet er at designe, demonstrere, evaluere og kommunikere lysende eksempler på, hvordan der kan renoveres "towards zero emission with high performance indoor environment". Skolebygninger og deres primære brugere eleverne - de kommende generationer - er i fokus i projektet.



Figur 5. Billede af renovering af den norske skole i "school-of-the-future" projektet, Brandengen skole i Drammen (Foto: Heike Erhorn-Kluttig, Fraunhofer, Stuttgart).

Status

Der gennemføres løbende renoveringsprojekter, der medfører energibesparelser. Der findes imidlertid kun ganske få eksempler på energirenoveringer, der er efterfulgt af en egentlig evaluering af energiforbrug og endnu færre med en evaluering af brugertilfredshed. En sandsynlig forklaring på hvorfor der ikke er tradition for en sådan opfølgning, er at det kræver ekstra ressourcer. Det er ligeledes ikke umiddelbart muligt at tilvejebringe økonomiske nøgletal for hvad energirenovering isoleret set koster, da det er svært at adskille økonomien i relation til energidelen fra det øvrige. Det kan være udgifter til forbedring af indeklimaet og/eller ombygninger for at gøre bygningen mere tidssvarende. Det betyder, at det ikke er muligt at uddrage generelle resultater/erfaringer fra de få renoveringsprojekter, der er evalueret.

Der mangler således generelt systematisk opsamling af viden og måleresultater fra energirenoveringsprojekter, som muliggør en helhedsorienteret vurdering af det realiserede energiforbrug, økonomi og brugertilfredshed, herunder bl.a. indeklima. Der bør derfor overvejes, hvordan man fremadrettet gennemfører en mere systematisk opsamling af erfaringer med energirenoveringer i de forskellige dele af den eksisterende bygningsmasse. Dette skal ses i sammenhæng med at EU-Direktivet om bygningers energimæssige ydeevne foreskriver at medlemsstaterne skal udarbejde politikker og træffe

foranstaltninger med henblik på at stimulere omdannelsen af bygninger, der moderniseres til næsten energineutrale bygninger (nearly-zero).

Ud over dokumentation af energiforbrug og tekniske målinger af det fysiske indeklima er det relevant at undersøge bygningsbrugernes tilfredshed med det oplevede indeklima og forventninger (før) og deres indfrielse (efter) og hvordan de oplever processen, herunder perioderne før, under og efter renoveringen. Erfaringer med bygningsbrugeres tilfredshed og oplevelser i nye lavenergibygninger viser eksempelvis, at der ofte er indkøringsproblemer, hvor de tekniske installationer ikke virker efter hensigten ved indflytning. For at mindske tilsvarende gener for bygningsbrugerne i forbindelse med energirenovering, bør der være en form for afleveringsforretning (commissioning). Heri indgår eftervisning af, at de tekniske installationer fungerer efter hensigten fra dag ét.

For at kunne lave realistiske potentialeberegninger og være i stand til at kommunikere troværdigt med bygningsbrugere om muligt energiforbrug efter en energirenovering, er der behov for at se nærmere på forholdet mellem teoretisk beregnet og målt energiforbrug. Det ses ofte, at de realiserede energibesparelser bliver lavere end de beregnede teoretiske besparelser. De beregnede besparelser er baseret på standard betingelser og tager ikke højde for variationer i brugeradfærd. Der er ligefrem påvist en såkaldt "rebound effekt" hvor dele af en mulig energibesparelse bliver omsat til øget komfort i form af en højere indendørs temperatur.

Det må anbefales at koncentrere dataindsamlingen på danske energirenoveringsprojekter, og måske i begrænset omfang på nabolandes erfaringer, da det er svært at overføre/generalisere erfaringer fra forskelligartet byggeri til danske forhold. Herudover ser det ud til at det i forbindelse med dataindsamling vil være af stor betydning at kunne komme i dialog med projektdeltagere for at "få alle detaljer med".

For nybyggeri i Sverige er der krav om, at der gennemføres en evaluering af energiforbruget efter en indkøringsperiode. Disse krav kan overføres til danske forhold for nybyggeri. For eksisterende bygninger er alle selskaber, der leverer el, fjernvarme, fyringsolie eller naturgas til slutbrugere, forpligtet til at indberette slutbrugerens forbrug til BBR. Indberetningen skal ske hvert år og startede i 2011. Ud fra disse forbrugsdata kan der opsamles værdifuld viden om de forskellige bygningstypers faktiske energiforbrug.

Endelig er det værd at lave en vurdering og kortlægning af, hvilke bygninger det bedre kan betale sig at rive ned og erstatte af nybyggeri ud fra en samlet vurdering af reduceret energiforbrug, økonomi, arkitektur og brugertilfredshed, herunder indeklima.

C – Nye bygnings- og installationsteknologier

Byggebranchen er præget af traditioner, der ikke i sig selv fremmer udvikling af nye bygnings- og installationsteknologier. Alligevel er der en række områder hvor der arbejdes med udvikling af nye bygnings- og installationsteknologier. Der har i en del år været stor fokus på energioptimering og ønsket om at spare på energien er samtidigt med til at drive processen mod mere energieffektive teknologier.

Bygninger har traditionelt brugt meget energi, men selv med udvikling og stadig strammere energikrav i bygningsreglementet er der fortsat energibesparelser at hente i optimering af bygningers energiforbrug både ved nybyg og renovering. Da potentialet er størst i den eksisterende bygningsmasse er det ved renovering, at der samlet set kan spares mest.

I samfundet er der ligeledes kommet fokus på bæredygtighed. Det forventes at føre til fokus på bæredygtighedselementer som f.eks. kvalitet, levetider, farlige stoffer, knappe ressourcer mv.

I 2011 udgav BYG-DTU rapporten, "Analyse 6. Komponentkrav, konkurrence og eksport". Analysen beskriver forventninger til udvikling af energimæssigt bedre komponenter til realisering af lavenergibygninger i bygningsklasse 2020. Derfor er rapporten en parallel til dette arbejde med beskrivelse af nye bygnings- og installationsteknologier. Rapporten giver et fint overblik over den forventede innovation i byggekomponenter, og den har derfor været et solidt udgangspunkt for denne beskrivelse. Der vil dog være mere fokus på muligheder i forhold til renovering af den eksisterende bygningsmasse.

Klimaskærmskonstruktioner

Nye krav til energiforbrug til opvarmning kræver, at der ses på ekstra isoleringstykkelser, bedre vinduer, reduktion af kuldebroer, samlingsdetaljer og tæthed. I renoveringssammenhæng er det de samme faktorer, der skal overvejes.

Vægssystemer og byggesystemer

Til nybyggeri udvikles der løbende nye byggesystemer, og selvom de ikke nødvendigvis er direkte brugbare i renoveringssammenhæng kan de være interessante ved udskiftning af hele lette facadepartier. Her er det dog nødvendigt også at vurdere den æstetiske betydning af ændringen.

Et eksempel på et nyt byggesystem til nybyggeri er bPod (www.bPod.biz). Ideen i dette koncept er, at hele rum bestående af lette vægge sammensættes på fabrik og færdiggøres med isolering, installationer og indvendig afte-ring. På byggepladsen opstilles de færdige rum, hvorefter hulrum i isoleringen udstøbes med beton, som derved danner de søjler og dragere, som udgør den bærende konstruktion, og ydervæggen etableres. Ydervægge og indervægge i bPod-byggerier er adskilte, og de store isoleringstykkelser, som kræves til lavenergibyggeri, kan derfor anvendes uden begrænsninger. For at opnå slankere konstruktioner kan bedre isoleringsmaterialer benyttes. Det er umiddelbart svært at se hvordan systemet kan bruges i forbindelse med renovering.

Et andet eksempel på et nyudviklet byggesystem er RockShell vægssystemet (fra Rockwool) til bærende ydervægge i et og to etagers bygninger. Den vigtigste bærende del består af RockShell vægprofiler, der er designet som I-formede profiler. De bærende stolper skal anbringes lodret mellem stenulds-elementerne, og tjener som et underlag til at fastgøre både den ydre beklædning og træfiberpladerne på indersiden. Systemet har fokus på minime-

ring af kuldebroer, og leveres direkte på byggepladsen tilpasset den aktuelle bygning. Systemet består af meget få byggekomponenter, der stort set kan samles med en skruemaskine på stedet. Dette reducerer også risikoen for konstruktionsfejl, og der kræves næsten ikke yderligere tilpasninger på stedet, så materialespild og den tid, der bruges på modifikationer er minimal. Dette system kan måske benyttes ved renovering hvor en hel facade udskiftes.

Dynamiske facader dækker over en udvikling i de seneste år, hvor der er udviklet flere standardsystemer af skodde- eller rammesystemer, som kan bevæges uden på facaden, og som kan have flere forskellige funktioner. Systemerne kaldes ofte dynamiske eller intelligente facader, og er opbygget med elementtyper på en måde, så de kan tilpasse sig bygningen aktuelle behov. Elementerne kan, udover at fungere som solafskærmninger, have funktioner som natisolering, ventilationselementer og lyddæpende skodder, ofte med flere funktioner indbygget i et enkelt element. Hvilke funktioner der er mest relevante for en given facade afhænger af orientering, indretning og den generelle facadeudformning, og derfor vil det normalt være hensigtsmæssigt med forskellige elementtyper på forskellige facader. Systemerne er bedst egnede på facader, med faste partier, hvor elementerne kan 'parkeres', når de ikke er i funktion. Skodderne bør have en automatisk (intelligent) styring, der sikrer, at de indstiller sig optimalt ud fra komfort hensyn, når der er brugere i rummet og ud fra energihensyn, når der ikke er brugere. Den automatiske styring bør altid kunne overstyres af brugerne.

Nye væg og byggesystemer kræver stadig fokus på samlingsdetaljer, og specifikt på at linjetab minimeres. Saint-Gobain har i dag løsninger på markedet hvor linjetabet er 0,06 W/mK med isolering over betonpladen, og dette forventes at kunne reduceres til ~0,05 W/mK.

Solafskærmning

Solafskærmningen har stor betydning for både det termiske og det visuelle indeklima samt for både opvarmningsbehov og ventilations- og kølebehov.

De senere års byggeri har været domineret af glas, bl.a. fordi de store glaspartier passer godt til trenden i dansk arkitektur, hvor enkelhed og stramme linjer er nøgleord. Det er imidlertid en kendsgerning, at glasfacaderne i mange tilfælde har medført store energiomkostninger til ventilation og køling, samtidig med at indeklimaet ofte har været helt utilfredsstillende. Trods de skærpede energikrav, må det forventes at glasset også vil dominere fremtidens byggeri, herunder også en stor del af renoveringsprojekterne. De planlagte yderligere reduktioner i energirammen fra 2015 og 2020 vil betyde, at kravene til vinduer og facade skærpes yderligere. Både ud fra energi- og indeklimahensyn vil det derfor være nødvendigt, at anvende solafskærmninger, som kan tilpasse facaden til det skiftende behov over dagen og året. Jo større vinduer, og jo bedre isoleret bygningen er, desto større betydning har solafskærmningen.

Faste solafskærmninger, herunder solafskærmende ruder vil i de fleste tilfælde øge energiforbruget og forringe det visuelle indeklima. Den optimale solafskærmning kan skærme effektivt af for solen og de blændingsgener, som solstrålingen medfører. Men samtidig skal den kunne åbne helt op på tidspunkter, hvor strålingen ikke generer, og hvor der er behov for at udnytte dagslyset og den passive solvarme. I praksis betyder dette, at faste afskærmninger som regel vil forøge energiforbruget samtidig med at indeklimaet forringes.

Facader hvor glasarealet udgør mere end 30-35 % bør derfor forsynes med en udvendig, regulerbar afskærmning. Den bedste type afskærmning er en

lamelbaseret afskærmning (fx en persienne), hvor lamellerne både kan drejes og trækkes helt fra i overskyet vejr.

Der er i de seneste år udviklet flere forskellige typer af afskærmninger, som er baserede på film eller tynde lag af mikrostrukturer, hvor transmittansen af solstrålingen afhænger af strålingens indfaldsvinkel. Microshade, som er udviklet i Danmark, er af denne type og består af transparente bånd i rustfrit stål med mikrolameller. Båndene, der monteres indvendigt på det yderste glas i en 2- eller 3-lags lavenergirude under produktionen, består af mange små perforeringer, der er vinklet, så de skærmer for direkte sollys samtidig med, at det frie udsyn bibeholdes. Afskærmningen af strålingen er således selektiv, både i forhold til solens højdevinkel og i forhold til azimutvinklen mellem facaden og solen. Mens afskærmningsfaktoren ved normalstråling er ca. 0,63, er den ca. 0,25 på en sommerdag (anvendt i en 2-lags energirude). Afskærmningen er derimod ikke spektralt selektiv i transmittansen for mikrolamelstrukturen, hvilket betyder at reduktionen i solvarme og lys er ens. Ulempen ved denne type afskærmning er, som for andre faste afskærmninger, at de permanent reducerer dagslyset og den passive solvarme. De bør derfor kun anvendes efter omhyggelige analyser af den samlede virkning på energiforbrug og indeklima.

Fremtidige afskærmningstyper i form af elektrokromiske eller fotokromiske ruder har endnu ikke nået et udviklingsstade, hvor de vil være relevante i renoveringsprojekter inden for de nærmeste 10 år.

Isolering

For nybyggeri ses isoleringstykkelser på 400 – 600 mm. Ved renovering af den eksisterende bygningsmasse forventes det ikke at være muligt at opnå så store tykkelser. Derfor er det oplagt at se på mulighederne for bedre isolerende materialer.

Et eksempel er isoleringsmaterialet, Aerorock (Rockwool produkt), som er en kombination af stenuld og areogel med varmeledningsevne 0,019 W/mK.

Dette produkt vil kunne reducere isoleringstykkelsen betydeligt.

Tilsvarende er det ligeledes areogelbaserede isoleringsmateriale Spaceline (Thermisol produkt), der minder om et stykke fleksibelt filt med en varmeledningsevne 0,014 W/mK. Materialet vurderes pga. sin fleksibilitet velegnet til såvel nybyg som renovering.

Vakuumsoleringspaneler (VIP) er ikke specielt nye på markedet, men tidligere har materialet mest været tilgængeligt i forsknings- og udviklingsprojekter. VIP kan eksempelvis bestå af en ubrændbar kerne af opskummet silicium, der vakuumpakkes i robust alufolie. Med en varmeledningsevne på 0,004 W/mK ved korrekt udførelse af VIP er der også med materialet store muligheder for brug ved renovering, hvor pladsen til efterisolering er begrænset. Over tid kan vakuum ikke opretholdes så den anbefalede designværdi er 0,006-0,008 W/mK. Hvis der sker perforering af alufolien øges varmeledningsevnen til ~0,020 W/mK, hvilket derfor bør undgås.

Ved renovering vil bedre isolerende materialer kunne bruges ved energirenovering af gamle bygninger, hvor facaden ikke må ændres, samt ved efterisolering af kviste, hvor der i forvejen kun er lidt indvendig plads. Herudover kan der opnås bedre isolering af gulve, hvor nye materialer kan lægges mellem beton og det nye gulv, og dermed øge isoleringen mod gulvet og give øget komfort. De nye isoleringsmaterialer er dog dyrere end traditionel isolering, men i mange tilfælde vil brugen af de nye materialer kunne øge komforten ved renoveringen.

Som eksempel på produktudvikling i form af forbedring af isoleringsmaterialer kan EPS tilsat grafit nævnes. Denne udvikling betyder, at varmeledningsevne nu er 0,031 W/mK, hvilket er en forbedring på ca. 20 %. Yderligere udvikling kan formentligt føre til endnu lavere varmeledningsevne, derfor forventes det generelt, at isoleringsmaterialer vil blive bedre.

Døre, vinduer og ovenlys

Det er almindeligt at udskifte døre, vinduer og ovenlys helt, hvis der renoveres, medmindre der er specielle æstetiske hensyn, som ikke kan opfyldes med udskiftning. Det anbefales at der skiftes til den energimæssigt bedste erstatning ved renovering, og derfor er udviklingspotentialet ens for nybyg og renovering mht. døre, vinduer og ovenlys. I forbindelse med renovering kan vinduesudskiftning kombineres med andre tiltag, og under ventilationsløsninger nævnes et eksempel på en kombination af et vindue og en decentral ventilationsenhed.

Der kan kun forventes en lille udvikling for 3-lagsenergiruder med anti-refleksbehandlet jernfattigt glas med de bedste lavemissionsbelægninger og bedste isolerende gasfyldninger, da de allerede er meget gode.

For vinduer kan nye kompositmaterialer som vinduesprofiler i glasfiberarmet polyester eller polyurethan give lavere U-værdier for profilet. Derudover har slankere profiler den fordel, at de øger lysindfaldet. Herudover kan kobled ruder revitaliseres, idet de giver mulighed for indbygning af solafskærmning eller skodder.

Døre kan forbedres ved at forbedre isoleringen af dørpladen og ved reduktion af kuldebroer for dørpladens rammekonstruktion og dørens karmprofil. Der er behov for udvikling af nye materialer til erstatning for metalprofiler i døre. Samlet forventes udviklingen for døre at resultere i U-værdier på ca. 0,5 W/m²K

Plane ovenlys har større ramme/karmprofil end facadevinduer så udvikling af kompositprofiler med lavere U-værdi vil have stor betydning. For ovenlys kupler og rytterlys er den udvendige karmkonstruktion over det flade tag af stor betydning så den skal isoleres bedre. Herudover er det fornuftigt at placere en velisolerende rude nede i lysskakten ud for isoleringens placering. Det kan give U-værdier på under 1 W/m²K.

Faseskiftende materialer

En strategi for at opnå energibesparelser kan være at benytte materialer med høj varmekapacitet til at udjævne temperaturændringer over døgnet. Faseskiftende materialer udnytter netop dette princip. En forudsætning for optimal udnyttelse af faseskiftende materialer er dog at der over døgnet er tilstrækkelig temperaturvariation til at ophobet energi fra varme dage kan ventileres bort om natten.

Beregninger og målinger har vist, at der kan opnås pæne energibesparelser til køling og opvarmning af bygninger ved at bruge byggematerialer, der indeholder faseskiftende materialer. Faseskiftende materialer er allerede på markedet i Tyskland, men prisen er stadig høj, hvilket i langt de fleste tilfælde medfører lange tilbagebetalingstider.

I visse tilfælde kan brugen af faseskiftende materialer dog medføre en så stor reduktion i kølebehovet, at man helt kan undvære køleanlæg i bygningen.

Installationer

Ventilation

Der forventes forsat udvikling af ventilationskomponenter. En måde at reducere elforbruget på er at fokusere på bedre udnyttelse af naturlige drivtryk, dermed kan man opnå komponenter med lavere tryktab, men med øgede dimensioner. Dette udgør et problem specielt i forhold til renovering, hvor bygningerne tit er født uden ventilation og hvor der derfor ikke er meget plads til ventilationskomponenter. Omvendt kan den naturlige ventilation være utilstrækkelig og den mangler varmegenvinding.

Ventilationssystemer

Dette afsnit tager udgangspunkt i samlede ventilationssystemer.

I forbindelse med udvikling forventes fremtidens mekaniske ventilationssystemer med integreret natventilation at opnå en SEL-værdi på 500-600 J/m³.

Hybrid ventilation kombinerer mekanisk ventilation og naturlig ventilation.

Det er en oplagt måde at spare på energien hvis man om sommeren kan slukke den mekaniske ventilation og i stedet udnytte naturlig ventilation.

Denne løsning kan have klare fordele for renovering da ældre huse ofte ikke har mekanisk ventilation og dermed kan det være svært at få plads til ventilationskanaler.

I forhold til naturlig ventilation er den helt store udfordring den manglende varmegenvinding. Der er forskellige forslag til løsning af problemerne af naturlig ventilation med varmegenvinding. Eksempelvis kan den naturlige ventilation kombineres med en luft/vand varmepumpe der leverer varmt brugsvand, men det kræver et stort varmtvandsforbrug. Alternativt er der en løsning hvor ventilator understøttet naturlig ventilation kan benytte varmegenvinding i form af væsekoblede batterier. Denne løsning er dog pladskrævende og derfor næppe relevant i forhold til renovering.

Decentral ventilation

Et stort problem i forbindelse med renovering af bygninger er en øget lufttæthed der let kan føre til indeklimaproblemer, hvis der ikke etableres ventilation. Derfor er det oplagt at forsøge at etablere ventilation i ældre bygninger med decentrale ventilationsenheder i facaden.

En løsning på denne problematik kan være at montere *Ventilationsvinduer* (CLIMAWIN 2010-2012). Ventilationsvindues princip er ikke nyt, men har været anvendt i Finland og Rusland i generationer og bliver stadig i høj grad brugt, da dette vinduessystem mindsker fugtproblemer i boliger, samtidig med at det minimerer omkostningerne til opvarmning og køling. I dette projekt videre udvikles og optimeres komponenterne fra rudeafstand, placering af belægninger, motorer til styring af luftstrømmen mv.

Et system bestående af decentrale *Mikroventilationsenheder* (Ressourcebesparende ventilationsenhed 2010-2011), der kan udskifte luften i en bygning gennem ydermuren samtidig med, at varmen i den udskiftede luft genanvendes med op til 90 %. Mikroventilation kan anvendes i stedet for traditionel mekanisk ventilation. Ved renoveringer kan de decentrale mikroventilationsenheder sikre ventilation i bygninger, som ikke oprindeligt har haft ventilation, da de decentrale enheder ikke optager plads til fordelingskanaler. Mikroventilation kan dog kun bruges i rum mod det fri, og hvor kvaliteten af udenørsluften er god.

Luftrensning som alternativ til udelufttilførsel er indtil videre et "wild card" i forhold til ventilation på det danske marked, da byggelovgivningen ikke tillader reduktion af luftmængder som følge af anvendelse af luftrensning. Der

forventes alligevel kraftig udvikling på området, og internationalt er der tanker om at luftrensning vil kunne nedsætte behovet for udelufttilførsel af hensyn til emissioner fra bygningen, men ikke fra personer.

Personlig ventilation er et koncept der kan benyttes til at give brugeren personlig kontrol af ventilationen og til dels kontrol af termisk komfort. Konceptet tilfører ventilationsluften mere effektivt til brugeren og kan dermed øge den oplevede luftkvalitet og/eller nedsætte energiforbruget til ventilation. Brug af personlig ventilation kræver dog at der meget plads til fordelingskanaler og mange individuelle indblæsningsarmaturer som gør det til en dyr løsning der nok ikke umiddelbart er brugbar i renoveringssammenhæng.

Ventilationskomponenter

Der kan også opnås store gevinster ved udvikling og energioptimering indenfor enkeltkomponenter.

Ventilationslofter betyder at hele loftfladen benyttes som indblæsningsområde. Det nedsætter lufthastigheden og reducerer træk. En ekstra fordel ved brug af ventilationslofter er at der spares både kanaler og indblæsningsarmatur, hvilket nedsætter omkostningerne til etablering.

Keglespjæld/kuglespjæld fungerer ved at en indvendig kegle reducerer kanalens tværsnit. Funktionen med keglen muliggør styring af luftstrømmen ved lavere trykdifferens end konventionelle spjæld og formodes også at mindske turbulensstøjen.

Skovlhjul har historisk løbende udviklet effektiviteten. Med nye og forbedrede numeriske beregningsmetoder er det muligt at afprøve mange designs relativt hurtigt. Dette udviklingsarbejde foregår dog mestendels hos de største producenter. Effektiviteten er direkte proportional med energiforbrug så en effektivisering på 2 % vil ligeledes reducere energiforbruget med 2 %.

Ventilatormotorer er omfattet af fælles europæiske stramninger (kommissionens forordning (EF) nr. 640/2009) til effektiviteten og siden 16. juni 2011 skal alle motorer mindst være IE2.

Yderligere stramninger følger fra 1. januar 2015, hvor motorer (7,5-375kW) skal være i effektivitetsklasse IE3, alternativt IE2 og udstyret med frekvensomformer, og fra 1. januar 2017 skal motorer (0,75-375kW) være IE3, alternativt IE2 og udstyret med frekvensomformer. Det er allerede i dag muligt at købe IE3 motorer.

Remtræk kan i dag fremstilles med virkningsgrader på næsten 100 %, men pga. pris installeres ofte remtræk med lavere virkningsgrad. Der er proportionalitet mellem virkningsgraden og energiforbruget.

Varmevekslere leveres enten som roterende vekslere eller modstrømsvekslere. Virkningsgraden på vekslerne kan i dag komme over 90 %. Roterende vekslere øger genvindingsgraden ved lavere lufthastigheder. Problematikken for varmevekslere er dog ikke længere varmegenvindingen, men i højere grad det tryktab, som de inducerer i systemet. Derfor bør udviklingen fokusere på at få et mere uforstyrret luftflow igennem veksleren, da tryktabet er proportionalt med energiforbruget. Det anses for muligt at sænke tryktabet i veksleren fra 200 Pa til 80 Pa. Alene udviklingen af veksleren vil derfor medføre en sænkning af energiforbruget på 15 %.

Jordkanaler til forvarmning/køling af luft er en teknisk løsning som kan benyttes til at konditionere luftindtaget til ventilationssystemet. Det kan virke som en god løsning at forvarme eller afkøle udeluften via kanaler nedgravet i jorden, inden den bruges som indtag for ventilationsluft. Nye undersøgelser vi-

ser dog, at man skal være forsigtig i udformningen af jordkanalerne, da der ellers let opstår skimmelvækst, som kan ende med at skade indeklimaet.

Varmeanlæg

Ved analyse af rørtabene i boliger er det fundet at automatisk fremløbstemperatur regulering efter udetemperaturen altid kan betale sig uanset om installationen sker for nybyg eller renovering. Mere overordnet foregår der forskning i forbindelse med udvikling af lavtemperatur fjernvarme og puls-fjernvarme, se desuden afsnit D om forsyning.

Her henvises bl.a. til behov for udvikling af mere energieffektive fjernvarmeunits m.m., men arbejdet er præget af usikkerhed i forhold til risikoen for legionella på området for varmt brugsvand.

Varmt brugsvand

Legionella udgør stadig et stort problem for udviklingen af mere energieffektive systemer til varmt brugsvand. Det skal afklares, før der kan findes løsninger til reduktion af energiforbruget

Cirkulationspumper

Cirkulationspumper forventes i 2020 at opfylde ErP-direktivets (Energy-related Products Directive 2009/125/EC) krav. Det betyder, at 3 W cirkulationspumper bliver standard, men der findes også allerede pumper på markedet, som overholder de 3 W.

Varmepumper

Der er mest forskning omkring, hvordan varmepumper kombineres med andre teknologier, hvilket virker meget fornuftigt, da der er et kæmpe potentiale i udnytte teknologien andre steder. Med andre ord går udvikling af varmepumper mere i retning af optimering af brugen end egentligt udvikling af effektiviteten af varmepumper. I EU regi er der arbejde i gang der fokuserer på krav til energieffektivitet. De fælles krav ser dog ikke ud til at være stramninger i forhold til BR10 krav. Der er en generel udvikling mod et mere detaljeret grundlag for krav og mærkning, hvor der benyttes et sæsonindeks, der beskriver den gennemsnitlige effektivitet over en sæson. Dette ses både på arbejdet med standarden prEN14825 og med EU-arbejdet. Når nye EU regler træder i kraft vil de efter al sandsynlighed være baseret på sæsonindeks. Det forventes, at der sker en udvikling af varmepumper med naturlige kølemidler. Effekten af denne udvikling er svær at spå om, men et forsigtigt bud er, at effektiviteten af varmepumper med f.eks. propan som kølemiddel bliver 2-5 % bedre de kommende ti år.

Kravene til små varmepumper er mere lempelige end store og det forventes at udvikling i teknologien for store varmepumper kan overføres direkte til anvendelse for små varmepumper, hvilket vil øge deres effektivitet.

Solcelleanlæg

Solcelleanlæg til supplerende elforsyning af bygninger er en teknologi i særdeles kraftig vækst og udvikling. De nettilsluttede solcelleanlæg er normalt udført som én eller flere rækker af serieforbundne solcellemoduler, som er koblet til én eller flere vekselrettere. Der findes tre generationer af solceller.

1. generation solceller består af krystallinske solceller af silicium og har været kendt siden 50'erne, men pris/ydelsesforholdet er steget gennem årene. Denne type solceller er førende på markedet, da de har høj virkningsgrad, er robuste med en dokumenteret lang levetid, der er rigeligt med råmaterialer, og de er uden miljøskadelige stoffer. Det er dog vanskeligt at automatisere fremstillingen og processen har et højt energiforbrug.

2. generation af solceller er tyndfilm baserede solceller på silicium eller andre materialer i fast form. Udviklingspotentialet er forbedring af virkningsgrad og højautomatisk fremstilling. Fordelen ved denne type solceller er, at fremstillingen er materiale og energibesparende, at de æstetisk fremstår pænere (med en mere ensartet overflade) og at prisen er lavere. Ulemperne er dog en lavere effektivitet (~halv så stor effektivitet som krystallinske), knap så lang dokumenteret levetid, der kan blive råmateriale begrænsninger på sigt, og de indeholder visse miljøproblematiske stoffer.

3. generation af solceller er polymer- og organiske solceller. Udvikling kan føre til solceller med ekstremt lav kostpris, gennem billige materialer og simple fremstillingsteknikker. Materialerne er meget billige, men virkningsgraden er lav og levetiden er kort.

Der forventes øget innovation i forhold til integration af solceller direkte i byggematerialer. Der findes allerede i dag tagløsninger med integrerede solceller, men prisen er høj. Omvendt er det en barriere for solcelleanlæg i dag, at de ikke kan skæres til på mål som andre dele af klimaskærmen.

Solceller til elproduktion har et stort potentiale, og med en udvikling mod en fusion af glas- og solcelle produktion i en proceslinje kan der måske opnås et økonomisk gennembrud, men det kræver enorme investeringer.

Tyndfilm, og herunder stakkede solceller, der kan udnytte forskellige dele af solspekteret forventes at blive videre udviklet og i højere grad presse prisen på krystallinske solceller. Udviklingen af fleksible tyndfilm med forskellige typer af solceller som optimeres mht. pris, æstetik og holdbarhed kan give nye muligheder for solcelleprodukter.

I forhold til renovering er solceller en oplagt måde at reducere bygningens energibehov på. Etablering af solcelle anlæg kræver, at taghældningen og orienteringen er rigtig på de eksisterende bygninger. Desuden bør det æstetiske indtryk af bygningen bevares. Økonomiske tilskudsordninger sikrer for tiden etablering af mange små private anlæg.

Belysning

Belysning udgør 19 % af elektricitetsforbruget på verdensplan. Da glødelamper er under udfasning i Europa, er de ved at blive erstattet af nye energieffektive og miljøvenlige belysningsteknologier baseret på såkaldt 'solid state lighting' eller faststofbelysning. Faststofbelysning er den mest innovative nye teknologi på markedet. Den er baseret på lysemitterende halvleder-materialer, som omdanner elektricitet til lys, og omfatter belysning ved hjælp af lysdioder (LED) og organiske lysdioder (OLED).

Indførelsen af faststofbelysning over en bred kam kunne i høj grad være med til at opfylde målene i Europa 2020-strategien om intelligent, bæredygtig og inklusiv vækst og i særlig grad målet om større energieffektivitet. De eksisterende faststofbelysningsprodukter står imidlertid over for en række udfordringer i forbindelse med en bredere indførelse på markedet: De er dyre, brugerne er ikke bekendt med den nye teknologi og har derfor endnu ikke tillid til den, teknologien er under konstant fornyelse, og der mangler standarder på området.

Besparelspotentialet, alene ved udskiftning af lyskilder er af størrelsesorden 50 %, og kombineret med intelligente lysstyringssystemer øges potentialet til 70 % sammenholdt med forbruget i dag.

D – Energiforsyning – på selve bygningen og fra net

Gennem tiden har der i de fleste analyser af energibesparelser- og energieffektiviseringsmuligheder været tendens til alene at se på bygningerne eller alene at se på varmeforsyningen uden at indtænke samspillet mellem bygningerne og den samlede energiforsyning i vurderingerne. I de senere år er der så desuden reelt blevet mulighed for energiforsyning placeret på bygningerne hovedsageligt i form af solceller, som leverer strøm til bygningen og nettet primært i sommerhalvåret, samt solvarme til brugsvandsopvarmning i sommerhalvåret og rumopvarmning i overgangsperioden.

Den første konsekvente samtænkning af bygninger og energiforsyning i et analysearbejde om energibesparelser- og energieffektiviseringsmuligheder sker i Ingeniørforeningens Energiplan 2030 fra 2006. Både denne, den efterfølgende Klimaplan 2030 fra IDA i 2009 og Klimakommissionens Grøn Energi fra 2010 har mange fælles træk. Der er således bred enighed om de overordnede mål for udviklingen af energiforsyningen i de tre energiplaner og for behovet for energibesparelser i bygningsmassen. Herunder følger en kronologisk gennemgang af samlede energiplaner, og bagefter følger beskrivelse af forsyningsplaner for varme, el og gas.

Energiplaner

Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Ingeniørforeningens Energiplan 2030 tegner et billede af en dansk energifremtid anno 2030, som er godt på vej mod et 100 % vedvarende energisystem. Energiplan 2030 viser, at det vil være teknisk og økonomisk muligt at gennemføre en omlægning af det danske energisystem, hvor udslippet af drivhusgasser reduceres med 60 % i 2030 i forhold til 1990, og hvor forbruget af fossile brændsler reduceres markant, så den danske selvforsyning kan opretholdes.

Centralt i Ingeniørforeningens Energiplan 2030 er gennemførelsen af markante energibesparelser og -effektiviseringer i bygninger, industri, erhverv og på transportområdet. I Energiplan 2030 halveres energiforbruget til opvarmning af bygninger frem til år 2030, 15 % af varmeforbruget i bygninger baseres på solvarme, og der gennemføres en 40 % reduktion i elforbruget. I den eksisterende boligmasse, som også i 2030 vil udgøre størstedelen af boligmassen og størstedelen af energiforbruget, kan de foreslåede energibesparelser gennemføres i forbindelse med den løbende renovering, hvorved omkostningerne begrænses. Med et langsigtet perspektiv på Danmarks energisituation - og da de fleste bygninger kan forventes at bestå i 50 år eller mere - er det forudsat i planen, at bygninger, der opføres efter 2020, er energineutrale. Det vurderes, at dette kan ske for marginale meromkostninger. Der lægges samtidig op til, at solvarme og bygningsintegrerede solceller dækker el- og varmeforbruget i bygningerne.

I Energiplan 2030 baseres størstedelen af det danske elforbrug på el fra sol, vind og bølger. Der lægges op til, at mængden af el produceret på vindmøller fordobles i 2030 i forhold til i dag, svarende til 55-60 % af det danske elforbrug. Bygningsintegrerede solceller udgør 2 % af elforbruget, og med de rette incitament forventes det, at bølgekraft kan udvikles og udbygges, så bølgekraft vil dække 5 % af elforbruget i 2030. Energiplan 2030 lægger op til, at ca. 30 % af det primære energiforbrug dækkes af biomasse, herunder dækkes 20 % af vejtransporten af flydende biobrændsler. En omfattende brug af biomasse til energiproduktion er nødvendig for at reducere forbruget af kul, olie og gas, og for at reducere CO₂-udslippet. I Energiplan 2030 reduceres omfanget af fossile brændsler i det samlede energisystem med 60 %,

hvilket betyder, at der er gode muligheder for at Danmark stadig kan forventes at være selvforsynende med olie og gas i 2030. Reduktionerne er et vigtigt skridt i retningen af et 100 % vedvarende energisystem.

IDAs Klimaplan 2050

IDAs Klimaplan 2050 fra 2009 bygger på energiområdet videre på Ingeniørforeningens Energiplan 2030. Der fremhæves, at der ikke kun er klimamæssige fordele ved at implementere Klimaplan 2050 – men at det også sikkerhedspolitisk, erhvervsmæssigt og økonomisk vil kunne betale sig: Danmark vil kunne undgå at blive afhængig af olie- og gasimport fra Mellemøsten og Rusland. Eksporten af danske energiteknologier vil kunne mangedobles, og samfundsøkonomisk er Klimaplan 2050 en særdeles god forretning.

IDAs Klimaplan 2050 beskriver, hvordan Danmark i første halvdel af det 21. århundrede kan reducere udslippet af drivhusgasser med 90 %. Klimaplan 2050 er et scenarie, hvor Danmark foretager et markant skridt fra fossilt baseret energi til 100 % vedvarende energi. Dette kræver en række forandringer ikke bare i energisystemet, men også i bygninger, i transportvaner, i madvaner og indenfor industrien. Klimaplan 2050 bygger på en strategi, hvor anlæg erstattes med bedre teknologier efterhånden som de er udtjent. En strategi hvor Danmark investerer ambitiøst i at udbygge den danske energi- og infrastruktur, og på længere sigt høster frugterne af investeringen.

Udgangspunktet er, at det vil blive stadig dyrere at reducere udslippet af drivhusgasser for hvert år, der går, før Danmark for alvor starter investeringerne og indfører de nødvendige tiltag. En udskydelse af den nødvendige omlægning vil samtidig reducere Danmarks muligheder som erhvervsmæssigt foregangsland.

Vindmøller og biomasse udgør rygraden i Klimaplan 2050, der alene er baseret på vedvarende energi. 60-70 % af el-produktionen er baseret på vindkraft. Størstedelen af kraftvarmeproduktionen er baseret på biomasse og affald, og udgør således det stabiliserende element i en ellers fluktuerende energiproduktion. Den resterende el- og varmeproduktion er baseret på solceller, bølgekraft, geotermi og solvarme.

De mange vedvarende energikilder stiller store krav til et fleksibelt og effektivt energisystem, hvor energiforbruget kan varieres, og der gnidningsfrit kan veksles mellem el- og varmeproduktion. Centralt i planen er brændselscellebaserede kraftvarmeverker, varmepumper og batterier i elbiler, der understøtter lagring af energi og vekslende produktion af el og varme. For at sikre et fleksibelt energiforbrug bør der samtidig udvikles kommunikations- og afregningssystemer, der muliggør, at energiforbrugerne får adgang til konstant varierende el- og varmepriser. En forsat udvikling og udbygning med fjernvarme er helt afgørende for, at energisystemets effektivitet kan øges. I planen lægges der op til, at op til 70 % af varmebehovet dækkes af fjernvarme, og at der sker en omlægning af fjernvarme til lavtemperaturdrift. Forudsætningen herfor er, at der udvikles såvel nationale og lokale strategiske varmeplaner. Fjernvarmesystemet er nødvendigt i samspil med integrationen af fx strøm fra vindmøller med store varmepumper.

Klimaplan 2050 lægger ligeledes op til, at energiforbruget i bygninger og boliger reduceres markant, og at den samlede boligmasse gøres CO₂ neutral gennem en kombination af energibesparelser, integration af vedvarende energi og udbygning af fjernvarme baseret på vedvarende energi.

De største besparelspotentialer findes i den eksisterende boligmasse, og selv i 2050 vil størstedelen af boligmassen bestå af boliger, opført før 2009. I klimaplanen lægges der således op til, at der frem mod 2020 sker en mar-

kant reduktion af energiforbruget gennem en løbende renovering, og at 75 % af de dårligst isolerede konstruktioner bringes op til de nuværende krav i bygningsreglementet.

Klimakommissionen

Regeringen nedsatte i 2008 Klimakommissionen, som havde til opgave at komme med forslag til, hvordan vision om et Danmark uafhængigt af fossile brændstoffer kan virkeliggøres. Klimakommissionen konkluderer i Grøn energi fra 2010, at Danmark er i stand til at indfri målsætningen om at blive uafhængig af fossile brændsler inden 2050. Det kræver dog et energisystem, der er markant anderledes end i dag. Klimakommissionen Grøn energi bekræfter billedet tegnet i energiplanerne udarbejdet af IDA.

Klimakommissionen mener dog ikke, at det er muligt at sige præcis, hvordan fremtidens energisystem vil udvikle sig og finder det heller ikke afgørende for det videre forløb. Men ifølge Klimakommissionen tegner der sig dog nogle konturer i 2050, der er konsistente, herunder:

- Energiforbruget i boligerne skal være mere effektivt. Bedre isolering og effektive energisystemer kan reducere energiforbruget til opvarmning i et gennemsnitshus med 60 pct. og halvere det gennemsnitlige energiforbrug i et elapparat, lige fra lamper til vaskemaskiner.
- Energisystemet skal omlægges til el og baseres på intelligent forbrug i hjemmene, i institutioner og i virksomheder.
- Meget mere af den energi, vi bruger i dagligdagen, skal komme fra el. I dag kommer omkring 20 pct. af den energi vi bruger fra el. I fremtiden vil det være mindst 40 pct., men op til 70 pct., hvis elbilerne vinder indpas.
- Havvindmøller bliver en central kilde til el, og vindkraft skal mange-dobles i forhold til i dag, således at der er mindst 10.000 MW og op til 18.500 MW vindkraft i 2050. Det svarer til 60-80 pct. af elforbruget mod 20 pct. i dag.
- Biomasse kommer til at spille en vigtig rolle i energisystemet som helhed, ikke mindst i transportsektoren og som backup for den fluk-tuerende produktion fra vindmøllerne. 30 pct. af vores energi kan komme fra biomasse og affaldsforbrænding og helt op til 70 pct. bl.a. afhængig af udviklingen i prisen på biomasse.
- Vi skal varme vores huse op med eldrevne varmepumper, hvor vindmøllerne leverer energien og med fjernvarme. Biomasse, sol-varme, geotermi og varmepumper skal tilsammen levere energien til fjernvarmen.
- Transportsektoren skal på sigt omlægges til el og biobrændsler.
- Yderligere og nye vedvarende energiteknologier kan også komme i spil med den rette teknologiske udvikling.

Klimakommissionen har 40 konkrete anbefalinger til, hvad der skal til i de kommende år for at sikre, at Danmark kommer ind på et robust udviklings-spor frem mod uafhængigheden af olie, gas og kul. Blandt de centrale anbefalinger er at give borgere og virksomheder en klar økonomisk interesse i at understøtte omlægningen. Dermed vil markedet være med til at sikre, at de bedste teknologiske løsninger bliver brugt.

Bygningsintegreret energiforsyning

Bygningsintegreret energiforsyning er specifikt analyseret i Assessment of Building Integrated Energy Supply and Energy Saving Schemes on a National Level in Denmark fra 2011.

Gennemførelsen af energibesparelser og strategier for bygningsintegreret energiforsyning i områder med og uden adgang til fjernvarme er blevet vurderet for enfamiliehuse bygget i perioden 1961 til 1972. Endvidere blev potentielle fordele ved at bruge varmepumper til rumopvarmning i beboelsesbygninger undersøgt. Virkningerne på en eventuel fremtidig national plan for energiforsyningssystem i 2030 blev evalueret i forhold til brændstofforbrug til el-og varmeproduktion, samt nedbringelsen af CO₂-udledning.

Analyserne viser, at kombinationen af energibesparelser i husene og implementeringen af bygningsintegreret energiforsyning markant kan reducere behovet for energiforsyning til husene. Der er dog mindre forskelle afhængigt af varmeforsyningen. For fjernvarme og for enfamiliehuse uden brug af varmepumper kan fordelene ved energibesparelser i husene og implementeringen af bygningsintegreret energiforsyning summeres direkte. I huse med varmepumper mindskes fordelene så besparelsen er mindre i forhold til den for de separate strategier.

Regeringen

Klimakommissionens rapport bliver fulgt op af den daværende VK-regerings Energistrategi 2050 – fra kul, olie og gas til grøn energi i 2011 og en efterfølgende Aftale om den danske energipolitik 2012-2020 mellem den nuværende regering (Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti) og Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det Konservative Folkeparti i marts 2012. Aftalen fastslår bl.a., at der skal udarbejdes en samlet strategi for energirenovering af den eksisterende bygningsmasse.

Aftalen øger også energiselskabernes besparelsesforpligtelser i forhold til indsatsen i 2010-2012 med 75 pct. i perioden 2013-2014 og med 100 pct. i perioden 2015-2020. I forbindelse med de øgede besparelsesforpligtelser målrettes energiselskabernes indsats eksisterende bygninger og erhverv. Desuden er der en række andre initiativer som retter sig mod eksisterende bygninger, herunder videreførelse af indsatsen i Videncenter for Energibesparelser i Bygninger.

Energiplanlægning

Energistyrelsen udsendte i april 2012 Vejledning i kortlægningsmetoder og datafangst til brug for kommunal strategisk energiplanlægning – Metodebeskrivelse. Det er frivilligt, om kommunerne vil udarbejde strategiske energiplaner. For at understøtte udviklingen heraf er der i Aftale om den danske energipolitik 2012-2020 afsat en pulje til strategisk energiplanlægning for perioden 2013-2015. Puljen har til formål at fremme partnerskaber om strategisk energiplanlægning mellem kommuner, lokale virksomheder og energiselskaber samt forbedre samspillet mellem staten, regionernes og kommunernes indsatser og understøtte den kommunale planlægning og den borgernære indsats.

EU

Parallelt og i synergi med de danske bestræbelser på at nedbringe energiforbrug og miljøbelastning er der tilsvarende bestræbelser i gang indenfor EU. I 2007 vedtog EU's stats- og regeringsledere en energi- og klimapolitik med bindende målsætninger for reduktion af CO₂-udledning og brug af vedvarende energi. De to centrale mål er:

- En reduktion på mindst 20 % af drivhusgasserne inden 2020. Dette tal kan stige til 30 %, forudsat at der kan indgås en international aftale, som forpligter andre udviklede lande til at gennemføre lignende emissionsreduktioner.
- 20 % af EU's energiforbrug skal dækkes af vedvarende energi i 2020.

20-20-20 planen er i 2011 blevet fulgt op af A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050.

Fjernvarme

Varmeplan Danmark 2008 og 2010

Varmeplan Danmark 2008 og 2010 er begge udarbejdet for Dansk Fjernvarme af Rambøll i samarbejde med AAU. Hvor Varmeplan Danmark (2008) fokuserede på, hvordan Danmark bør opvarmes for på lang sigt at kunne overgå til 100 % vedvarende energi, så følger Varmeplan Danmark 2010 op med en handlingsplan med fokus på, hvordan vi kommer i gang med at realisere planerne. Der har bl.a. været fokus på udbredelsen af fjernvarme og samfundsøkonomi. Nogle af hovedkonklusioner er:

- Den fornuftige løsning vil være at kombinere en gradvis udvidelse af fjernvarmeområderne med individuelle varmepumper i de resterende boliger. Analyserne pegede på, at det vil være hensigtsmæssigt med en udvidelse af den nuværende fjernvarmeandel fra 46 % til et sted imellem 63 % og 70 %. Der blev i analyserne forudsat en gradvis forbedring af fjernvarmenettets effektivitet i takt med forbrugernes lavere varmebehov og lavere returtemperatur. Det er derfor afgørende, at fjernvarmesektoren har fokus på dette område.
- Individuelle varmepumper er det mest oplagte alternativ til fjernvarme. På kort sigt er de på samme niveau hvad angår brændselsforbrug, CO₂-emission og samfundsøkonomi som fjernvarme. Samfundsøkonomisk er de lidt dårligere indenfor og i nærheden af eksisterende fjernvarmeområder, mens varmepumper er bedre, når man kommer længere ud. På langt sigt i et 100 % VE-system er brændselsøkonomien god, men der kræves en højere andel af biogas end for fjernvarme-alternativet. Samfundsøkonomisk er varmepumperne ligeværdige med fjernvarme, dog afhængigt af brændselspriser og afstand til eksisterende fjernvarmeområder.
- I landområderne, hvor det ikke er fordelagtigt med fjernvarme, vil varmepumper i kombination med individuel solvarme være den mest samfundsøkonomiske opvarmningsform. Af hensyn til indpasning af vindkraft er det imidlertid vigtigt, at varmepumperne bliver afbrydelige i videst muligt omfang med rigelig kapacitet og evt. med varmelager og reserve til de meget kolde dage og dage med høje elpriser.
- Varmepumperne er ideelle til landområder, da der her er masser af plads til at etablere jordslanger på en effektiv måde, hvilket ikke altid er muligt i byerne og specielt i tæt bebyggelse.
- Mikrokraftvarme på naturgas er på kort sigt et brændselseffektivt og CO₂-mæssigt godt alternativ. Især CO₂-emissionen reduceres mærkbart, fordi der omlægges el-produktion fra kul til naturgas i det samlede system. Løsningen er imidlertid meget dyr sammenlignet med fjernvarme. På langt sigt i et 100 % VE-system kræver det tilførsel af biogas. Alternativet er ikke konkurrencedygtigt med hverken fjernvarme eller biomasse-kedler.
- Mikrokraftvarme med brændselsceller på brint fra elektrolyseanlæg ser ikke ud til at være et hverken brændselseffektivt, CO₂-effektivt el-

ler samfundsøkonomisk godt alternativ, heller ikke i et langsigtet 100 % VE perspektiv. Tabene og omkostningerne er for store. Der er bedre og billigere måder at udnytte eventuel overskudsproduktion fra vindkraft på.

- Uanset hvilken af fremtidens opvarmningsformer, det drejer sig om (fjernvarme eller varmepumper), vil kravet til bygningernes energimæssige ydeevne være: en god velisoleret klimaskærm, en lav returtemperatur, et moderat krav til fremløbstemperatur og en god varmekapacitet. Det forudsættes derfor, at alle varmekorbrugere uanset om de i fremtiden opvarmes med fjernvarme eller varmepumper, reducerer varmebehovet og sænke returtemperaturen i takt med, at bygningerne løbende renoveres eller udskiftes.

Roadmap for fjernvarmen

Dansk Fjernvarme udgav i december 2011 en Roadmap for fjernvarmen I roadmap'en er beskrevet behovet for en række indsatser:

- Der er behov for langsigtet strategisk og målrettet forskning, udvikling og demonstration
- Der gennemføres besparelser på rumvarmebehovet og returtemperaturen sænkes i både nye og eksisterende bygninger. En forceret renovering af den eksisterende bygningsmasse reducerer unødige investeringer i overkapacitet til varmeproduktion.
- Fremtidens energisystem baseres på vind og biomasse som de primære energikilder, og fjernvarmen skal udvikles til at kunne levere den fleksibilitet, der muliggør denne omstrukturering på en energieffektiv måde.
- De primære varmekilder skal være biomasse, VE-gas, varmepumper, sol og geotermi. I fjernvarmeregi bør der sættes på udvikling af geotermi, store varmepumper, store varmelagre, lagring af biogas, solvarme, affaldshåndtering og biomasse. Overskudsvarme/kraftvarme vil fortsat være væsentligt.
- Mellem 57 % og 70 % af den samlede danske rumvarme skal komme fra fjernvarme og små nabovarmeanlæg inden 2050. Individuel naturgas skal konverteres til fjernvarme, hvor det er samfundsøkonomisk rentabelt.
- Udbygning og udnyttelse af et fjernkølingsnet i Danmark.
- Udvidelse af solvarmekapaciteten.
- Renovering og fornyelse af fjernvarmeinfrastruktur og fjernvarmenettet.
- Tilrettelæggelse af rammevilkår, der fremmer for udviklingen.

For at fremme udviklingen indenfor fjernvarme er der i begyndelsen af 2012 blevet etableret et Strategic Research Centre for 4th Generation District Heating Technologies and Systems (4DH), som ledes af AAU og har bred deltagelse fra branche og videninstitutioner.

Lavtemperatur fjernvarme

Af hensyn til varmetab fra fjernvarmenettet og energieffektivitet ved produktion og lagring af fjernvarme er der bestræbelser på at nedsætte temperaturniveauet i fjernvarmesystemerne. Ultimativt kan det dog give problemer med temperaturen på det varme brugsvand og risiko for vækst af legionella.

I CO₂-reductions in low-energy buildings and communities by implementation of low-temperature district heating systems fra 2011 er der beskrevet udviklingen af et nyt koncept til forsyning af lavenergibygninger med fjernvar-

me. Konceptet tager udgangspunkt i optimering af hele kæden startende med varmfordelingssystem, fjernvarmeunits, ledningsdesign, fjernvarmerør og drift. Konceptet fokuserer på forsyning af lavenergihuse klasse 2015 og på forsyning af mindre enklaver af lavenergihuse, hvor der kan opnås ensartede driftsforhold. De væsentligste elementer i konceptet er:

- Nye typer fjernvarmeunits bl.a. fjernvarmebeholderunit, der kan udjævne belastningen i nettet og levere varmt brugsvand tæt på fremløbstemperaturen hos forbrugeren.
- Varmeanlæg udlagt for lav temperatur - gulvvarme og/eller radiatoranlæg udlagt til temperatursæt 55/25 °C
- Lave fjernvarmetemperaturer med fremløbstemperaturer hos forbrugeren ned til 50 °C og returtemperaturer ned til 25 °C.
- Boosterpumpe og blandekreds for enklaver af bygninger for at opnå mindre ledningsdimensioner og fremløbstemperatur.
- Brug af twinrør i alle ledningsstørrelser - serie 2 eller bedre

I projektet blev konceptet analyseret i forhold til et planlagt område med 92 enfamiliehuse. Analyserne viste, at ledningstabet teoretisk kan reduceres til blot 12 % i området, og at det også samfundsøkonomisk er fornuftigt at forsyne lavenergibyggeri med fjernvarme. Til sammenligning fremgik det af analyserne, at et traditionelt fjernvarmedesign ville have givet anledning til et varmetab på 36 % for det givne referenceområde.

Det bemærkes, at der i analyserne beskrevet ovenfor er anvendt en brugsvandstemperatur, som er lavere end efter gældende danske regler. Se i øvrigt næste afsnit om varmt brugsvand og legionella.

Mulighederne for lavtemperatur fjernvarme til eksisterende bygninger er analyseret i Miscellaneous investigations fra samme projekt. I den forbindelse er otte enfamiliehuse bygget i 70'erne blevet undersøgt. I forhold til at få varme nok ved lavere fjernvarmetemperaturer viser undersøgelsen flere barrierer. Nogle huse har et underdimensioneret radiatorsystem og bruger typisk brændeovn som supplerende varmekilde på de koldeste dage. En bygningsrenovering kan reducere varmebehovet og gøre husene mere egnede til lavtemperaturfjernvarme. Analyser viser, at hvis fremløbstemperaturen på fjernvarmen sænkes gradvist fra 80 °C til 60 °C afhængig af udetemperaturen, kan varmetabet i det eksisterende fjernvarmenet for de otte huse reduceres med 20 %. Et endnu større potentiale kan opnås ved udskiftning af det eksisterende fjernvarmenet med nye optimale rør. Der er også blevet set på et boligkvarter med 75 parcelhuse fra 90'erne, hvor det eksisterende fjernvarmenet er i dårlig stand og har et varmetab på over 40 %. Ved udskiftning af det eksisterende fjernvarmenet til lavtemperaturfjernvarme vil det være muligt at reducere varmetabet til 15 % eller lavere.

Der er også blevet set mere generelt på sækning af temperaturen i eksisterende fjernvarmenet baseret på konkrete eksempler. Nogle af vurderingerne fra dette er:

- At sænke fjernvarmetemperaturerne fra 80/40 °C til 55/30 °C kan reducere varmetabet med ca. 35 % i fjernvarmenettene. Derudover kan optimalt dimensionerede rørsystemer øge den potentielle besparelse til 50-75 %.
- Grundlæggende forbedringer af fjernvarmeforsynede bygninger fx af eksisterende bygninger opført i 70'erne ved renovering af vinduerne, gør det muligt at nedsætte den maksimale fremløbstemperatur til 50 °C. Denne temperatur er nødvendig for rumopvarmning i det me-

ste af fyringssæsonen, men ved udendørstemperaturer under 0 °C bør temperaturen øges.

- Temperaturniveauerne til rumvarme kan yderligere reduceres ved udskiftning af eksisterende radiatorer til radiatorer med større flade eller ved yderligere energirenovering af klimaskærmen.
- Skift fra traditionel fjernvarme til lavtemperaturfjernvarme er i eksisterende bygninger forbundet med ændring af brugerinstallationer. Fjernvarmeinstallationer med varmtvandsbeholdere bør ændres, hvis fremløbstemperaturen kommer under 60 °C i løbet af året på grund af legionella-risiko.
- Units med gennemstrømningsvandvarmere skal ændres, hvis fremløbstemperaturen falder til under 55 °C. Desuden bør fordelingssystemet til varmt brugsvand ikke indeholde over 3 liter vand, hvis brugsvandstemperatur er under 55 °C.

Varmt brugsvand og legionella

Den nok mest omfattende danske oversigt over hidtidige undersøgelser vedrørende legionella-problematikken i installationer til varmt brugsvand er i Fjernvarme og legionella. Udredning og undersøgelser, som TI lavede for Dansk Fjernvarme i 2010 (med en konkret specificering efterfølgende i 2012). I rapporten konkluderes det:

- At legionella-problemet absolut er relevant, hvilket bør give anledning til fortsat stor opmærksomhed.
- At variation i temperatur i et varmt brugsvandssystem, fx temperaturgymnastik, kan medvirke til nedbringelsen af legionella i systemet, men virkningen er kortvarig og bør derfor suppleres med andre metoder.
- At installationer med varmeveksler og små vandvolumener, typisk mindre end samlet tre liter, vil kunne køre med en lavere temperatur. Dette er baseret på tyske undersøgelser og er endnu ikke vurderet i forhold danske forhold og krav til installationer for varmt brugsvand.
- At der findes en række forskellige metoder i form af bestråling eller tilsætning af kemikalier til bekæmpelse af legionella, men disse er enten udokumenterede, skal suppleres med andre metoder for at opnå optimal virkning, eller deres anvendelse skal vurderes nærmere i relation til danske forhold og lovgivning.
- At anvendelse af filtre af forskellig art kan reducere legionellaproblematikken lokalt, men at de ikke har virkning på mulighederne for vækst af legionella i de efterfølgende rørstrækninger.

Det konstateres også, at der fortsat er betydelige udfordringer mht. at finde de mest egnede løsninger i relation til et samtidigt ønske om i størst muligt omfang at opnå energibesparelser og udnyttelse af alternative energikilder gennem reduktion af temperaturer i frem- og returløb.

På det foreliggende grundlag har Rørcenteret på TI i april 2012 på foranledning af Energistyrelsen udgivet en vejledning i installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder i relation til legionella.

Elforsyningen

Systemplan 2011

I Systemplan 2011 beskriver EnergiNet.DK deres syn på den fremtidige elforsyning.

De danske el- og gassystemer er godt på vej i omstillingen fra isolerede danske net til at være en del af større regionale energisystemer. Udviklingen går i retning af mere integrerede markeder i Europa, flere bindende aftaler om fælles energi- og miljøpolitik, samt mere fælles regulering og koordinering. Alt sammen i fælles forståelse af nødvendigheden af at indpasse og nyttiggøre vedvarende energi som fremtidens bæredygtige energikilde.

De kommende 10-15 år vil den igangværende udvikling fortsætte og elsystemet ændres grundlæggende. En ny og decentraliseret infrastruktur, hvor produktionen af energi i langt højere grad kommer fra vedvarende kilder som vindmølleparker, solenergi og biomasse, er på vej. Samtidig kommer der mere lokal elproduktion, fx fra solceller på hustagene helt ude hos den enkelte forbruger.

Den tættere markedsmæssige kobling til udlandet og den fluktuerende elproduktion øger energistrømmene i systemet, og udviklingen mod decentraliserede, lokale producenter kræver håndtering af både forbrug og produktion på det samme afregningssted. Alt sammen ændringer, der stiller øgede krav til intelligent styring, udbygning og drift af hele elnettet.

Opgaverne med integration af primært sol- og vindenergi kræver internationale og regionale initiativer og stærke, velfungerende elmarkeder til allokering af produktion og forbrug.

Smart Grid

I Smart Grid i Danmark fra 2011 har EnergiNet.DK og Dansk Energi analyseret de konkrete udfordringer, som elsystemet står overfor i de kommende 15 til 25 år. Desuden beskrives hvordan og i hvilket omfang, Smart Grid løsninger kan gøre elsystemet klar til at kunne håndtere disse udfordringer.

Energinet.dk og Dansk Energi har analyseret den del af Smart Grid, som muliggør et effektivt samspil mellem vindkraftproduktion, varmepumper i private husstande samt elbiler og plug-in hybridbiler. Projektet har lagt til grund for analyserne, at den danske elsektor i 2025 kan håndtere,

- at vindmøllekapaciteten er udbygget til at kunne dække 50 pct. af det årlige, danske elforbrug
- at der samlet er 600.000 el- og plugin hybridbiler og
- at der er 300.000 individuelle varmepumper.

Rapportens analyser viser, at elsystemet mest effektivt håndterer et øget og ændret elforbrug samt en mere fluktuerende produktion ved at etablere et Smart Grid, der skaber et dynamisk samspil mellem elsystem og forbrugere gennem måling, styring og automatik i elnettet og hos forbrugerne. Konklusionen gælder også, hvis der skulle komme færre elbiler end antaget ovenfor. Men da Smart Grid er en ny og meget anderledes måde at udvikle elsystemet på end den traditionelle udbygning, skal der træffes valg, som sikrer, at alle aktører trækker i samme retning for at undgå investeringer i udstyr og systemer, som ikke vil blive udnyttet optimalt. Dette kræver et øget samarbejde mellem sektorens aktører.

Et intelligent elsystem – et Smart Grid – vil skabe helt nye perspektiver. Forbrugerne vil kunne interagere med elsystemet og produktionen gennem automatiseret og intelligent styring af deres elapparater, hvorved de vil komme til at fungere som ressourcer for elsystemet. Forudsætningen er bl.a.:

- Generelle energibesparelser og lavere priser på el til elbiler og varmepumper for forbrugerne

- Øget integration af vedvarende energi via fleksibiliteten i elbiler og varmepumper, hvor en mindre tidsmæssig forskydning af forbruget ikke vil reducere forbrugernes komfort.

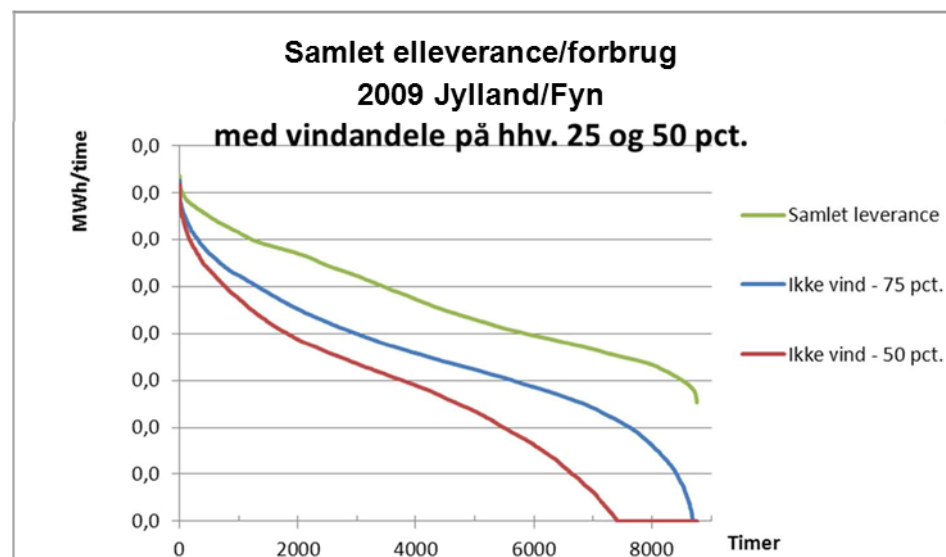
Afbrydelig opvarmning

Afbrydeligheden af opvarmning med varmepumper i det enkelte hus er vurderet i bilag 4 til Fra vindkraft til varmepumper udgivet af EnergiNet.DK medio 2012. Desuden er behovet for produktionskapacitet i elnettet vurderet.

Varmepumper er sammen med elbiler nogle af de mest oplagte teknologier til flytbart, fleksibelt elforbrug. De har det til fælles, at selve elforbruget er stort og ikke direkte tidsmæssigt knyttet til den leverede energitjeneste - indeklime og transport. I begge tilfælde kan "opladningen" ske forskudt, og for varmepumper kan elforbruget typisk frem- eller udskydes fra flere timer op til et døgn. For at kunne levere fleksibelt elforbrug skal det være en effektiv varmepumpe placeret i en bygning, der er godt isoleret, og hvor vandtank og bygning sikrer en stor varmekapacitet til at "lagre" energi. Vandtanken skal samtidig muliggøre "overproduktion" af varme uden at bygningens temperatur stiger betydeligt, med dertil hørende indeklime gener og lavere virkningsgrad i varmepumpen.

Varmepumpernes svaghed i relation til fleksibelt elforbrug er det varierende energibehov på årsbasis, hvilket sætter fokus på varmepumpernes dimensionering. I forår og efterår er opvarmningsbehovet beskedent. Her er det muligt at implementere en driftsstrategi, der fokuserer på at vælge den eller de driftstimer i døgnet, hvor elprisen er lavest. Langt hovedparten af opvarmningsbehovet og dermed elforbruget finder dog sted i de kolde vintermåneder. Her er varmepumpen i drift i mange af døgnets timer, hvor elprisen er særlig høj. I de koldeste perioder har varmepumpen en meget lille fleksibilitet. Da anlægget kører nærmest fuldtid for at holde huset opvarmet, er dynamikken begrænset - selv i forhold til at blot undgå de dyreste timer.

For varmepumper gælder, at varmepumpens dimensionering bør sikre rigelig kapacitet til at forsyne bygningen med varme og varmt brugsvand, selv i meget kolde perioder. "Overkapaciteten" giver mulighed for at styre udenom timer med særligt høje elpriser. Etablering af supplerende elpatroner som kompensation for manglende kapacitet i årets koldeste perioder, er direkte skadeligt for elsystemet.



Figur 6. Scenarier baseret på elproduktionen i 2009, Fra vindkraft til varmepumper udgivet af EnergiNet.DK, 2012.

I figuren ovenfor fra rapporten er sammenlignet scenarier baseret på elproduktionen i 2009. Den grønne graf viser den samlede el-leverance. Den blå kurve viser el-produktionen fra andet end vind under forudsætning af 25 pct. vind i den samlede el-produktion svarende til 75 pct. ikke vindbaseret el-produktion. Den røde kurve viser den ikke vindbaserede el-produktion med 50 pct. vindandel og 50 pct. fra andet en vindkraft. Ved en fordobling af vindmølleproduktion fra de nuværende 25 pct. til 50 pct. vil der være 1.342 timer, hvor vindproduktionen er større end den faktiske efterspørgsel. Den overskydende el skal enten afsættes som fleksibelt elforbrug eller eksporteres til andre markeder. Scenariet illustrerer, at betingelserne for ikke-vindproducenter forringes, da volumen bliver beskåret med cirka 1/3, mens den maksimale nødvendige el-kapacitet er stort set uændret. Der er derfor - ikke uventet - stadig brug for samme produktionskapacitet, eller øget forbrugsfleksibilitet og import fra udlandet, når vinden ikke blæser.

En særlig udfordring for el-systemet er derfor at opretholde en uændret høj-produktionskapacitet blandt de øvrige ikke vindbaserede værker, samtidig med at antallet af driftstimer for disse anlæg falder markant. Konsekvensen heraf er, at økonomien gradvis udhules som følge af en lavere kapacitetsudnyttelse. Med et lavere antal driftstimer og formentlig færre udbydere, vil en typisk markedsreaktion være højere priser i mellem- og spidslastsituationer. Markant højere priser i spidslastsituationer kan omvendt være den nødvendige "overgangs-økonomi" til at fastholde den nødvendige kapacitet og samtidig gøre fleksibelt elforbrug økonomisk interessant for forbrugerne.

Gasforsyningen

Det er usikkert hvordan gasforsyningsnettet, som vi kender det i dag, vil udvikle sig fra naturgas til måske biogas.

Systemplan 2011

I Systemplan 2011 beskriver EnergiNet.DK deres syn på den fremtidige gasforsyning. For naturgassen er det overgangen til en energiforsyning uafhængig af fossile brændsler og samspillet med el-, varme-, og transportsystemerne, som trænger sig på inden for de kommende ti år. Det danske naturgasnet har potentialet til at integrere VE-gasser og fungere som energilager for andre energiformer. Dermed kan gas blive en vigtig del af det VE-baserede energisystem.

Henvisninger

Generelt

Ingeniørforeningens Energiplan 2030 (IDA, 2006)

IDA Klimaplan 2050 (IDA, 2009)

Grøn Energi - vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler (Klimakommissionen, 2010)

Energistrategi 2050 – fra kul, olie og gas til grøn energi (VK regeringen, 2011)

Assessment of Building Integrated Energy Supply and Energy Saving Schemes on a National Level in Denmark (Risø, 2011)

Aftale mellem regeringen (Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti) og Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det Konservative Folkeparti om den danske energipolitik 2012-2020 (Regeringen, 2012)

Strategisk energiplanlægning i kommunerne (Energistyrelsen, 2012)

Bekendtgørelse om energispareydelser i net- og distributionsvirksomheder (Energistyrelsen, 2010)

20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity (EU, 2008)

A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (EU, 2011)

Fjernvarme

Varmeplan Danmark (Rambøll og AAU, 2008)

Varmeplan Danmark 2010 (Rambøll og AAU, 2010)

Roadmap for fjernvarmen. Fjernvarmens rolle i energisystemet (Dansk Fjernvarme, 2011)

Strategic Research Centre for 4th Generation District Heating Technologies and Systems (4DH) Project description (AAU, 2012)

CO₂-reductions in low-energy buildings and communities by implementation of low-temperature district heating systems (DTU-Byg, R-246, 2011)

Miscellaneous investigations (DTU-Byg, R-251, 2011)

Fjernvarme og legionella. Udredning og undersøgelser (Dansk Fjernvarme, 2010/2012)

LEGIONELLA Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder (Rørcenter-anvisning 017, April 2012)

Elforsyningen

Systemplan 2011 (EnergiNet.DK, 2011)

Smart Grid i Danmark (EnergiNet.DK, 2011)

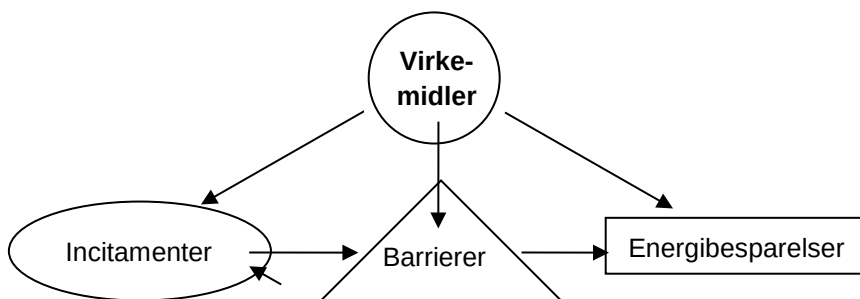
Fra vindkraft til varmepumper (EnergiNet.DK, 2012)

E – Virkemidler, incitament og barrierer

Barrierer, incitament og virkemidler er blevet centrale begreber til forståelse af den træghed og de mekanismer, der knytter sig til at gennemføre energibesparelser. Begreberne er udviklet i takt med, at der fra politisk hold har været ydret ønske om at intensivere energibespareindsatsen og fremme investeringerne i vedvarende energikilder med det langsigtede mål at begrænse CO₂-udslippet til atmosfæren og gøre Danmark uafhængig af fossile brændsler.

Begreberne refererer til den overordnede betragtning, at den enkelte borger og husejer dybest set er motiveret eller i det mindste kan motiveres til at spare på energien. Samtidig ligger det i begreberne, at der er en relativ lige vej fra motivation til energibesparelser, blot der ikke lægges hindringer i vejen. Incitamentet til energibesparelser hos den enkelte borger kan være stærkt eller svagt, men med de rette virkemidler sat ind fra politisk hold kan incitamentet forstærkes. Begreberne er imidlertid svære at konkretisere, lige som forestillingen bag er omdiskuteret. Men da der ikke findes alternativer, og begreberne udgør støttepillerne i en hver diskussion og ethvert politisk ønske om at intensivere energibesparelser og CO₂-reduktioner - senest med i den bindende energiaftale i 2012 – vil de også blive benyttet i det følgende.

Interessen for og lysten til at se på barrierer, incitament og virkemidler som mulige genveje til et lavere energiforbrug i bygningsmassen overskygger let de vanskeligheder, der er med at afdække barrierer, analysere incitament-strukturer og pege på de virkemidler, der fungerer i praksis. Det var anledningen til at SBI (Jensen, 2009) har knyttet virkemidler, barrierer og incitament sammen i en og samme model, således at barrierer er de forhindringer, som den aktive borger, der i forvejen har det fornødne incitamentet, støder på, og som er afgørende for, om den pågældende gennemfører energibesparelser. Uden incitament vil der med andre ord ikke være nogen barrierer til stede. Det forhold, at der mangler et incitament, kan naturligvis ses som en barriere, men denne barriere er af en anden orden og kan ikke sidestilles med de andre barrierer. I dette tilfælde er der altså ikke en barriere, der skal fjernes, men et incitament, der skal opbygges, før barrieren kan overvindes. På den måde kan virkemidler rette sig mod såvel at skabe incitament, som at nedbryde barriere og fremprovokere energibesparelser direkte. Se Figur 7.



Figur 7. SBI's virkemiddelmodel (2009), som ser barrierer som noget relativt konkret, som borgere kan støde på, ikke at forveksle med mere subtile barrierer, så som manglende incitament (SBI, 2009).

Bygninger som indsatsområde

Et særligt indsatsområde er eksisterende bygninger. Dette hænger sammen med, at der på dette område ligger et stort potentiale for energibesparelser og venter og fordi bygninger, der har flere år på bagen danner faste rammer om familieliv og virksomhedskulturer. Selvom gamle bygninger som sådan

kan betragtes som forældet teknologi og familieliv og virksomhedskultur blot er vaner, er det ikke desto mindre vanskelige størrelser at ændre på. Hvis en bygning skal energirenoveres kræver det både ressourcer og accept fra brugerne, det være sig ejere, lejere og brugere. Derfor er incitament, barrierer og virkemidler intimt forbundet med den kontekst, som den enkelte bygning befinder sig i.

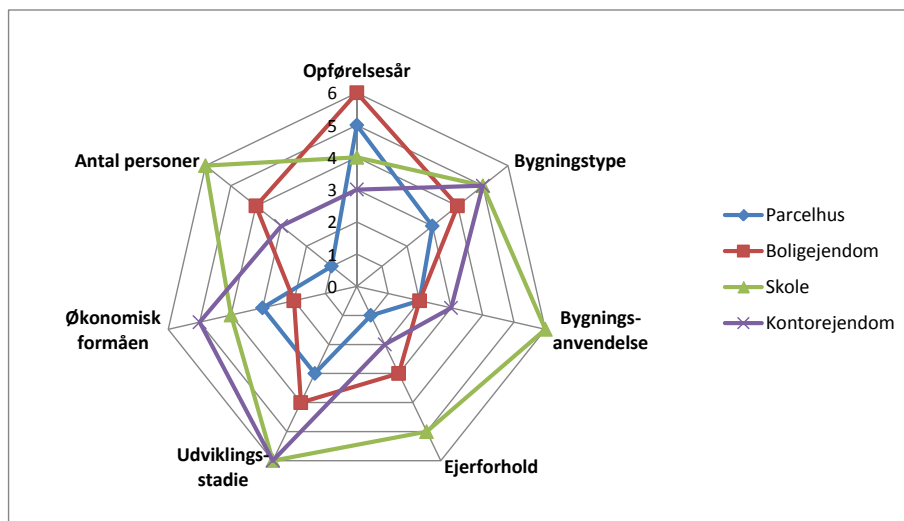
En måde at få greb om den kontekst, en bygning befinder sig i, er at se på den række af forhold, som skiller denne teknologi ud fra anden teknologi. Her er det særlige ved bygninger, at en bygning har en lang levetid, at bygninger bruger mere energi, jo ældre de er, og at bygninger er opført med et bestemt formål, skønt de som oftest bygges om og ændrer anvendelse gennem deres levetid. Det helt særlige ved bygninger i forhold til anden teknologi er, at de bruges som klimaskærm indadtil og "klædedragt" udadtil. Som klimaskærm skal de beskytte mod kulde, varme, regn og blæst, hvor det især er kulde og varme, der koster energi. Som klædedragt fungerer den som identitetsbærer og statussymbol, og sender dermed et signal til omverden om bygningens indehavere. Reglen er, at en bygning med høj symbolværdi og god beliggenhed bruger mere energi end en bygning med lav symbolværdi og dårlig beliggenhed. De to undtagelser, der bekræfter reglen, er på den ene side bygninger med høj symbolværdi og god beliggenhed, hvor ejeren ikke desto mindre har valgt at energirenovere og etablere vedvarende energianlæg, og på den anden side bygninger med lav symbolværdi og dårlig beliggenhed, hvor ejeren ikke har ressourcer til at foretage efterisolering mv.

Bygninger kan deles op på mange måder. Deler man dem op på en række klassiske parametre som opførelsesår, bygningstype, ejerforhold og anvendelse og efterfølgende deler brugerne op i kategorier efter indtægt, placering i livsforløb og brug, når man frem til et stort antal faktorer. Faktorerne afgør hvilken kontekst den enkelte bygning befinder sig og dermed hvilken incitamentsstruktur og hvilke barrierer, der påvirker den. Heraf fremgår, at mange forhold spiller ind, når det skal vurderes, hvilke virkemidler der har en effekt overfor hvilke bygningsejere. De mange kombinationsmuligheder betyder, at problemstillingen er meget kompleks. Dette kan illustreres som vist i skema 1, hvor alle faktorer er lagt ind på en skala fra 1-6. Og så er bygningernes symbolværdi og brugernes livsstil ikke engang taget i betragtning.

Skema 1. Viser nogle af de vigtigste faktorer, der påvirker bygninger og deres brugere. Faktorerne er inddelt i rækker, der alle har en skalaværdi. Formålet med skemaet er at illustrere den kompleksitet, der hersker på området (Figur 8), og som igen har betydning, når forskellige incitamentsstrukturer og dermed motivationen for at iværksætte energibesparelser kan vurderes.

Skalaværdi	1	2	3	4	5	6
Opførelsesår	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Bygningstype	Rækkehus	Stuehus	Parcelhus	Lejligheder	Erhvervs-ejendom (lille)	Erhvervs-ejendom (stor)
Bygnings-anvendelse	Sommerhus	Bolig	Kontor	Handel	Service	Institution
Ejerforhold	Privatejet	Privat udlejning	Almene boliger	Statslig ejendom /leje	Kommunal ejendom	Pensions-kasse
Udviklingsstade for familie /virksomhed	Ung	Yngre	Moden	Ældre	Aldrende	Gammel
Økonomisk formåen	Meget lav	Lav	Lav middel	Middel høj	Høj	Meget høj
Antal personer i bygningen	1-10	11-20	20-50	50-100	100-500	Over 500

Kompleksiteten omkring en bygning, dens anvendelse og for så vidt mulighederne for, at der sættes ind med energispareinitiativer, kan illustreres ved at trække nogle bygningstyper frem som eksempler, og se nærmere på faktorerne, som karakteriserer disse eksempler. I figur 8 er med reference til skema 1 vist et parcelhus fra 1975, der er en privatejet bolig, beboet af en "moden" familie, med en lav-middel økonomi. Disse valg for parcelhuset giver skalaværdierne 5,3,2,1,3,3, som vist i med kursiv i Skema 1. Tilsvarende er vist en boligejendom fra 1980 med sine respektive skalaværdier og videre, en skole fra 1965 og en kontorejendom fra 1955.

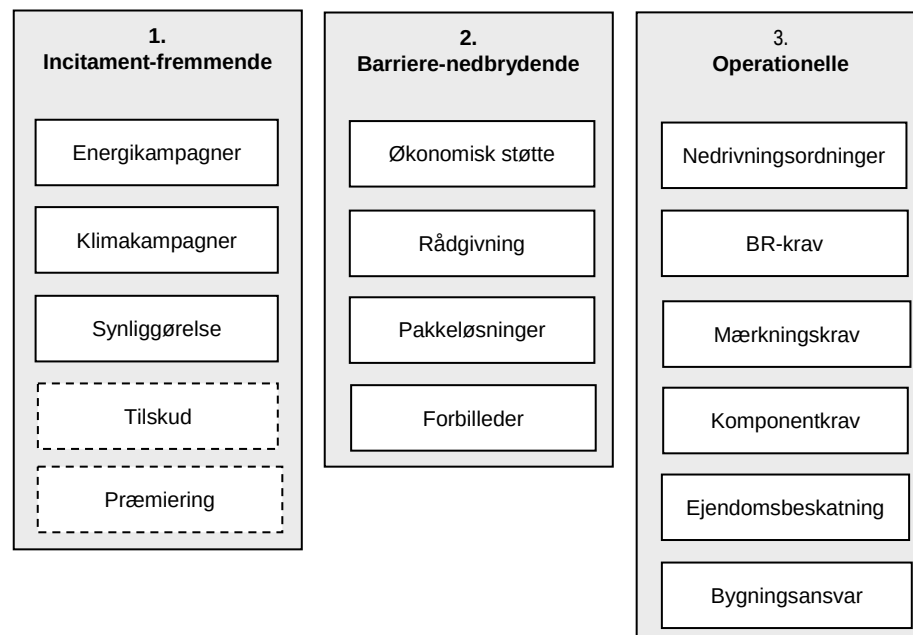


Figur 8. En række faktorer er afgørende for, hvilken incitamentstruktur, der gør sig gældende omkring en bygning og dens brugere og dermed bestemmende for, hvilke virkemidler, der har en effekt, hvis der skal initieres betydningsfulde energibesparelser. Figuren skal ses i sammenhæng med skema 1.

Forskning i energispareadfærd

Da situationen indenfor bygninger er så kompleks, som den er, findes der ikke eksakt viden om, hvad der virker, og hvad der ikke virker. Til gengæld har forskerhold rundt om i verden udviklet modeller, som på baggrund af målinger og studier i marken beskriver, hvordan en række faktorer spiller ind, når en given energispareadfærd skal forstås. Men selv da begrænser modellerne sig til et udsnit af bygningsmassen, fx har et team på universitetet i Eindhoven udviklet en model til forståelse af husejeres energispareadfærd, som er kompleks og samtidigt simpel (Han et al., 2012).

På baggrund af de opstillede modeller kan man forsøge at opstille et samlet katalog over virkemidler, også kaldet interventionsstrategier. Med udgangspunkt i modellen vist i Figur 7, har SBI inddelt virkemidlerne i henholdsvis incitament-fremmende, barriere-nedbrydende og operationelle virkemidler.



Figur 9. Oversigt over mulige virkemidler ordnet efter deres primære virkefelt (SBI, 2009)

Alternativt kan virkemidlerne ordnes efter, om der er tale om forudgående påvirkning, konsekvens eller såkaldte strukturelle strategier. Med forudgående påvirkning, henvises der til virkemidler som information, demonstration, konkurrence og opstilling af mål. Med konsekvens henvises der til virkemidler som energimærkning og benchmarking, herunder sammenligning af energiforbruget mellem ensartede husstande og indenfor bestemte forbrugersegmenter og uddeling af priser. Endelig for strukturelle strategier henvises der til fordelagtige lån, støtteordninger, skatter og afgifter, lovkrav mv. En sådan model er ligeledes udviklet i hollandsk regi (Han et al., 2012).

Brug af modeller og sortering af virkemidler efter deres formål eller karakter kan være særdeles frugtbart og kan lette arbejdet med at finde frem til den strategi, som passer til den aktuelle situation eller den bestemte bygningstype. Dog siger de ikke noget om, hvad man som beslutningstager skal vælge her og nu. Dette kræver viden indenfor den specifikke kontekst, jf. de utallige situationer, en bygning i virkeligheden kan befinde sig i.

Et alternativ til modelbetragtninger er at gå direkte efter at identificere relevante barrierer og incitamenter og evt. rangordne dem. Det har et engelsk hold fra Liverpool gjort (Pitt et al., 2009). Deres undersøgelser baserer sig dels på litteraturstudier og dels på interviews. Den overordnede konklusion af undersøgelsen, der ser på bæredygtigt byggeri generelt, siger, at: "Financial incentives and building regulations were identified as the two most important drivers of sustainable construction". Lige i kølvandet følger klienternes bevidsthed og fordringer. Se tabel 2.

Drivers	Ranking (%)	Ranking no.	Response (%)	Response no.
Financial incentives	23.2	1	23.1	1
Building regulations	22.5	2	20.9	2
Client awareness	16.5	3	15.1	3
Client demand	14.6	4	15.1	4
Planning policy	9.0	5	10.2	5
Taxes/levies	8.1	6	9.8	6
Investment	4.2	7	4.0	7
Other	1.4	9	0.9	9
Labelling/measurement	0.5	8	0.9	8

Tabel 2. De mest effektive virkemidler (drivers) ifølge engelske forskere fra School of Built Environment, Liverpool (Pitt et al., 2009.p. 214).

En tværfaglig arbejdsgruppe nedsat af Teknologirådet (2007), nåede på baggrund af deltagerens erfaringer inden for rådgivning, forskning, planlægning og innovation frem til seks konkrete råd til, hvordan man sætter gang i renoveringen af eksisterende bygninger, så de på lige fod med nye bygninger kan indregnes i kategorien klimarigtigt byggeri. De seks råd lyder som så:

1. En bygnings energiforbrug skal gøres ekstremt synlig
2. En bygnings energimærke skal afspejle sig i ejendomsværdiskatten
3. Energimærket skal indgå i enhver salgsannoncer
4. Økopoint (ud fra valgt energiklasse, brug af vedvarende energi, elforbrug for hårde hvidevarer mv.) skal give adgang til billige lån til energirenovering
5. Pakkeløsninger, som gør det nemt for den enkelte husejer at gennemføre energirenoveringer.
6. Bygningsreglementet skærpes ikke mindst ved renovering

Ved at sammenligne med situationen i dag, er tre af rådene fulgt helt eller delvist. Det drejer sig om 3. (energimærket i salgsannoncer), 5. (pakkeløsninger, jf. udbud af løsninger fra Videncenter for energibesparelser) og 6 (skærpelse af bygningsreglementet). I hvilken udstrækning disse tiltag i sig selv har sat skub i energirenoveringen, er det endnu for tidligt at vurdere.

Viden fra målinger og evalueringer

Viden indsamlet via målinger, evalueringer eller erfaringer fra praksis kan i høj grad lede på vej til en større forståelse for, hvilke virkemidler, der har en effekt over for hvilke bygninger og hvilke målgrupper.

I det følgende gives eksempler på viden indsamlet ved målinger, forsøg og gennemførelse af energibesparelser i enfamiliehuse, almene boliger, privat udlejningsbyggeri samt statslige og kommunale ejendomme.

Viden indsamlet fra forsøg med at opnå energibesparelser i enfamiliehuse

Den seneste undersøgelse, der er gennemført over for danske enfamiliehusejere er udført for Bolius af TNS Gallup (2012). Resultatopgørelsen af Boligejeranalysen, som der er tale om, fortæller indledningsvist, at "Energi og energirenovering" er det emne, der optager boligejeren mest i dag næst efter almindelig vedligeholdelse af boligen. Hele 80 % af de danske boligejere, svarer, at de er interesseret i energiforbedringer. Undersøgelsen fortæller videre, "at energiruder, udskiftning af døre samt isolering af tag" er forbedringer, som de fleste allerede har gennemført. Et nøgleresultat fortæller, at økonomi på én gang er det stærkeste incitament (motivator) og den største barriere for at igangsætte energirenovering (74 %). Næst efter økonomi svarer henholdsvis 50 og 40 % af de adspurgte, at bedre komfort og indeklima samt miljømæssige overvejelser er de forhold, som motiverer den enkelte til

at få iværksat energirenovering. Og skal man tro undersøgelsen, vil det stimulere interessen for at iværksætte energibesparelser i bygningen, hvis der blev givet fordelagtige tilskudsordninger og nedslag i ejendomsskatten ved grønt energimærke, og der blev tilbudt gratis besøg af en energikonsulent. (TNS Gallup/Bolius, 2012).

Viden indsamlet fra forsøg med at opnå energibesparelser i almene boliger

I en undersøgelse baseret på spørgeskemaer udsendt til de almene boligselskaber med en efterfølgende workshop er der "foretaget en samlet opgørelse af selskabernes umiddelbare vurdering af en række energi- og barriere-mæssige aspekter knyttet til de almene boliger, de administrerer" (Berthelsen 2009, Vogt-Nielsen, 2008). På workshoppen deltog både "interne" aktører i boligorganisationer og "eksterne" aktører, der på forskellig måde arbejder med energi og almene boliger. Opgørelsen peger på to sæt af barrierer: interne og eksterne barrierer.

Samlet set vurderer boligadministrationerne, "at det lokale niveau (beboere, inspektører og bestyrelser) er en central intern barriere. Interne barrierer, der peges på er:

- Det er for usynligt, hvad man får ud af energirigtig renovering
- Manglende tid hos de ansvarlige
- Manglende viden om gode eksempler
- For meget fokus på nybyggeri og for lidt på energirenovering.

Blandt væsentlige eksterne barrierer peger undersøgelsen ud over finansiering og lovgivning på følgende barrierer:

- Manglende management-redskaber til at styre i mål med.
- Manglende konsekvens, hvis energimærkning ikke overholdes.
- Manglende demonstrationsprojekter.
- Manglende samspil med kommunen.
- Manglende udbud af de rigtige løsninger fra entreprenørside
- Berøringsangst for energirigtige tiltag blandt eksterne aktører.

Viden indsamlet fra forsøg med at opnå energibesparelser i privat udlejningsbyggeri

Fra flere undersøgelser af barrierer og virkemidler med relation til privat udlejningsbyggeri, støder man jævnligt modsætningsforholdet mellem ejer og lejer. Den primære årsag til dette modsætningsforhold beror på, "at det er ejer, der skal bære investeringen, mens lejer høster fordelene af en lavere energiregning og bedre komfort". Problemet er, at udlejer ikke kan hæve huslejen tilstrækkeligt til at dække omkostningen for udgifterne til energirenoveringen. I forlængelsen heraf ser mange ejere/investorer og dermed udlejere energispareforanstaltninger som rene udgifter, idet investorerne typisk har en kort investeringshorisont. Derfor oplever bygningsejer, bortset fra pensionskasser o.l. ikke det store incitament til at foretage investeringer i energibesparelser (Jensen, 2004, p. 21).

Lejernes holdninger til energiforbrug og energirenoveringer er senest af-dækket gennem en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt lejere i private udlejningsejendomme. Undersøgelsen fortæller, at halvdelen af landets lejere godt vil indgå frivillige aftaler om energirenovering med udlejer, især hvis de på sigt kan opnå besparelser på el, vand og varme. Undersøgelsen viser videre, at knap halvdelen af lejerne forventer at ændre adfærd, hvis forbrug løbende bliver synliggjort for dem og undersøgelsen slutter heraf, at løbende synliggørelse af forbruget vil øge en stor del af lejernes motivation for at ændre adfærd (Rambøll 2012).

Fra undersøgelser af barrierer og virkemidler inden for privat udlejningsbyggeri, støder man jævnligt på konflikten mellem ejer og lejer. Således er det ejer, der skal bære investeringen, mens lejer høster fordelene af en lavere

energiregning og bedre komfort. I forlængelsen heraf ser mange ejere og dermed udlejere på grund af kort investeringshorisont på energispareforanstaltninger som rene udgifter, hvorfor de ikke motiveret for at foretage investeringer.

Viden indsamlet fra forsøg med at opnå energibesparelser i kommunale ejendomme

I 2007 indgik transport og energiministeren aftale med Kommunernes Landsforening om realisering af energibesparelser i kommuner. På bygningsområdet enedes man som det vigtigste punkt om, at kommunerne skulle gennemføre alle "rentable energibesparelserprojekter, der er anbefalet ved energimærkning af bygninger, og som har en tilbagebetalingstid på indtil 5 år, med mindre det kan dokumenteres, at væsentlige forhold taler imod projektets gennemførelse." Det indgik endvidere i aftalen, at disse projekter skulle gennemføres senest 5 år efter sidste udfærdigelse af energimærke for den enkelte bygning. I aftalen ligger også, at der hvert år udarbejdes et grundlag, "der blandt andet dokumenterer indsatsen i kommuner og resultaterne heraf for energiforbruget". "I 2012 iværksætter KL og Transport og Energiministeriet i fællesskab en evaluering af resultatet af besparelsesindsatsen i kommunerne. På grundlag af denne evaluering optager parterne inden udgangen af 2012 drøftelser om videreførelsen af aftalen efter 2012." (Transport- og Energiministeriet, 2007). Dog foreligger der endnu ikke nogen opgørelse af de opnåede resultater.

En anden form for viden indsamlet for at dokumentere indsatsen i kommunerne gennemføres i 2012 af EnergiForum Danmark. I samarbejde med SBI gennemanalyseres fire organisatoriske modeller for gennemførelse af energirenovering af kommunale ejendomme. Analysen gennemføres som en komparativ analyse af de fire modeller praktiseret i fire forskellige kommuner. Det drejer sig om ESCO-modellen, en gør-det-selv-model, en "facilities-manament"-model og en "shared-savings"-model. For hver model identificeres en række relevante nøgletal med udgangspunkt i sammenlignelige aktiviteter. Ideen med projektet er at skabe overblik over, hvad de forskellige modeller koster i anlæg, drift, honorar, rådgivning samt totaløkonomisk. Derudover ses der på øvrige fordele og ulemper samt eventuelle risici. Resultatet af undersøgelsen vil foreligge i slutningen af 2012. Foreløbige resultater vil i efteråret kunne fås hos EnergiForum Danmark.

Virkemidler, der virker i praksis

For at forstå hvilke virkemidler, der virker i en konkret situation er det væsentligt med erfaringer fra praksis. Dem foreligger der en del af, ikke mindst i Danmark, hvor der længe har været tradition for at prøve sig frem, både i statsligt, kommunalt og partnerskabs-regi. Eksemplerne refererer både til energirenovering og ændrede vaner, ligesom CO₂-reduktioner i form af investeringer i vedvarende energianlæg indgår.

Erfaringer med at fremme energibesparelser i enfamiliehuse

Der har gennem tiden været iværksat adskillige energisparekampagner over for parcelhusejere. De kan være skruet sammen som store samlede kampagner rettet mod store målgrupper af parcelhusejere, eller de kan være målrettet mindre segmenter af husejere. Videre kan det have karakter af selvskabte kampagner, idet markedsudvikling, mode og andet kan sætte en lavine af energibesparende løsninger i værk, herunder installation af vedvarende energianlæg

Som eksempel på en stor kampagne, kan nævnes Go'Energi's kampagne i 2011-12, båret frem af den samlende figur ENOK. Målgruppen var her parcelhusejere, og målet var at motivere en større andel af landets parcelhusejere til at gå i gang med at energirenovere deres hus.

Som eksempel på en kampagne målrettet et bestemt bygningssegment, skal nævnes skrotningsordningen for oliefyr, hvor ejere af huse med gamle oliefyr har kunnet få tilskud til at udskifte deres oliefyr med fx en varmepumpe. Resultatet af denne kampagne viser, at 15.000 husstande tog mod tilbuddet. 4.400 husstande skiftede på den baggrund over til væske-vand-varmepumpe, 1.900 til luft-vand-varmepumpe, 7.700 til fjernvarme og 1.200 til solvarme. Men som for andre tilskudsordninger er spørgsmålet om ikke disse konverteringer var kommet alligevel, blot forsinket (Energistyrelsen, 2012).

Som eksempel på en markedsskabt "kampagne", skal nævnes den igangværende bølge med opsætning af solcelleanlæg. Her kan der over de sidste par år konstateres en næsten eksplosiv vækst i antallet af enfamiliehuse, der har fået monteret solcelleanlæg. Den seneste statistik siger, at der er sket en firedobling i antallet af installerede anlæg i 2011 sammenlignet med 2010 og mere end en femdobling i installeret effekt fra 8,5 MWp i 2011 mod 1,8 MWp i 2010. Der har ikke været ført en egentlig kampagne fra det offentlige side for at fremme investeringerne i solcelleanlæg. Det har undergrund af solcelle installatører til gengæld stået for, godt hjulpet på vej af faldende priser på solceller og en fordelagtig afregning (feedin tariff) i form af den såkaldte nettomålerordning. Hertil kommer muligheder for håndværkerfradrag i forbindelse med etablering af solcelleanlæg eller afskrivning af solcelleanlægget med virksomhedsordningen. Fælles for ordningerne er, at de styrker det økonomiske incitament ved etablering af investering i solcelleanlæg.

Man kan diskutere, om investeringer i solcelleanlæg kan ligestilles med energibesparelser, da der samtidig er tale om energiproduktion. Dog viser eksemplet, at kort tilbagebetalingstid, overskuelig teknologi og høj grad af synlighed er vigtige parametre for hurtig gennemslagskraft.

Endelig skal der som eksempel på en energispareindsats over for enfamiliehusejere nævnes project Zero-initiativet i Sønderborg kommune og Energi-by-initiativet i Frederikshavn. Begge steder står lokale partnerskaber bag i form af samarbejde og støtte fra kommune, forsyningsselskaber og lokalt erhvervsliv. Successen, de to steder, kan tilskrives den omstændighed, at der til en start tilbydes gratis energirådgivning på stedet, idet der begge steder er stående tilbud om, at en energikonsulent aflægger husejeren et besøg og der peger på oplagte energispareforanstaltninger. Når man er kommet særlig langt i Sønderborg, er det fordi, man der involverer håndværkere, arkitekter, banker osv. og ydermere tager husejeren ved hånden fra denne modtager anbefalinger fra energirådgiveren til disse er gennemført (REQUEST, 2012).

Erfaringer med at fremme energibesparelser i den almene sektor

Som for parcelhuse, har der gennem årene været gennemført utallige energiforbedringer i boligejendomme i den almene boligsektor, typisk når disse i forvejen stod over for renovering, det være sig facader, der smuldrede, altaner, der var ved at falde ned eller vinduer, der skulle udskiftes. I nogle tilfælde blev renoveringerne suppleret med etablering af vedvarende energianlæg i andre tilfælde suppleret med beboerkampagner, som i sig selv skulle nedsætte energiforbruget. For ejendomme opført i 60-erne og 70-erne har der sjældent hersket nogen pietetsfølelse over for arkitekturen, hvorfor det har været enkelt at påføre ny klimaskærm, og dermed give bygningen et nyt udtryk.

På dette område ser det altovervejende ud til, at større renoveringsprojekter sættes i værk, når finansieringsgrundlaget er i orden. Det vil i praksis sige, når der gives garanti og ydes støtte fra Landsbyggefonden. Landsbyggefonden må imidlertid ikke give tilskud til energirenovering. I 2012 forventes det

dog, at der fra regeringshold vil blive givet tilsagn om, at Landsbyggefonden må yde lån til energirenovering, hvilket utvivlsomt vil øge incitament i den almene boligsektor til at iværksætte energirenovering, idet en vigtig økonomisk barriere dermed vil være ryddet af vejen.

Som eksempel på ejendomme, som har gennemgået en kraftig energirenovering og dermed en kraftig reduktion af energiforbruget, skal nævnes en række ejendomme i Albertslund kommune, som er blevet energirenoveret efter det såkaldte Albertslundkoncept. I konceptet benytter man industrialiserede komponent-metoder til at energirenovere boliger, som oprindeligt er opført som industrialiseret montagebyggeri. Et af de huse, som er renoveret på forsøgsbasis ligger i den almene boligbebyggelse Hyldespjældet. Resultatet, som det fremstår viser, at industrielt fremstillet isolerings- og ventilationsenheder med indbyggede varmepumper og solceller kan massefremstilles og på den måde gøre det rentabelt at energirenovere industrielt byggeri fra perioden 1960 til 1980 (Vejsig Pedersen, 2010).

At der hermed er fundet en bæredygtig vej for en energirenovering af mange af den almene boligsektors industrialiserede montagebyggerier, underbygges af flere rapporter udsendt af AlmenNet. I en rapport fra 2011 gives der fx anvisninger på, hvordan en form for ny-industrialisering indenfor byggeriet kan vinde indpas ved energirenovering af større bygningskomplekser opført som industrialiseret montagebyggeri (AlmenNet, 2011). Et foregangseksempel er her renoveringen af Egedalsvænget i Kokkedal. Eksemplet viser, hvordan udgifterne kan reduceres, hvis både bygningskomponenterne og bygningsprocessen industrialiseres. Når dette virkemiddel ifølge rapporten virker i praksis, er det fordi alle parter i byggeprocessen har opnået det nødvendige incitament til, at det skal lykkes.

Som et andet eksempel på en ejendom inden for den almene boligsektor, som har fået gennemført en kraftig energirenovering, og hvor der samtidig er gjort et indsats for at bevare det gamle udtryk rent arkitektonisk skal nævnes Afd. 1 tilhørende Boligforeningen Ringgården i Århus. Her har formålet lige fra begyndelsen været at gennemføre en radikal reduktion af energiforbruget i ejendommen. På trods af den omfattende renovering har det igen været billiggørelsen, dvs. en kombination af industrialiserede byggemetoder og udsigten til stærkt reducerede driftsomkostninger som følge af lavere energiodgifter, der har drevet værket.

Erfaringer med at fremme energibesparelser i kommunale ejendomme

Et meget omtalt virkemiddel, især henvendt inden for den offentlige sektor er ESCO. Dette virkemiddel, hvor en ESCO-virksomhed (Energy Service company) som tredjepart går ind og finansierer og gennemfører en energirenovering mod i en årrække at "få besparelsen", blev lanceret i Danmark så tidligt som i 2005. Siden har fortrinsvis kommuner indgået ESCO-kontrakter. Med en ESCO-kontrakt opnår kommunen, at de energibesparelser, der gennemføres, betaler for investeringen i den forstand, at ESCO-virksomheden tilbyder at gennemføre en række energibesparelser, dvs. finansierer, projekterer, gennemfører og superviserer energibesparelserne mod at høste gevinsten af de gennemførte energibesparelser. I de kontrakter, der indgås, er det således almindeligt, at virksomheden forpligter sig til at betale differencen, hvis de opnåede besparelse bliver mindre end garanteret. På den måde undgår kommunen at løbe den risiko, at besparelserne ikke lever op til det forventede. Hvis omvendt besparelsen bliver større end forventet, deles denne typisk mellem kommune og ESCO-virksomhed.

Besparelspotentialet for de i praksis gennemførte eller igangsatte projekter i danske kommuner har ligget på mellem 17 og 22 %, hvilket stemmer godt overens med, at kommunale tekniske chefer for halvdelen vedkom-

mende vurderer, at der kan spares mellem 10 og 20 % af energiforbruget i de kommunale bygninger, hvis der indgås en ESCO-aftale (Munkøe, et.al, 2012).

Når der ikke med dette middel kan opnås større besparelser, jf. de skøn over besparelspotentialet, der findes (Wittchen, 2009), skyldes det, at de største energibesparelser opnås med klimaskærmsændringer. Disse har imidlertid længere tilbagebetalingstid og er mere usikre. Derfor indgår de sjældent i en ESCO-kontrakt. Med andre ord betyder dette, at energibesparelser med lang tilbagebetalingstid springes over med det resultat, at det bliver vanskeligere, pga. endnu dårligere rentabilitet at vende tilbage og samle disse op senere.

Nationale energirenoveringsprogrammer

I de fleste europæiske lande er der iværksat finansielle energirenoveringsprogrammer og andre virkemidler til fremme af energibesparelser i bygninger. Baggrunden for disse programmer er alle steder, at man fra regeringshold ser bygningsmassen som det måske vigtigste sted at sætte ind med energibesparelser, dels for få nedbragt CO₂-udslippet og for at leve op til de respektive landes klimaforpligtelser, og dels for at mindske de enkelte landes afhængighed af import af fossile brændsler. Sidst men ikke mindst ser de fleste regeringer programmerne som en måde at øge beskæftigelsen i byggeriet på og sætte gang i væksten.

Viften af virkemidler, hvoraf de finansielle programmer spiller den største rolle er bred. Bredden spænder fra tilskud og fordelagtige lån over reduceret moms og tredjepart finansiering (ESCO) til afgifter, bøder og bygningsreglementskrav, dvs. en vifte af virkemidler som både benytter sig af pisk og gulrod.



Figur 10. Viften af finansielle programmer og øvrige virkemidler til fremme af energibesparelser i bygninger rundt om i Europa er bred (BPIE, 2011).

Et af de ældste programmer i Europa er det tyske genforeningsprogram knyttet op på den tyske bank Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Denne bank har støttet nybyggeri og energirenoveringsprojekter samt CO₂-besparelser i bygninger i et omfang af mere end 3 mio. boliger og til en værdi af herimod € 20 mio. KfW yder støtte og lån til energieffektiv renovering, som opfylder kvalitetsstempelen: "Effizienthaus". Enkelte "Länder" og byer i Tyskland er gået skridtet videre og yder derudover særlig støtte til eksisterende huse som kan bringe energiforbrug ned til en faktor 10. I byen Neu-markt har man ligefrem etableret et "Faktor 10 Sanierungsprogramm", hvor der ydes favorable tilskud, hvis eksisterende bygninger kan bringe deres primære energiforbrug ned med 85 % i forhold til det eksisterende energiforbrug.

Et storstilet program iværksættes dette efterår (2012) i England. Green Deal, som programmet hedder, kan lettest beskrives som et nationalt ESCO-project, hvor de husejere, der går med i programmet slipper for at tage penge op af lommen. Ideen er som for ESCO-løsningen, at energibesparelserne i sig selv skal være i stand til at forrente og tilbagebetale det optagne lån.

"The Golden Rule" kalder man dette element. Reglen vil antagelig komme til at betyde, at kun visse bygninger og kun visse renoveringer vil kunne komme i betragtning afhængig af hvilke energispareforanstaltninger, der kan gennemføres, og af hvordan energipriserne udvikler sig. Der opereres med lån med en løbetid på 25 år, hvor kravet er, at lånene ikke må overstige levetiden for de energiforbedringer, der iværksættes. Der tages ikke pant i ejendommen, og ordningen gøres ikke afhængig af ejernes betalings-evne. Alene den trussel, at husejerens ESCO-partner (Energy Service Company), kan afbryde energiforsyningen, vil alene give den sikkerhed og dermed klemme, som forsyningsselskabet har i tilfælde af, at husejer ikke betaler for forbrug samt afdrag og renter på det optagne lån.

Andre lande, hvor man kan hente inspiration til nationale programmer er Østrig, Finland, Frankrig, Spanien og Schweiz (BPIE, 2011, p. 93).

I Danmark har der gennem tiden været tilskudsordninger, typisk rettet mod bestemte bygningsdele eller installationer. I flæng kan nævnes etablering af solvarmeanlæg, udskiftning af vinduer og skrotning af oliekedler. Alle sammen ordninger af begrænset varighed og med begrænsede midler afsat til formålet. Ellers har man i Danmark valgt at gå andre veje for at fremme energibesparelser i bygninger. Flere landsdækkende kampagner, har der været gennemført gennem tiden. "Spar 1 ton" op til klimatopmødet i 2010 er ét eksempel. Derudover er Go'Energi gået i den tidligere Elsparefondens fodspor og gennemført adskillige kampagner, hvor flere har været målrettet energibesparelser i bygninger.

Et meget kontant virkemiddel i dansk regi er regeringens årlige aftaler med forsyningsselskaberne om deres energispareforpligtelser. En sådan aftale blev første gang indgået mellem transport- og energiministeren i 2006. Dette skete som en udmøntning af Energiforliget i 2005. Kravet til energiforsyningsselskaberne var, at de skulle gennemføre energibesparelser på til sammen 7,5 PJ, svarende til 1,7 % i forbrugsledet. Det var ikke noget nyt at energiselskaberne stod for energibesparelser, men før 2006 blev aktiviteterne bl.a. reguleret via opgavebreve fra Energistyrelsen.

I 2009 blev der indgået en ny aftale, denne gang i kølvandet på en energipolitisk aftale i 2008. Nu blev kravet til gennemførelsen af årlige energibesparelser øget til 10,5 PJ. Med den energipolitiske aftale i 2012 indgås der en ny vidtgående aftale, som foreskriver forsyningsselskaberne, at deres forpligtelser skal øges med 75 % i forhold til den forgående aftale og nu række frem til 2012.

Op til den seneste aftale blev de tidligere års aftaler evalueret (Ea Energi-analyse 2012). Her fastslås det, at dette virkemiddel har haft stor effekt inden for industrien og kun mindre effektbegrænset effekt over for husholdninger. Sagt anderledes vurderes det i evalueringsrapporten, at nettoeffekten af den indberettede energibesparelse kun er på 20 % i husholdninger, dvs. besparelser opnået i beboelsesbygninger mv., mens den for erhverv er 45 %.

Det står forsyningsselskaberne frit for at vælge virkemidler. Over tid har det vist sig, at de virkemidler, som energiselskaberne anvender for at nå energispareforpligtelsen, ser væsentlig anderledes ud i 2010 end i 2006, da aftalerne blev indgået. I 2010 indgår der fx tilskud i forbindelse med mere end 85 % af de registrerede besparelser. Før 2006 anvendtes næsten udelukkende information og rådgivning.

Som noget nyt i forhold til, hvad der tidligere er prøvet, og hvad andre lande har forsøgt sig med, oprettede regeringen i 2008 Videncentret for Energibesparelser i Bygninger. Dette center henvender sig udelukkende til professionelle håndværkere. Her er filosofien den, at det afgørende moment for at få iværksat en storstilet energirenovering af landets bygninger, er en fast stab af veluddannede håndværkere, dvs. håndværkere, der kender og forstår opgaven, og som har let adgang til de rigtige løsninger. Dette vil typisk sige husejers egne håndværkere, som husejere i reglen har tillid til. Derfor er disse håndværkere de bedste til at rådgive om energirenoveringer. Med det formål for øje har Videncentret dels bidraget til uddannelse af mere end 2000 håndværkere til energirådgivere, dels leveret et omfattende Videnskatalog med energiløsninger til brug for alle tænkelige løsninger, der angår klimaskærm og installationer (Jensen, 2012)

Henvisninger

Abrahamse; W., Steg, L.: (2009). How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings? *Journal of Economic Psychology*, 30, 711-720.

Bertelsen, N.H.; Karl Vogt-Nielsen (2009). Energiforbedring af den almene boligsektor med effekt i afdelingerne. Forslag til udviklingsprogram med otte udviklingsprojekter koordineret af AlmenNet, temagruppe Energi&Miljø. AlmenRapport 6.

BPIE (2011). Europe's buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings. Building Performance Institute Europe.

Davidson, H; Berthelsen N.H. (2011). ForprojektRapport – Industrialisering og effektivisering af processer og produkter, i fremtidssikring, trinvis fornyelse og energirenovering af almene boliger. AlmenNet.

Energistyrelsen (2012). Status på skrotningsordningen. Energistyrelsens hjemmeside: http://www.skrotditoliefyr.dk/da-DK/om_ordningen/Sider/Status.aspx

Ea Energianalyse (2012). Evaluering af energiselskabernes Energispareaktiviteter. Ea Energianalyse i samarbejde med NIRAS og Viengand & Maagøe. Udført for Energistyrelsen.

Han; Q., Nieuwenhijzen; I., de Vries; B., Blokhuis; E., Schaefer; W.: (2012). Optimal intervention strategies to stimulate energy saving behavior of residents. *Energy and Policy*. Under publicering.

Häkkinen; T., Bellon; K. (2011). iBarriers and drivers for sustainable building. *Building Research & Information* 39(3), 239–255.

Jensen; O.M. (2004). Barrierer for realisering af energibesparelser i bygninger (SBI 2004:04) Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm.

Jensen; O.M. (2009). Virkemidler til fremme af energibesparelser i bygninger (SBI 2009:06) Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, Hørsholm.

Jensen; O.M. (2012). Evaluering af Videncentret for energibesparelser i Bygninger. Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm. Under publicering.

Munkøe, M. Hoffmann Rosenstock, T.E. (2012). Stort potentiale ved ESCO-projekter i kommunerne. Dansk Erhvervs Perspektiv, Dansk Erhverv.

Pitt, M.; Tucker, M.; Riley, M.; Longden, J. (2009). Towards sustainable construction: promotion and best practices. Construction Innovation: Information, Process, Management, Vol. 9 Iss: 2 pp. 201 – 224.

REQUEST (2012). Pilot project final and evaluation report. Afrapportering fra tværnationalt EU-projekt. Under publicering af REQUEST.

Rambøll /Bygherreforeningen (2012). Energirenovering for lejere. Undersøgelse af lejernes holdninger og adfærd i relation til energirenovering af private lejligheder.

Steinmüller, B. (2008). Reducing Energy by a Factor of 10. Promoting Energy Efficient Sustainable Housing in the Western World. Lehrstuhl für Nachhaltigkeitsmanagement, Leuphana Universität, Lüneburg.

Teknologirådet (2008). Klimarigtigt byggeri – vi kan, hvis vi vil! Teknologirådet, København.

TNS Gallup/Bolius (2012). Boligejeranalyse 2012. Uddrag af analysen vedrørende energiforbedringer.

Transport- og Energiministeriet (2006). Aftale af 22. august 2006 mellem transport- og energiministeren og net- og distributionsselskaberne inden for el, naturgas og olie - repræsenteret ved en række forsyningsselskaber

Transport- og Energiministeriet (2007). Aftale mellem KL og transport- og energiministeren om realiseringen af energibesparelser i kommuner.

Vogt-Nielsen, K.; Larsen, I. og Jakobsen, F. (2008). Kortlægning af sektorbehov med fokus på energi i det eksisterende byggeri i den almene boligsektor. Delrapport 1 til projekt 19: 'Miljø- og energirigtigt byggeri og drift i den almene boligsektor' under AlmenNet.

Vejsig Pedersen, P. (2010). Energibesparelser: Danmarks første 0-energi renovering viser vejen frem. Kronik i Ingeniøren 9. marts 2010.

Litteratur opdelt på hovedområder

A. Besparelspotentialer i bygningsmassen

2008-2012

2012, **Build Up Skills - National Status Quo rapport**

http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBesparelser/IndsatsIBygninger/Buildupskills/nyheder/Docs/StatusQuo_DK_Final_150612.pdf. Lokaliseret 14.08.012

Rapporten kortlægger følgende:

- Det eksisterende kursus- og uddannelsesudbud inden for energirigtig renovering og nybyggeri
- Potentialet for energiforbedringer i den danske bygningsmasse
- Eksisterende danske politikker og strategier vedrørende energieffektivt byggeri og vedvarende energi
- Eksisterende danske politikker og strategier vedrørende grønne kompetencer og grønne jobs
- Uddannelsesbehovet frem mod 2020 i forhold til det bidrag, der skal komme fra byggeriet for at nå EU's og Danmarks 2020-mål for energieffektivitet og brug af vedvarende energi
- Barrierer for at opkvalificere arbejdsstyrken

2012, **Danish Building typologies. Participation in the TABULA project.**

Kim B. Wittchen & Jesper Kragh, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, SBI 2012:01

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/danish-building-typologies-participation-in-the-tabula-project/danish-building-typologies>

Lokaliseret 20.06.2012.

Rapporten beskriver det danske bidrag til et Europæisk projekt, TABULA, som har arbejdet med opbygning af typiske bygningsmodeller som kan bruges i forbindelse med analyser af mulige energibesparelser i eksisterende bygninger. For de danske modeller arbejdes der med to forskellige typologier som hver især er identificeret inden for de samme 9 tidstypiske byggeperioder, som er benyttet i yderligere to publikationer om besparelspotentialer (Wittchen, 2004 og Wittchen, 2009). De to typologier er dels den gennemsnitlige bygning (opgjort efter en fordeling efter areal af energimærkningskonsulenternes optegnelser, dvs. denne bygning findes ikke i det danske landskab) og dels af den repræsentative bygning for hver af de 9 tidsperioder. Hver typologi har sine kvaliteter og anvendelsesmuligheder, som fx analyse af besparelspotentialet for en bestemt bygning (den repræsentative bygning) eller analyse af potentialet for besparelser i den samlede danske bygningsmasse inden for en bestemt tidsperiode (gennemsnitsbygningen).

Der er søgt om videreførelse af dette arbejde i et nyt Europæisk projekt.

2012, **Energiløsninger – samlet katalog**

Klimaskærm

http://www.byggeriogenergi.dk/_root/media/47520_Katalog_klimask%EB6rm_WEB.pdf

Installationer

http://www.byggeriogenergi.dk/_root/media/47203_Katalog_Installationer_WEB.pdf

Lokaliseret 20.08.2012

Videncenter for energibesparelser i bygninger har samlet alle energiløsninger og guides til energiforbedring i to kataloger for hhv. klimaskærmen og installationer. Katalogerne indeholder energirigtige løsninger til optimering eller udskiftning af varmeinstallationen samt renovering af langt de fleste konstruktioner. Energiløsningerne giver svar på, hvordan en bygning gøres mere energirigtig, hvad der kan spares, og hvordan arbejdet udføres korrekt.

2012, **Fremskrivninger over det forventede vedligehold,**

Bygherreforeningen

Sammenkobling af data fra DK statistik om bygninger fra forskellige perioder og levetider for de forskellige byggematerialer. Herudfra laves scenarier for det forventet løbende vedligeholdelsesbehov i de næste årtier fx hvornår tage bør renoveres/vedligeholdes. Der foreligger ikke en egentlig rapport, men et PowerPoint oplæg og en række data, som der kan arbejdes videre med. En større detaljeringsgrad vil formentlig være nødvendig.

2012, **Hvad med dagslys? - designmanual med forslag til helhedsrenovering.** Henning Larsen Architects A/S (projektejer), Signe Kongebro et. al.:

Link følger snarest

Forord: Med dagslysmanualen har vi isoleret dagslyset som parameter i forsøget på at gøre denne enorme viden om dagslys og arkitektur anvendelig. Vi har ganske enkelt lavet en værktøjskasse, som samler forskellige virkemidler, der alle skaber værdi i det store bæredygtighedsregnskab. Bygningsværdi handler om meget andet end tekniske konstruktioner, materialer og energi. Det handler også om resultatet af den aktivitet, der foregår i bygningen, om relationer mellem folk og om tryghed. Det handler om markedspriser og arkitektonisk kvalitet. Når vi snakker om værdi, er helheden mere end summen af delene.

Dagslysmanualen har givet vores forskning krop og givet os mulighed for at teste vores værktøjskasse på et konkret sted. Undersøgelserne tager udgangspunkt i den tætte by, fordi det er der, dagslyset har de dårligste præmisser, og fordi brokvarterernes karréstruktur er velkendt ikke bare i Skandinavien, men i hele Europa.

Men selv om man ikke bor i en etageejendom i København, kan man sagtens bruge manualens viden til sine egne projekter. Lyset har ingen størrelse. Det kan både bearbejdes i byens komplekse kontekst, i en konkret bygning eller i den enkelte bolig. Start med at se på et vindueshul, gør det eventuelt lidt større og skift glasset ud. Allerede nu vil bygningens energiforbrug være betragteligt reduceret og solpletten på gulvet lidt større end før. Det er vores ønske, at manualen kan inspirere og bidrage både på det administrative plan, men også i konkrete byggerier. Næste øvelse i dagslysforskningen bliver at se på, hvordan man kan arbejde lige så præcist med den sansede oplevelse af dagslys, de bløde værdier, som med energiberegningerne, som er hårde facts. Hvordan vi kan kvalificere vores intuition, vores følelser og det, vores øjne ser. Indtil da håber vi, at denne manual vil inspirere læseren til at se lyset. Det er gratis.

2012, Solceller – energibesparelse og samfundsøkonomi

Dansk Solcelleforening, TEKNIQ, VEbyg, DS Håndværk og Industri
www.tekniq.dk/PresseOgNyheder/Pressemeddelelser/2012/oktober/~media/Files/Kommunikationsafdelingen/RapportOmSolceller.ashx
Lokaliseret 28.01.2013.

2012, Spar penge og energi i dit sommerhus, anbefalinger til energiforbedringer i sommerhuset

Martin Bøndergaard, Energi- og klimamedarbejder i Det Økologiske Råd.
www.ecocouncil.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=966&Itemid=966
Lokaliseret 28.01.2013

Det Økologiske Råd giver i ny publikation anbefalinger til, hvordan man let kan spare penge og energi i sommerhuset. Mens mange boligejere har fokus på helårshusets energiforbrug overses sommerhuset ofte – og her ligger der en potentiel stor besparelse og klimaeffekt ved selv små tiltag. Det Økologiske Råd giver i ny publikation anbefalinger til, hvordan man let kan spare penge og energi i sommerhuset. De ca. 200.000 danske sommerhuse har et stort elforbrug på ca. 705 mio. kWh årligt. Det er en stigning på over 90 % over de sidste 30 år. Der er heldigvis meget man kan gøre for at spare energi og penge i sit sommerhus, især hvis man også tænker på hele det årlige forbrug. Ca. 70 % af de danske sommerhuse bruges typisk en uge i løbet af vinteren, og det koster, for husene er som regel dårligt isolerede.

2012, Stort potentiale ved ESCO-projekter i kommunerne

Malthe Munkøe & Torben E. Hoffman Rosenstock, Dansk erhvervsperspektiv
<http://www.danskerhverv.dk/OmDanskErhverv/Nyhedsbreve/Dansk-Erhvervs-Perspektiv/Documents/2012/DEP-2012-04.pdf>
Lokaliseret 27.06.2012.

Der er et kolossalt potentiale for energibesparelser i den offentlige sektor. Energikrav blev først indført i det offentlige med Bygningsreglementet i 1979, og det anslås, at 75 pct. af de eksisterende bygninger er opført før 1979 og derfor ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med kravene fra 1979 – og endnu flere lever ikke op til de skærpede krav, som er blevet indført de senere år. En model for at gennemføre energirenoveringer er ESCO (Energy Service Company) renoveringer, hvor en virksomhed indgår en aftale om en garanteret besparelse med kunden. Virksomheden forpligter sig til at betale differencen, hvis den faktiske besparelse bliver mindre end den garanterede. Udbyderen undgår risikoen for, at besparelserne ikke lever op til forventningerne. Dette er blevet anvendt af flere danske kommuner, men er fortsat langt mere anvendt bl.a. i Sverige, England og USA end herhjemme. Dette perspektiv påviser et årligt besparelspotentiale ved energirenovering i kommunerne på mindst 625 mio. kr. årligt.

2012, Teknologikataloget (Technology data for energy plants), COWI, TI og DGC for Energistyrelsen

http://www.ens.dk/da-DK/Info/TalOgKort/Fremskrivninger/Teknologikatalog/Documents/Technology_data_for_individual_heating_plants_and%20energy_transport.pdf

Lokaliseret 14.08.2012

Et hovedformål med teknologikataloget er at sikre et ensartet, alment accepteret og aktuelt grundlag for arbejdet med energiplanlægning samt udvikling af energisektoren, herunder fremskrivninger, scenarie-analyser og tekniske/økonomiske analyser. Samlet overblik over besparelser for forskellige forsyningsanlæg, herunder gaskedler. Teknologikataloget er således tænkt som nyttigt redskab i forbindelse med energiplanlægning og vurdering af klimaprojekter samt til at vurdere udviklingsmulighederne for energisektorens mange teknologier til brug for tilrettelæggelsen af støtteprogrammer inden for energiforskning og -udvikling. Foruden dette teknologikatalog udgiver Energistyrelsen og Energinet.dk også et teknologikatalog for større (centrale

og decentrale) el- og varmeproduktionsteknologier "Technology Data for Energy Plants. Generation of Electricity and District Heating, Energy Storage and Energy Carrier Generation and Conversion".

2012, **Varmebehov i nye parcelhuse**, Søren Aggerholm, SBI 2012:10, AAU, ISBN 978-87-92739-10-0

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energiforbrug/varmebehov-i-nye-parcelhuse>

Lokaliseret 03.09.2012

Notatets formål er at evaluere energiforbruget i nye parcelhuse opført efter energibestemmelserne i bygningsreglementet fra 2006. Det diskuteres ofte om nybyggeriet lever op til energikravene i bygningsreglementet og hvor stor betydning beboernes måde at anvende huset har på det faktiske energiforbrug. Evalueringen baserer sig på huse tilsluttet Viborg Fjernvarme. Desuden vil der indledningsvis blive foretaget en sammenligning af varmeforbruget i huse opført i forskellige perioder.

Analysen er primært baseret på oplysninger fra Viborg Fjernvarme herunder forbrugsafregningerne for kalenderårene 2008 og 2009. Disse er suppleret med enkelte træk i BBR (Bygge og Bolig Registeret).

2011, **Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning for oliefyr**

Cowi, Teknologisk Institut og SBI

http://www.ens.dk/dan/DK/ForbrugOgBesparelser/IndsatsIBygninger/Varmepumper/fagligerapporter/Documents/5%20-rapport_potentialevarmepumper.pdf

Lokaliseret 14.08.2012

Analysen har haft til formål at dokumentere og beskrive det realistiske potentiale for konvertering af oliefyrede en-familieboliger til individuelle varmepumper af typen væske/vand og luft/vand. Potentialevurderingen tager udgangspunkt i en "her og nu" betragtning og vurderer potentialet ud fra privatekonomiske faktorer. Der er tale om en overordnet analyse, hvor det ikke har været muligt at analysere detaljeret på den enkelte varmepumpeinstallation.

2011, **Arkitektur & Energirenovering - Det murede etagebyggeri fra 1920 til 1960**, DAC – Dansk Arkitektur Center.

www.dac.dk/media/16901/arkitektur_og_energirenovering_publication_low.pdf. Lokaliseret 14.08.2012

2011, **Den statslige ejendomsmasses energimæssige tilstand og vurdering af besparelspotentialet. – intern rapport.**

Jesper Kragh & Kim B. Wittchen, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, November 2011

Rapporten belyser potentialet for energibesparelser i statens bygninger og den dertil hørende økonomi, baseret på oplysninger i statens bygningers energimærker. Den tager udgangspunkt i erfaringerne fra tidligere potentialeberegninger, men baserer sig ikke som disse på modelberegninger, men derimod på ekstrapolering af bygningsmassen i EMO, BBR og oplysninger fra de 6 store statslige bygningsejere.

2011, **Energibesparelser i kommunerne med ESCO**

Ingeniørforeningen IDA, Analyse

http://ida.dk/News/Documents/ESCO_jan_2011_web.pdf

Lokaliseret 27.06.2012.

I de seneste år er ESCO blevet udråbt til drivkraft i gennemførelse af energibesparelser i kommunerne. For at undersøge udbredelse og erfaringer med ESCO-modellen i kommunerne har IDA i samarbejde med KTC - Kommunal-

teknisk Chefforening gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt de tekniske chefer i kommunerne.

- Der er betydelige økonomisk rentable energibesparelser i kommunale bygninger. Kun 8 procent af kommunerne vurderer den energimæssig standard i bygningerne som høj.
- Halvdelen af kommunerne har oplevet problemer med at finansiere ellers identificerede rentable energibesparelser.
- Kun 15 procent af kommunerne har brugt ESCO-modellen. 60 procent har fundet modellen uegnet.
- De kommuner, der har brugt ESCO-modellen, har fået gennemført energibesparelser, der ellers ikke var blevet realiseret.
- Flertallet af de kommuner, der ikke bruger ESCO-modellen, vurderer, at den fordyrer gennemførelsen af energibesparelser.

2011, **Energy saving potentials – A case study on the Danish building stock**, Wittchen, K. B., Kragh, J. & Jensen, O. M., ECEEE 2011 SUMMER STUDY. 3. 1 udg. Stockholm: European Council for an Energy Efficient Economy, ECEEE s. 1355-1363.

http://vbn.aau.dk/files/53216831/eccee11_5_507_Wittchen.pdf

Lokaliseret 29.06.2012.

2011, **Grøn byfornyelse. Fra paradoks til potentiale ved energirenovering af private udlejningsejendomme**

Concito

http://www.concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/rapport-groen-byfornyelse-feb.-2011-pressemeddelelser---gr-n-byfornyelse-kan-l-se-paradoksproblemet_4_3304631096.pdf. Lokaliseret 20.06.2012.

2011, **Hvidbog om bygningsrenovering** - Et overblik over den eksisterende viden og de væsentligste studier af renoveringseffekter

Mikkel Havelund, Advice A/S for Bygherreforeningen og Grundejernes Investeringsfond

<http://gi.dk/top-menu/bestil-materiale/Documents/Hvidbog.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012.

Denne hvidbog har som sin ambition at samle den nuværende viden og erfaringer med renovering i Danmark. Dette samlede overblik har hidtil udmærket sig ved sit fravær, hvilket har været en hæmsko for udviklingen af renoveringsområdet. Den spredte viden har resulteret i manglende vidensgrundlag, manglende vidensdeling og manglende overblik for samtlige aktører i byggebranchen, som beskæftiger sig med renovering. Det er ambitionen, at hvidbogen kan hjælpe med at skabe den fornødne vidensdeling og vidensoverblik, så den videre udvikling af renoveringsområdet fremover kommer til at stå på et bedre underbygget fundament. Hvidbogen baserer sig på den mest interessante og signifikante forskning, og de mest relevante analyser og udgivelser fra aktørerne på renoveringsområdet. Ligeledes indgår henvisninger til udvalgte cases på renoveringsprojekter, som i sig selv kan kaste lys over renoveringsområdet.

2011, **Zerobolig – få inspiration til boligrenovering**

Lokaliseret 20.08.2012

<http://www.projectzero.dk/lib/file.aspx?fileID=635>

ZERObolig har i samarbejde med Videncenter for energibesparelser i bygninger udviklet et inspirationskatalog med inspiration til boligrenovering. Kataloget præsenterer 12 forskellige forslag til energirigtig boligrenovering udarbejdet af arkitekter fokuseret på tre boligtyper: stuehuset, murer mestervillaen og parcelhuset.

2010, **Anvisning – Efterisolering af murede huse**

http://www.bygningsbevaring.dk/files/Anvisninger2010/4-ANVISN_Efterisolering_af_murede_huse.pdf

Lokaliseret 21.08.2012

Center for Bygningsbevaring i RAADVAD, Søren Vadstrup.

De fleste husejere vil gerne spare på varmeregningen, hvilket bl.a. kan gøres ved at efterisolere huset. Når det gælder udvendig isolering af ældre, murede huses facader, kan det rent teknisk være en udmærket løsning. Men arkitektonisk og æstetisk er forringelserne så store, at det langt opvejer de tekniske fordele.

2010, **Anvisning – Energiforbedring af gamle vinduer**

http://www.bygningsbevaring.dk/files/anvisninger2010/10-ANVISN_Vinduer_energiforbedring.pdf. Lokaliseret 21.08.2012

Center for Bygningsbevaring i RAADVAD, Søren Vadstrup.

Dette Anvisningsblad giver dem, der har besluttet sig til at energiforbedre deres eksisterende enkeltglas-vinduer med forsatsvinduer eller på koblede rammer, nærmere information om, hvordan dette gøres.

2010, **Bespareselsberegner**

<http://www.spareenergi.be10.sbi.dk/>. Lokaliseret 20.08.2012

Se effekten af at energirenovere et parcelhus ved at bruge besparelsesberegneren fra Videncenter for energibesparelser i bygninger. Beregneren udfærdiger en beregningsrapport, der viser den samlede energibesparelse. Du kan beregne energibesparelsen ved efterisolering af klimaskærmen, udskiftning af opvarmingskilde eller installation af solvarme- eller varmepumpeanlæg. Besparelsesberegneren indeholder bygningsmodeller, der er tidstypiske, og de bruges som udgangspunkt for den enkelte beregning. Modellerne kan let tilpasses den aktuelle bygning.

2010 **Boilerinfo små anlæg**, Dansk Gasteknisk Center

<http://www.boilerinfo.eu/app/index>. Lokaliseret 14.08.2012

Beregningsprogram til bestemmelse af besparelse i boliger ved gaskedeludskiftning – svarer til ovennævnte Gaspro program, men er baseret på BOILSIM og kan bruges i hele EU.

2010, **Danske bygningers energibehov i 2050**

Kim Wittchen & Jesper Kragh, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, SBI 2010:56

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/danske-bygningers-energibehov-i-2050/danske-bygningers-energibehov-i-2050>

Lokaliseret 20.06.2012.

Beregninger af muligheder for at opnå mindst 70 % energiforbedringer i den eksisterende bygningsmasse frem mod 2050, med det udgangspunkt at byggeriet skal bidrage til et CO₂ neutralt samfund i 2050. I analysen er bygningsmassens energimæssige tilstand vurderet ud fra indberetninger fra energimærkningsordningen. Data er ved hjælp af informationer i BBR-registeret ekstrapoleret til hele Danmark. Der tages udgangspunkt i 5 BBR bygningskategorier; stuehuse, parcelhuse, rækkehuse, etageboliger, bygninger til handel og service, fordelt på 9 tidstypiske byggeperioder. Med udgangspunkt i tre renoveringsscenarier (A, B, C) beregnes potentialerne for reduktion af energiforbruget i bygningskategorierne. Scenarierne skelner ikke mellem de forskellige byggeperioder. Resultaterne viser, at det ved gennemførelse af en række vidtgående energiforbedringer i af klimaskærmen og tekniske installationer i den eksisterende bygningsmasse er muligt at spare hhv. 52, 65 og 73 % af energiforbruget til opvarmning og varmt brugsvand. Det skal dog bemærkes, at forudsætningerne for at opnå disse besparelser er meget vidtgående, og bl.a. kan medføre store arkitektoniske ændringer på en række byggerier. Det mindst vidtgående scenarie, med en reduktion på 52 % svarer til, at den eksisterende bygningsmasse opnår et energiforbrug, som er på linje med det, eller lavere end det som i dag er kravet for nybyggeri. I det mest vidtgående scenarie med en reduktion på 73 % energirenoveres byggeriet, så det får et reduceret energiforbrug, der svarer til kravene for lav-

energiklasse 2015 eller bedre. For at nå disse besparelser er det nødvendigt at investere hhv. 507, 684, 776 mia. kr. i her og nu investering. Hvis tiltagene gennemføres i forbindelse med anden planlagt forbedring eller vedligehold, vil merinvesteringen i de tre senarier ligge på hhv. 279, 381 og 428 mia. kr.

2010, **Elbesparelser i sommerhuse her og nu**

SBi 2010:54

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/elbesparelser-i-sommerhuse-her-og-nu/elbesparelser-i-sommerhuse-her-og-nu>

Lokaliseret 28.01.2013.

2010, **Energibesparelser i erhvervslivet**

Mogens Johansson, Dansk Energi Analyse A/S Maria Rizzo, Viegand & Maagøe A/S

<http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBesparelser/IndsatsIVirksomheder/Documents/Energibesparelser%20i%20erhvervslivet-feb-2010.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012.

2010, **Energibesparelser i statens kontorer og slotte**

Slots- og Ejendomsstyrelsen.

<http://www.maerkdinbygning.dk/Materiale/Files/Publikationer/Energibesparelser+i+statens+kontorer+og+slotte2.pdf>

Lokaliseret 29.06.2012

Staten skal gå foran i indsatsen for at nedbringe energiforbruget. Som en del af finanslov 2009 blev det aftalt, at staten skal reducere sit energiforbrug med 10 pct. I 2011 i forhold til 2006. Desuden blev der afsat 10 mio. kr. til at synliggøre statens energiforbrug og udvikle generelle informations- og vejledningstiltag. Slots- og Ejendomsstyrelsen har derfor med en ny strategi for energiarbejdet sat en række initiativer i værk, der skal muliggøre væsentlige energibesparelser i de kommende år. Slots- og Ejendomsstyrelsen har fastlagt sin strategi ud fra en erkendelse af, at for at opnå flest mulige energibesparelser inden for de økonomiske rammer, skal indsatsen være baseret på:

- Dækkende og opdateret viden om energiforbruget i ejendommene
- Systematisk identifikation af rentable energitiltag, der integreres i vedligeholdelsesarbejder
- Brugerfinansiering af rentable investeringer samt en særlig indsats for løft af særligt energiineffektive ejendomme

2010, **Energiforbrug og besparelser i bygninger**

EA Energianalyse/ RISØ DTU, 29. oktober 2010

<http://www.ens.dk/da-DK/Politik/Dansk-klima-og-energi-politik/klimakommissionen/klimakommissionensrapport/Documents/Energiforbrug%20og%20besparelser%20i%20bygninger%20sept%202010.pdf>

Lokaliseret 20.06.2012.

Rapporten omhandler energiforbrug og mulighed for energibesparelser i bygninger. Rapporten bygger hovedsageligt på tidligere analyser af bygnings energiforbrug og tilstand/potentialer fx SBi 2009, Birch og Krogboe A/S mv.

2010, **Energirenovering af etagebyggeriet**

Jesper Kragh, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, Videncenter for Energibesparelser

<http://vbn.aau.dk/files/37269393/Energirenovering%20af%20etagebyggeriet%20.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012.

Arbejdet med dette notat er initieret af Videncenter for energibesparelser. Formålet er at belyse energibesparelspotentialer i etagebyggeriet. Til analysen er anvendt data for etagebyggeriets isoleringsniveau for lofter, yder-

vægge, terrændæk og vinduer samt relevante nøgleværdier for varmeinstallationernes ydeevne mht. energiforbrug.

2010, **Energirenoveringstiltag - katalog**

Henrik Tommerup (redaktør), DTU Byg-Rapport R-223 (DK).

http://www.ibe.dtu.dk/upload/centre/lave/eudp%20eksempelsamling/energirenoveringstiltag_11-07-10.pdf

Lokaliseret 20.07.2012

Projektets formål har været at udvikle metoder og eksempler på energimæssigt vidtgående energirenoveringer for at stimulere til energibesparelser og øget anvendelse af vedvarende energi i eksisterende bygninger. Den aktuelle rapport udgør et omfattende teknologikatalog over typiske energirenoveringstiltag i forbindelse med renovering af eksisterende bygninger. For hvert tiltag er der redegjort for de væsentligste aspekter vedrørende f.eks. teknik, anvendelse, barrierer, indeklima, energibesparelse og priser.

2010, **Gaspro, små anlæg, energy-og økonomiberegning,**

Dansk Gasteknisk Center

<http://gaspro.dgc.dk/index.jsp>. Lokaliseret 14.08.2012

Beregningsprogram til bestemmelse af besparelse i boliger ved gaskedeludskiftning – bruges af ca. 300 danske VVS'ere til bestemmelse af gas og el-besparelser i forbindelse med en store andel af de ca. 20.000 kedeludskiftninger der gennemføres i DK hver år.

2010, **Gaspro store anlæg,** Dansk Gasteknisk Center

<http://www.boilerinfo.eu/app/index>. Lokaliseret 14.08.2012

Besparelsesberegning i større bygninger ved gaskedeludskiftning.

2010, **Varmeplan Danmark 2010**

Rambøll Danmark i samarbejde med Aalborg Universitet

www.fjernvarmen.dk/Faneblade/ForskningFANE6/FogU/~media/FogU%20Konto/2010-02%20VarmeplanDanmark2010Hovedrapport.ashx.

Lokaliseret 14.08.2012

2009, **Energieffektivt byggeri, Vidensgrundlag for partnerskabet EnergiBYG**

Det Økologiske Råd & Statens Byggeforskningsinstitut SBI

http://www.ecocouncil.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=91&Itemid=

Lokaliseret 28.01.2013

2009, **Energioptimering af fredede kulturejendomme i Slots- og Ejendomsstyrelsen**

Slots- og Ejendomsstyrelsen,

<http://www.ses.dk/Home/Energi/~media/Files/Energi/Rapport%20energioptimering%20hovedafsnit.ashx> Lokaliseret 20.06.2012.

2009, **Nedbringelse af CO₂ – udslip fra de kommunale bygninger**

Analyserapport nr. 4, april 2009, COWI

http://www.kl.dk/ImageVault/Images/id_29399/scope_0/ImageVaultHandler.aspx Lokaliseret 20.06.2012.

COWI har gennemført en analyse for kommunale bygninger, hvor de nødvendige investeringer for at opnå en reduktion i CO₂-udslippet på 20 % regnes til at være 4 mia. kr., hvilket giver en reduktion på 220.000 ton CO₂. Gennemføres blot de tiltag med en tilbagebetalingstid på 0-5 år, vil der opnås en CO₂-besparelse på 11,4 %.

2009, **Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri**

Kim Wittchen, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU, SBI 2009:05

http://vbn.aau.dk/files/17143404/SBi_2009-05.pdf Lokaliseret 20.06.2012.
Rapporten beskriver tre scenarier for energiforbedring af fem udvalgte bygningsskategorier i Danmark. Datagrundlaget bygger på registreringer i energimærkningsdatabasen, som er indhentet i perioden 2006 til slutningen af 2008. Data er ved hjælp af informationer i BBR-registeret samt fra Danmarks statistik ekstrapoleret til hele Danmark. Potentiale vurderingen er delt op i to dele, hvor den første omhandler forbedringer af klimaskærme og den anden omhandler forbedring af tekniske installationer.
Det samlede besparelspotentiale ved forbedringer af både klimaskærmen og de tekniske installationer er i analysen beregnet til ca. 30-35 %.

2008, **Energibesparelser i bygninger i den offentlige sektor.**

Henrik Tommerup & Jacob B. Larsen, BYG DTU R-184, 2008
<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r184.pdf> Lokaliseret 27.06.2012.

Der er umiddelbart betydelige muligheder for rentable energibesparelser i eksisterende bygninger i den offentlige sektor, dvs. statslige, regionale og kommunale bygninger, som i det følgende blot benævnes "offentlige bygninger". Men der er behov for at skabe overblik over de mulige tiltag og den tilknyttede økonomi.

Derfor er der gennemført et udredningsprojekt, som har været opdelt i følgende delopgaver:

- Energibesparende tiltag
- Metoder til økonomiske vurderinger
- Økonomiske beregninger / vurderinger
- Vurdering af energibesparelspotentiale og investeringsbehov
- Realisering af energibesparelspotentiale.

2008, **Energibesparelspotentialet ved energirenovering af parcelhuse finansieret af friværdien**

Jesper Kragh, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU.
[http://vbn.aau.dk/en/publications/energibesparelspotentialet-ved-energirenovering-af-parcelhuse-finansieret-af-frivaerdien\(64a8ada0-302a-11df-aeaf-000ea68e967b\).html](http://vbn.aau.dk/en/publications/energibesparelspotentialet-ved-energirenovering-af-parcelhuse-finansieret-af-frivaerdien(64a8ada0-302a-11df-aeaf-000ea68e967b).html)

Lokaliseret 27.06.2012.

Der er udført en samkøring af BBR 2008 og Ejendomsvurderingen 2007, med henblik på at vurdere potentialet for finansiering af energirenoveringer i form af realkreditlån. Da realkreditinstitutterne har mulighed for at belåne helårsboligen med op til 80 % af ejendommens aktuelle markedsværdi, er der en mulighed for, at mange parcelhusejere kan finansiere omkostningerne til en energirenovering med et realkreditlån.

2008, **Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug**

Mogens Johansson, Dansk Energi Analyse A/S Maria Rizzo, Viegand & Maagøe A/S
<http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBesparelser/IndsatsIVirksomheder/Documents/Kortlaegning%20af%20erhvervslivets%20energiforbrug.pdf> Lokaliseret 27.06.2012.

2000-2007

2006, **Elforbrug i sommerhuse - fremskrivning og scenarier**

Ole Michael Jensen m.fl., SBI 2006:06
<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energiforbrug/elforbrug-i-sommerhuse-fremskrivning-og-scenarier>
Lokaliseret 28.01.2013.

2004: Energibesparelser i eksisterende og nye boliger

Henrik Monefeldt Tommerup, BYG*DTU, ISSN 1601-2917.

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r080.pdf>. Lokaliseret 11.07.2012

Rapporten omhandler bygningsrelaterede energibesparelser i det eksisterende byggeri og nybyggeriet. I forbindelse med opfyldelse af Danmarks Kyoto forpligtigelse vedrørende reduktion af udledningen af drivhusgasser er der fokus på hvor energibesparelser og dermed CO2 reduktion kan opnås billigst. Bygningsrelaterede energibesparelser udgør et stort potentiale og i mange tilfælde er der tilknyttet en god økonomi. Rapporten viser dette og er derfor en vigtig del af beslutningsgrundlaget for fastsættelse af nye skærpede krav til nye og eksisterende bygningers energiforbrug i forbindelse med nye energibestemmelser i år 2005.

Projektet er udført sideløbende med et relateret projekt omhandlende kortlægning og analyse af det tekniske energibesparelspotentiale og tilknyttede omkostninger i det eksisterende boligbyggeri, der er udført ved SBI (Wittchen, 2004) for Energistyrelsen. Der er foretaget en vis grad af koordinering mellem de to projekter

2004: Potentialevurdering. Energibesparelser i husholdninger, erhverv og offentlig sektor. Sammenfatning af eksisterende materialer og analyser.

TWC/KMT, Birch & Krogboe A/S, 22.11.2004

http://www.klimakompasset.dk/files/pdf/Energistyrelsen_Potentialevurdering_birchkrogboe_2004.pdf Lokaliseret 20.06.2012.

2004: Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger, Kim B. Wittchen Statens Byggeforskningsinstitut, By og Byg Dokumentation 057, SBI 2004

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/energibesparelser-i-eksisterende-bygninger/vurdering-af-potentialet-for-varmebesparelser-i-eksisterende-boliger/> Lokaliseret 20.06.2012.

Resultaterne fra rapporten er opdateret i SBI (2009) Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri.

Internationalt

2012, Abatement Potential of Best Practice Policies for Low Carbon & Energy Buildings Based on Scenario Analysis, Diana-Urge Vorsatz and team at the Central European University, Hungary.

www.globalbuildings.org/resources/uploads/WEBSITE_CEU_FULL_low.pdf. Lokaliseret 14.08.2012

2012, A methodology for evaluating the potential energy savings of retrofitting residential building stocks

Giuliano Dall'O', Annalisa Galante, Giulia Pasetti, Sustainable Cities and Society, Volume 4, October 2012, Pages 12–21

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670712000133>

Lokaliseret: 27.06.2012.

2012, Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. Building Research & Information Volume 40, Issue 3, 2012 pages 260-273, Minna Sunikka-Blanka & Ray Galvina.

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2012.690952#>

Lokaliseret 14.08.2012

German regulations for the thermal renovation of existing homes demand high thermal standards, which the government claims are technically and

economically feasible. This paper examines existing data on 3400 German homes; their calculated energy performance ratings (EPR) are then plotted against the actual measured consumption. The results indicate that occupants consume, on average, 30% less heating energy than the calculated rating. This phenomenon is identified as the 'prebound' effect and increases with the calculated rating. The opposite phenomenon, the rebound effect, tends to occur for low-energy dwellings, where occupants consume more than the rating.

2012, Renovation tracks for Europe up to 2050. Building renovation in Europe – what are the choices? Ecofys for Eurima

http://www.eurima.org/uploads/ModuleXtender/Publications/90/12-06-08_Ecofys_X_Renovation_tracks_for_Europe_FINAL.pdf.

Lokaliseret 14.08.2012.

The study analyses and compares the possible tracks for the renovation of the EU building stock, quantifying and illustrating graphically energy savings and avoided CO2 emissions, financial impacts and employment effects. Its findings are straightforward:

- A so-called shallow renovation track will completely miss both environmental targets (CO2-emission and final energy savings) while not providing substantial economic advantage; and
- a deep renovation track, combining a focus on energy efficiency with high use of renewables can be considered as a financially viable route, meeting CO2-targets while showing the lowest energy consumption and offering the largest job creation potential of the assessed tracks.

2011-2012, Gode bygg for eit betre samfunn - Ein framtidsretta bygningspolitikk

Det kongelige kommunal- og regionaldepartement, Meld. St. 28 (2011–2012) Melding til Stortinget om bygningspolitikk:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/krd/dok/regpubl/stmeld/2011-2012/meld-st-28-20112012.html?id=685179> Lokaliseret 27.06.2012.

2011, Economics of Deep Renovation, Ecofys for Eurima

http://www.eurima.org/uploads/ModuleXtender/Publications/51/Economics_of_Deep_Renovation_Ecofys_IX_Study_Design_FINAL_01_02_2011_Web_VERSION.pdf. Lokaliseret 14.08.2012.

- The study concludes that deep renovation has the potential to be the preferred solution from ecologic and economic point of view, even without subsidies, for the necessary immediate action on the EU building stock;
- The study points out that, if superficial renovations of buildings are undertaken on least performing buildings, huge absolute savings remain untapped. The achievement of the EU's longterm energy savings and climate goals will be impossible if the current trend of 'cream skimming' renovations is kept;
- For all studied EU countries, energy related costs per saved kWh for deep renovation turned out to be equal or lower than actual energy costs. We already have favourable market conditions across Europe to make deep renovation a financially more attractive option than inaction (continue paying higher energy consumption); the only exception is UK, where in the past gas prices have been relatively low compared to continental Europe. This low-price period might end soon as the UK imports more and more gas at higher continental Europe's price level. Thus even in the UK deep renovation is the right choice to be on the safe side.

2011, **Energi i bebyggelsen - tekniska egenskaper och beräkningar- resultat från projektet BETSI**, Boverket, Sverige

<http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2011/Energi-i-bebyggelsen---tekniska-egenskaper-och-berakningar/>. Lokaliseret 15.08.2012

Boverket har på uppdrag av regeringen tagit fram en beskrivning av det svenska byggnadsbeståndet. Särskilt fokus har lagts på att få fram underlag om skador och bristande underhåll, samt uppgifter för utveckling av miljökvalitetsmålet God bebyggd miljö.

Enligt resultaten från undersökningen är t.ex. värmeförlusterna genom klimatskalet i småhusen drygt fyra gånger större än värmeförlusterna via det luftutbyte som sker i husen. I småhusen bör därför en minskning av behovet, om det är den strategi som väljs, fokusera på tilläggsisolering av klimatskalet och byte till fönster med lägre U-värde. En sådan strategi kan dock ge upphov till att andra väsentliga egenskapskrav äventyras. I flerbostadshusen är förhållandet mellan värmeförluster genom klimatskal och värmeförluster via luftutbytet två till ett. Här är det således inte lika självklart att fokusera på klimatskalet. Potentialen för en minskning av behovet är dessutom större när det gäller att återvinna energi ur ventilationsluften.

Med en effektiv värmeåtervinnare kan runt 80 procent av skillnaden i värmeinnehåll mellan frånluft och uteluft återvinnas. När det gäller tilläggsisolering av klimatskalet ligger den totala potentialen för en reduktion av transmissionsförlusterna på kanske 20-40 procent. Störst potential för klimatskålsåtgärder finns i byte av fönster och tilläggsisolering av fasader. I flerbostadshus och lokaler dominerar fjärrvärme. Den utgör cirka 80 procent av värmeförsörjningen i de båda bestånden. Potentialen för en konvertering till värmepumpar är därför inte större än 6-7 procent, om fjärrvärmen ska bibehållas. Dessutom är det politiskt sett kanske mer önskvärt att konvertera de byggnader som i dag värms med olja och el till fjärrvärme.

2011, **Europe's Buildings under the Microscope country-by-country review of the energy performance of Europe's buildings**. BPIE

http://www.bpie.eu/eu_buildings_under_microscope.html.

Lokaliseret 14.08.2012.

As there is a lack of comprehensive data on buildings at European level, BPIE analysed the Europe's building stock (EU 27 as well as Switzerland and Norway) including building characteristics, building codes and other regulatory measures. The collected data allowed to determine the energy and CO2 saving potential of Europe's buildings and to model a variety of scenarios for the systematic renovation of the European building stock till 2050.

2011, **Kunskapsinventering avseende resurseffektiviserande åtgärder inom befintlig bebyggelse**, Anna Jarnehammar, Ivana Kildsgaard, Erik Prejer, IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B1960

<http://www.ivl.se/download/18.7df4c4e812d2da6a416800088282/B1960.pdf>

Lokaliseret 14.08.2012

Rapporten sammanfattar kunskapsläget för olika renoveringsåtgärder i flerbostadshus byggda mellan 1941-1980. Potentialen för renovering har beräknats ge en halverad energianvändning för uppvärmning och varmvatten. Denna effektivisering är dock ansedd som möjlig, men inte trolig. Det finns många fallstudier av enskilda projekt med teoretiska beräkningar av renoveringspotentialen för olika åtgärder. Det finns relativt många generella studier för bostadsbeståndet i stort där potentialen för olika åtgärder har beräknats för hela Sverige men få studier av verkliga genomförda projekt. Bindande minimikrav kopplat till energiprestandadirektivet för byggnader för renovering har införts i ett flertal andra länder inom EU vilket också konstateras bidra till att mer energieffektiva åtgärder införs i större renoveringsprojekt. De viktigaste

åtgärderna som vi har funnit är införande av FTX-system, renovering av klimatskalet samt individuell mätning och debitering av värme och varmvatten.

2011, **Reducing energy demand: what are the practical limits ?** Cullen et al, Environmental Science & Technology

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es102641n>.

Lokaliseret 14.08.2012

73% of energy use could technically be saved today by available technologies - the greatest energy savings potential can be achieved in the buildings sector, equal to 83% of total energy demand in buildings.

2011, **Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050**, EU Commission.

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:DA:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:DA:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:DA:PDF)

Lokaliseret 14.08.2012

The built environment provides low-cost and short-term opportunities to reduce emissions, first and foremost through improvement of the energy performance of buildings. The Commission's analysis shows that emissions in this area could be reduced by around 90% by 2050, a larger than average contribution over the long-term

2010, **Energieeffektivisering af bygg**

Arnstad-utvalget: KRDs arbetsgrupp for energieffektivisering av bygg

http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/rapporter/energieffektivisering_av_bygg_rapport_2010.pdf Lokaliseret 27.06.2012.

2010, **Sammenlikning og analyse av krav til energieffektivitet i bygnin-ger i Norden og Europa**

Peter G. Schild m.fl., SINTEF Byggforsk, Prosjektrapport 55 2010

<http://www.sintef.no/upload/Byggforsk/Publikasjoner/SB%20prapp%2055.pdf> Lokaliseret 20.06.2012.

2009, **CO₂ und Energie im Wohnbau Erhebung CO₂ Emissionen und Energieverbrauch für Wohngebäude im Bestand und Neubau in Österreich für den Berichtszeitraum 2008-2020 zur Zielerreichung der EU-Klimastrategie inklusive Prognose bis 2050**, IG Passivhaus Österreich

<http://www.langconsulting.at/index.php/de/forschung/grundlagenforschung/2-uncategorised/73-co2-und-energie-im-wohnbau-in-oesterreich>.

Lokaliseret 15.08.2012

The main goal of the study in hand is to indicate and identify future influences of the Austrian domestic architecture on the energy-consumption and the CO₂ emissions by using complex analysis and descriptions.

A main conclusion of the study in hand is that the measures of the Austrian government to reduce the emission of greenhouse gases for residential buildings won't succeed in the aspired scale, even if they are completely permuted. It is pointed out, that residential buildings will emit about 24.8% (3.65 million t) more CO₂ than arranged in the Kyoto-agreement at 2012. If the actual trend will proceed, the climate protection aims for 2020 will be failed about 6.9 million t CO₂, respectively 65.7%. Due to this Austria will force the global climate change and will be confronted with massive penalty calculations. Today's situation of the emission- and energy-balance in Austria necessitate rapid and forceful steps to change the status quo. The study in hand points out the spectrum of possible developments, depending on the strategy. Due to the inertia of the building stock it is essential to decide for a rapid and high quality package of measures.

2009, **Energieffektivisering**

Lavenergiutvalget, Jan Reinås m.fl., juni 2009

http://www.regjeringen.no/upload/OED/Rapporter/OED_Energieffektivisering_Lavopp.pdf Lokaliseret: 27.06.2012.

2008, **Hälften bort! Energieffektivisering i befintlig bebyggelse**, Boverket, Sverige

http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/Halften_bort_energieffektivisering.pdf Lokaliseret 15.08.2012

2006, **Energy saving and CO₂ reduction potential from solar shading systems and shutters in the EU-25**

ES-SO (The European Solar Shading Organization)

<http://www.es-so.com/documents/ESCORP-EU25.pdf>

Lokaliseret 15.08.2012

A scientific study about the effects of solar shading on energy use and comfort. Reducing the use of fossil energy means reducing carbon emissions in the atmosphere and reducing our dependence on imported sources of energy. Passive cooling – as opposed to artificial cooling with electric energy.

B. Renoveringseksempler – erfaring og evaluering

2008-2012

2012, **EnergiParcel-Projektet: Målinger og analyse af energiforbrug og indeklima i 4 danske parcelhusrenoveringer 2008-2011**, Larsen, T.S., Daniels, O., Jensen, R.L., Andersen, M. R., Aalborg : Aalborg Universitet. Institut for Byggeri og Anlæg, (DCE Technical Reports; 117).

Ikke lokaliseret, På vej 15.08.2012

Forord: Denne rapport beskriver resultaterne fra måleprogrammet i EnergiParcel gennemført af Aalborg Universitet i perioden 2008 til 2011. Resultaterne fra hvert enkelt hus i projektet er gennemgået detaljeret i 4 husspecifikke rapporter. Der refereres i denne rapport til de husspecifikke rapporter, som alle kan hentes på www.vbn.aau.dk. Målingerne i husene er foretaget både før og efter energirenoveringen. I denne rapport gives et overblik over resultaterne af projektet både for det målte og beregnede energiforbrug samt for indeklimaet i husene. For en detaljeret gennemgang henvises til de husspecifikke rapporter. Realдания Byg, som har startet EnergiParcel-projektet, har desuden oprettet en hjemmeside, hvor yderligere information om projektet kan hentes. Denne hjemmeside findes på www.energiparcel.dk.

2012, **Energirenovering - Industrialiseret byggeri (1960-1980)**, Eksempel fra Videncenter for energibesparelser i bygninger.

[http://www.byggeriogenergi.dk/ root/media/49528_Novembervej_Eksempel.pdf](http://www.byggeriogenergi.dk/root/media/49528_Novembervej_Eksempel.pdf)

Lokaliseret 15.08.2012

Dette er et eksempel, der viser, hvordan beslutningen om energirenoveringen blev taget, hvilke energiløsninger der indgik i projektet, og hvor store energibesparelser der blev opnået.

2012, **Energirenovering – Murermestervilla**, Eksempel fra Videncenter for energibesparelser i bygninger.

[http://www.byggeriogenergi.dk/ root/media/49828_Skodsbrogvej_Eksempel.pdf](http://www.byggeriogenergi.dk/root/media/49828_Skodsbrogvej_Eksempel.pdf)

Lokaliseret 15.08.2012

På Skodsborgvej i Virum ligger en murermestervilla fra 1927. Den blev 1. december 2011 overtaget af en familie bestående af to voksne, en pige på 15 måneder og en Beagle. De kom fra en lejlighed på Østerbro, så huset er deres første. Straks efter overtagelsen fik familien kontakt med en energivejleder, der vejledte dem om, hvad de skulle gøre for at energirenovere deres hus.

2012, **Energirenovering - Nyere muret byggeri (1920-1960)**, Eksempel fra Videncenter for energibesparelser i bygninger.

[http://www.byggeriogenergi.dk/ root/media/49529_Bindeledet_Eksempel.pdf](http://www.byggeriogenergi.dk/root/media/49529_Bindeledet_Eksempel.pdf)

Lokaliseret 16.08.2012

Dette eksempel viser, hvordan beslutningen om energirenoveringen blev taget, hvilke energiløsninger der indgik i projektet, og på sigt hvor store energibesparelser, der bliver opnået.

2012, **Gas og vedvarende energi - Solfanger og gaskedelunit på en villainstallation**, DGC Projektrapport.

http://www.dgc.dk/publikationer/rapporter/data/12/gas_vedvarende_energi.pdf Lokaliseret 15.08.2012

I nærværende projekt er der gennemført energimålinger på en villagaskedelinstallation i 2010-2011. I forbindelse med kedeludskiftning fungerer kombination med solvarme fint. Det kræver dog fortsat et stort varmebehov om sommeren eller kraftig stigninger i energipriserne, hvis der skal være øko-

nomi i et sådan anlæg i Danmark. Anlægstypen er repræsentativ for det danske marked, og i projektet er der sat fokus på en analyse af energibalan-
cer, besparelspotentiale og samspil mellem anlægskomponenterne.

2012, **Præsentation af Osram-bygningen i IEA SHC Task 47**, Sustainable Renovation of Non-Residential Buildings, Brochure authors: Jørgen Rose and Kirsten Engelund Thomsen.

Link sættes på senere – brochure haves

2012, **Renovering. 25 eksempler på vellykket renovering**, Gl.

http://www.bygningsarv.dk/uploads/45636/Renovering_FINALE_lowres.pdf

Lokaliseret 27.06.2012

Vores eksisterende bygninger repræsenterer store værdier – både økonomisk, funktionelt, socialt og kulturelt. Renovering er nødvendig for at sikre den enorme værdi, der er bundet i bygningerne – men god renovering kan meget mere. Eksemplerne i denne bog viser, at renovering også bidrager til at øge livskvaliteten for borgere og brugere af bygninger gennem forskønnelse og modernisering af boliger og byrum. Og at renovering af bygningsmassen samtidig kan yde et stort bidrag til at nedbringe samfundets energiforbrug.

2011, **Arkitektur og Energirenovering – Det murede etagebyggeri fra 1920 – 1960**, Dansk Arkitektur Center.

[http://www.kubenman.dk/files/Kuben%20Management/Filer%20\(Illustrationer\)/Om%20NRGi%20R%C3%A5dgivning/Publikationer/arkitektur_og_energirenovering.pdf](http://www.kubenman.dk/files/Kuben%20Management/Filer%20(Illustrationer)/Om%20NRGi%20R%C3%A5dgivning/Publikationer/arkitektur_og_energirenovering.pdf)

Lokaliseret 16.08.2012

2011, **Energy renovation practices in Danish homes: The influence of energy labels on home renovation practices**. Christensen, Toke Haunstrup; Gram-Hanssen, Kirsten; Adjei, Afi; de Best-Waldhober, Marjolein.

[http://vbn.aau.dk/da/publications/energy-renovation-practices-in-danish-homes\(17d2df3c-d376-40fd-be99-6857866dd4c8\).html](http://vbn.aau.dk/da/publications/energy-renovation-practices-in-danish-homes(17d2df3c-d376-40fd-be99-6857866dd4c8).html)

Lokaliseret 21.08.2012

Paper presented at 10th Conference of the European Sociological Association (esa2011): Social relations in turbulent times, Geneve, Schweiz.

2011, **Parcelhus i en forstad til København - Et renoveringsprojekt der lukkede dagslyset ind**, Velux Group.

http://www.velux.dk/SiteCollectionDocuments/_PDF-Documents/PHB/V0012180-034_BI_Renovation_OneFamilyHouseInCPH_booklet_DK_web.pdf

Lokaliseret 15.08.2012

Renovering af enfamiliehus i Værløse

2011, **Renovering af efterkrigstidens almene bebyggelser, Evaluering af ti renoveringer med fokus på arkitektur, kulturarv, bæredygtighed og tilgængelighed**, Claus Bech-Danielsen m.fl., SBI 2011:22

http://www.sbi.dk/boligforhold/boligomrader/renovering-af-efterkrigstidens-almene-bebyggelser/sbi-2011-22_web.pdf/download

Lokaliseret 28.06.2012

Evaluering af større renoveringer af almene bebyggelser der er renoveret i 2008-10. Der fokuseres på kvaliteten af de bygningsmæssige forandringer og på temaerne arkitektonisk kulturarv, bæredygtighed og tilgængelighed.

2010, **Coat House TII**

http://www.groenerhvervsvaekst.dk/images/stories/projekter/Coathouse/CASE_piece_coathouse.pdf. Lokaliseret 20.08.2012

Coat House TII er et udviklingsprojekt for energirenovering under Grøn Erhvervsvaekst. Huset er beliggende i Kolding, opført i 1949 og har efter et ejerskifte i 2009 undergået en energirenovering med et system (isolering og kompositplader), der ikke før har været benyttet i Danmark. Coat House er et demonstrationsprojekt, der viser, hvordan energirenovering kan gennemføres med en enkel, moderne teknologi, der hurtigt og nemt monteres udefra og giver en ældre, nedslidt bygning et nyt og moderne udtryk.

2010, **Energibesparelser i statens kontorer og slotte**, Slots- og Ejendomsstyrelsen.

<http://www.maerkdinbygning.dk/Materiale/Files/Publikationer/Energibesparelser+i+statens+kontorer+og+slotte2.pdf>

Lokaliseret 29.06.2012

2010, **Energiparcel – 4 eksempler på energirenovering af danskernes yndlingsbolig**, Af Realea, Tine Steen Larsen, Annegrete Kraul, Anders Sælan, Ellen Kathrine Hansen og Søren Aggerholm.

http://klub.realdaniabyg.dk/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2fFiles%2fFiler%2fudgivelser+pdf%2fEnergiparcelbog_som_pdf_til_web.pdf

Lokaliseret 27.06.2012

4 parcelhuse fra 1970'erne er indkøbt, udlejet til 4 testfamilier, beboet og målt 1 år før renoveringer, dernæst energirenoveret for 4 forskellige budgetter, herpå beboet og målt i 2 år. Målingerne er både kvalitative via interviews med beboerne (foreligger som små film) og kvantitative via rapporter fra Aalborg Universitet, der gennemførte målingerne indenfor rammerne af et forskningsprojekt. Bogen illustrerer generelt anvendelige gevinster, både energimæssige, men også non-energy gevinster, for ejere af de knap 500.000 parcelhuse fra 1960'erne og 1970'erne."

2010, **EnergiParcel, Statusrapport august 2010**, Larsen, T.S.

<http://www.realdaniabyg.dk/upload/EnergiParcel.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012

2010, **Energioptimering af Etageboligblok, Langkærparken, Tilst, Århus**, Per Heiselberg, AAU

http://vbn.aau.dk/files/43874201/Energioptimering_af_Etageboligblok_Langkærparken_Tilst_rhus.pdf

Lokaliseret 26.06.2012

Projektet har haft som formål at udvikle en metode til og eksempler på projektering af energimæssigt vidtgående energirenoveringer (lavenergiklasse 1) for at stimulere til energibesparelser og øget anvendelse af vedvarende energi i eksisterende bygninger. Der er konkret udarbejdet et teknologikatalog over typiske energirenoveringstiltag samt konkrete eksempler på anvendelse af samlede tiltag til energirenovering af typiske bygninger.

2010, **Energirenovering af 70'er parcelhus**, Søren Østergaard Jensen, Peter Weitzmann

http://www.dtu.dk/upload/centre/lave/eudp%20eksempelsamling/rapporter%20final/70er%20hus_final.pdf

Lokaliseret 20.07.2012.

Projektet har haft som formål at udvikle en metode til og eksempler på projektering af energimæssigt vidtgående energirenoveringer (lavenergiklasse 1) for at stimulere til energibesparelser og øget anvendelse af vedvarende energi i eksisterende bygninger. Der er konkret udarbejdet et teknologikatalog over typiske energirenoveringstiltag samt konkrete eksempler på anvendelse af samlede tiltag til energirenovering af typiske bygninger.

2010, **Energirenovering af kontorbygning, Eksempel: Det Farmaceutiske Fakultet, Bygning 30**, Kim B. Wittchen, Maja Grud Christensen, Peter Weitzmann

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/energirenovering-af-energibygning/sbi-2010-49-forside.jpg>

Lokaliseret 20.07.2012.

Rapporten omhandler energirenovering af en konkret kontorbygning i København som et eksempel. Her har det vist sig, at de undersøgte tiltag, som har fokuseret på klimaskærmen samt ventilation og forsyning af vedvarende energi, deler sig i to kategorier. Tiltagene, som fokuserer på ventilation og udnyttelse af solenergi i form af både solvarme og solceller, medfører god økonomi. Derimod er efterisolering af klimaskærmen ikke økonomisk attraktiv. Øvrige tiltag såsom udskiftning af belysningsanlæg er ikke undersøgt.

2010, **Energirenovering af murermesterhus**,

Henrik Tommerup, DTU Byg-Rapport R-225 (DK).

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r225.pdf>

Lokaliseret 20.07.2012

Projektet har haft som formål at udvikle metoder og eksempler vedrørende projektering af energimæssigt vidtgående energirenoveringer (lavenergiklasse 1) for derved at stimulere til energibesparelser og øget anvendelse af vedvarende energi i eksisterende bygninger. Den aktuelle rapport omhandler potentielle muligheder og forslag til energirenovering af et typisk ældre murermesterhus i Lyngby.

2010, **Energirenovering af typeskolebygning fra 1970'erne**,

Henrik Tommerup, DTU Byg-Rapport R-224 (DK).

http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:82937/datastreams/file_5153481/content. Lokaliseret 20.07.2012

Projektet har haft som formål at udvikle metoder og eksempler vedrørende projektering af energimæssigt vidtgående energirenoveringer (lavenergiklasse 1) for derved at stimulere til energibesparelser og øget anvendelse af vedvarende energi i eksisterende bygninger.

2009, **Energirigtig ventilation. Undertitel: Fase 1: Indsamling og systematisering af eksisterende viden fra forsøgs- og demonstrationsprojekter**, Jakob Klint, Peder Vejsig Pedersen, Vickie Aagesen, Niels C. Bergsøe, Socialministeriet.

http://www.mbbi.dk/sites/mbbi.omega.oitudv.dk/files/dokumenter/publikationer/energirigtig_ventilation1.pdf

Lokaliseret 22.08.2012

Denne rapport er en indsamling og systematisering af erfaringer fra udvalgte danske og udenlandske energirenoveringsprojekter, hvor ventilation og energiforbrug i særlig grad har været i centrum. I rapporten er der fokus på renovering af den ældre, murede bygningsmasse. Den type bygninger har behov for god ventilation, ligesom de der bor i bygningerne har behov for et godt indeklima og god komfort. Da renovering af sådanne bygninger ofte fører til, at bygningerne bliver mere tætte, fx som følge af nye vinduer, er der et behov for at supplere den naturlige ventilation med mekaniske ventilationsløsninger. I udvælgelsen af eksemplerne med ventilationsforsøg fra byfornyelsen er det især energibesparelser, installationsforhold og brugertilfredshed, der har været i fokus.

2009, **Energirenovering i fredede bygninger**. Strunge Jensen A/S, Realia

http://www.kulturarv.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/publikationer/emneopdelt/bygninger/energirenovering/energirenovering_rapport.pdf

Lokaliseret 19.06.2012

Afdækning af muligheder for implementering af energibesparende tiltag i fredede bygninger med afsæt i det fredede bygningskompleks Fæstningens Materialgård.

Målet med rapporten er at inspirere andre bygningsejere, som står overfor en kommende restaurering af en fredet bygning, der har samme anvendelse, og som ønsker fokus på CO₂-besparelser og arbejdsmiljømæssige indeklimaforhold set i en helhed. Dette har relevans for godt 1.000 andre fredede bygninger i Danmark, der anvendes til kontorformål. Det har fx været muligt at anviser en forventet samlet relativ CO₂-besparelse på 18 % i forhold til eksisterende forhold med nødvendig respekt for bygningernes bærende fredningsværdier. Den faktisk forventede CO₂-besparelse kan opgøres til 7,8 %.

2009, **Guldberg School - Copenhagen, Denmark**, Velux Group.

http://www.velux.com/SiteCollectionDocuments/ PDF-Documents/case%20gallery%20pdfs/V11335_REL_Guldbergskole_web.pdf

Lokaliseret 15.08.2012

Skole fra det 18 århundrede.

2009, **Gullandsgården- Amager, Copenhagen, Denmark**, Velux Group.

http://www.velux.dk/SiteCollectionDocuments/ PDF-Documents/case%20gallery%20pdfs/11335_M_COM_Case_Gullandsgården_web_snglP.pdf

Lokaliseret 15.08.2012

Tagboliger.

2009, **OSRAM Culture Centre**, Velux Group.

http://www.velux.com/SiteCollectionDocuments/ PDF-Documents/case%20gallery%20pdfs/V12180-020_REL_OSRAM_web.pdf

Lokaliseret 15.08.2012

Osram Kulturcenter (skole)

In connection with the Climate Change Conference, the City of Copenhagen initiated strategic cooperation with a number of Danish enterprises for the purpose of mutual profiling on climate-friendly buildings. The target to minimize the resources required (and, consequently, the CO₂ emission) both during construction and upkeep. The renovation of the culture centre "OSRAM" is a part of this cooperation and is a spearhead for possibilities and methods of renovating old industrial and commercial buildings worth preserving.

2009-2012, **Renovering i Albertslund Kommune**

<http://ing.dk/artikel/106965-energibesparelser-danmarks-foerste-0-energi-renovering-viser-vejen-frem>

Lokaliseret 15.08.2012

Danmarks første 0-energi renoveringsprojekt blev ved udgangen af år 2009 realiseret i en forsøgsbolig i den almene bebyggelse Hyldespjældet i Albertslund. Projektet påviser nogle meget interessante muligheder for den Danske byggeindustri med hensyn til at gøre "næsten 0-energi" energirenoveringer til et stort markedsområde.

<http://www.albertslund.dk/Borger/ByTrafikOgMiljoe/MiljoeOgKlima/Klimaindsats/Albertslundkonceptet.aspx>

Lokaliseret 15.08.2012

I samarbejde med vidensinstitutioner og private virksomheder har Albertslund Kommune udviklet Albertslundkonceptet. Det er et energirenoveringsprojekt, som kombinerer energi- og omkostningseffektiv teknologi, forbedret indeklima og rationelle byggemetoder. Albertslund Kommune er blevet kåret som Nordisk Energikommune 2011 for projektet.

http://www.albertslund.dk/Borger/ByTrafikOgMiljoe/MiljoeOgKlima/Klimaindsats/~media/Filer_Albertslund_dk/MiljoeOgForsyning/Klima/Hyldespjaeldet%20%20%20Brochure.ashx

http://www.albertslund.dk/Borger/ByTrafikOgMiljoe/MiljoeOgKlima/Klimaindsats/~media/Filer_Albertslund_dk/MiljoeOgForsyning/Klima/Fiskens%20Kvarter%20%20%20Brochure.ashx

Lokaliseret 22.08.2012

Albertslundkonceptet gennemfører i perioden 2008 - 2012 pilotprojekter på i alt ni boliger beliggende forskellige steder i Albertslund. Syv af dem er almenyttige lejeboliger i et boligselskab, og to af dem er private boliger. Erfaringerne fra de ni prøveboliger skal bruges til den videre renovering af byens boliger. Delprojekt Hyldespjældet, der omfatter en CO2 neutral bolig, og delprojekt Fiskens Kvarter, der omfatter seks rækkehuse i forskellige energiklasser, er afsluttede. Det tredje delprojekt, der omfatter de private boliger gennemføres sidst i projektperioden.

2003-2007

2007, **Håndbog i energirigtig renovering**

IEE rapport, EI-Education

http://aarch.dk/fileadmin/filer/efteruddannelsen/Efteruddannelsens_kurser/Haandbogen_endelig_version_Energirigtig_Renovering.pdf

Lokaliseret 23.08.2012

2004-2006, **Renovering af 30'er hus, Energy Project Villa, ROCKWOOL A/S.**

http://www.rockwool.dk/files/media/DK/inspiration/renovering_af_30er_hus/rapporter/EP_VILLA_DTU_rapport.pdf

http://www.rockwool.dk/files/media/DK/inspiration/renovering_af_30er_hus/rapporter/main_report_villa.pdf

http://www.rockwool.dk/files/media/DK/inspiration/renovering_af_30er_hus/rapporter/EP_Villa_Follow_up_report.pdf

Lokaliseret 23.08.2012

I vinteren 2004-2005 deltog Rockwool i et projekt, hvor målet var at vise den reelle besparelse ved at foretage en energirigtig renovering af en konkret villa. Projektets resultat viste en klar forventet besparelse for husejeren, med en reduktion af energiforbruget på 47 %.

Ud over en dokumentation af det målte energiforbrug og besparelser, har projektet lavet teoretiske, skønnede beregninger ved hjælp af bygningssimulering. Derved har det været muligt at sammenligne de forventede og de faktiske resultater, og der har vist sig at være større besparelser med de registrerede data end med de simulerede.

2004, **Hedebygadekarréen - Tolv byøkologiske demonstrationsprojekter i Hedebygadekarréen, Ydre Vesterbro, København**, Evaluering udarbejdet for Erhvervs- og Byggestyrelsen af sbs i samarbejde med Ole Michael Jensen, Statens Byggeforskningsinstitut, ISBN 87-913-4020-9.

http://www.sbi.dk/download/pdf/hedebygadekarreen_evaluering.pdf

Lokaliseret 15.08.2012

Renoveringerne er gennemført i årene 1998-2002. I nogle af delprojekterne er der benyttet en bred palet af miljørigtige løsninger, medens der i andre er tale om en prioritering af enkelte teknologier. Evalueringen, der er samlet i denne rapport, skal gøre det lettere for bygherrer, rådgivere og udførende at vurdere mulighederne for at indarbejde miljørigtige løsninger i den videre byfornyelse. Ud over en evaluering af de enkelte projekter, refererer evalueringen til de opnåede ressourceforbrug, ligesom der refereres til en beboerundersøgelse og en erhvervsundersøgelse.

Synlighed i form af solceller, solfangere, planteespalier, regnvandskanaler har været vigtig for eksponeringen af byøkologien i Hedebygadekarréen. Dette har betydet, at karréen fra et tidligt tidspunkt har fungeret som den i Norden måske vigtigste inspirationskilde for økologi i byggeriet. Af samme grund har Hedebygadekarréen fra første færd og frem til færdiggørelsen været vært for mange delegationer bestående af politikere, byplanlæggere, ingeniører og arkitekter med interesse for emnet.

2004, **Hedebygadekarréen - Et byøkologisk forsøgs- og demonstrationsprojekt**, Jensen, Ole Michael, København: Erhvervs- og Byggestyrelsen.
http://www.sbi.dk/download/pdf/hedebygadekarreen_baggrundsrap.pdf
Lokaliseret 15.08.2012

2003, **Facaderenovering med glas: Et forsøgsbyggeri i ældre etageboligbyggeri**. Svensson, O. & Wittchen, K.B., (Projekt Renovering. Projekt nr. 189). Økonomi- og Erhvervsministeriet, Erhvervs- og Boligstyrelsen, København.
http://www.dtu.dk/upload/centre/lave/rapporter/rep_facaderenovering_med_glas_et_forsoegsbyggeri_ebst_2003.pdf
Lokaliseret 15.08.2012
Eksempel på renovering af ældre etageejendom.

1998-2002

2000, **Renovering af enfamiliehuset. Holdninger til arkitektur og økologi**, SBI-Meddelelse 134, Statens Byggeforskningsinstitut.
<http://www.sbi.dk/arkitektur/beredygtighed/renovering-af-enfamiliehuset/renovering-af-enfamiliehuset/2006-01-12.4062065871/downpub>
Lokaliseret 28.06.2012

Publikationen beskriver et pilotprojekt, der undersøger hvilke arkitektoniske og økologiske overvejelser ejere af enfamiliehuse gør sig, når de renoverer deres huse. Undersøgelsen tager udgangspunkt i to kvarterer dels fra begyndelsen af 1950'erne, dels fra slutningen af 1960'erne. Gennem spørgeskemaer og interview er desuden kortlagt, hvilke årsager husejerne har til at bo i eget hus, samt hvilke kvaliteter og ulemper de forbinder med denne boform. Med disse oplysninger fremkommer et grundlag for at pege på virkemidler, der kan fremme arkitektoniske og økologiske hensyn i renoveringen af enfamiliehuset.

1999, **Facaderenovering med glas i ældre etage-boligbyggeri - et forsøgsprojekt under Projekt Renovering**, Svensson, O. & Wittchen, K. B. By- og Boligministeriet, Projekt Renovering, Projekt 189. København.
<http://www.sbi.dk/byggeteknik/bygningsdele/vinduer-dore-og-glas/boligbyggeri-med-glasfacader/2006-01-12.6330191785>
Lokaliseret 23.08.2012

1998, **Nye glastilbygninger i ældre etageboligbyggeri**, O. Svensson og Wittchen K.B., Statens Byggeforskningsinstitut, rapport 286.
[http://vbn.aau.dk/da/publications/nye-glastilbygninger-i-aeldre-etageboligbyggeri\(0a7c2fc0-165e-11dc-a5a4-000ea68e967b\).html](http://vbn.aau.dk/da/publications/nye-glastilbygninger-i-aeldre-etageboligbyggeri(0a7c2fc0-165e-11dc-a5a4-000ea68e967b).html)
Lokaliseret 23.08.2012
Evalueret af 5 eksempler på energimæssig renovering af ældre etageboliger.

Igangværende eller planlagte energirenoveringsprojekter

54 energirenoveringer i staten - Evaluering af energibevillingen på FL10 på kontorområdet, Bygningsstyrelsen.

<http://bygningstyrelsen.dk/nyheder/54-energirenoveringer-i-staten>

Lokaliseret 29.06.2012

De karakteristiske højhuse på Bellahøj

http://www.fbbb.dk/Default.asp?ID=1&M=DCUE_News&DCUE_NewsID=1420

Lokaliseret 19.07.2012

Energirenovering af 27 daginstitutioner til superlavenerginiveau i Høje-Taastrup

<http://www.htk.dk/lavenergi>

http://www2.htk.dk/Byraadscenter/Kommunikation/Superlavenergi_daginst/Superlavenergi_brochure.pdf

http://www2.htk.dk/Byraadscenter/Kommunikation/Superlavenergi_daginst/Faktaark_om_energirenovering_af_daginstitutioner.PDF

Lokaliseret 20.06.2012

Energirenovering hos Domea Heimdalsvej Frederikssund reducerede fra 120 kW/m² til 28 kW/m²

<http://www.almennet.dk/netvaerk/almennettet/moedemateriale-2012/netvaerksmoede-8-maj-2012-energirenovering,-concito-og-industrialisering>

Lokaliseret 21.06.2012

Energirenovering på Hyldgårdsskolen i Ikast

<http://www.ikast->

[bran-](http://www.ikast-)

[de.dk/site.aspx?MenuID=&Langref=1&Area=&topID=&ArticleID=15802&expandID=3033&moduleID=&ParentID=8231](http://www.ikast-bran-de.dk/site.aspx?MenuID=&Langref=1&Area=&topID=&ArticleID=15802&expandID=3033&moduleID=&ParentID=8231)

Lokaliseret 20.06.2012

Energirenovering af Langkærparken

<http://www.al2bolig.dk/Default.aspx?ID=6784>

Lokaliseret 27.06.2012

EU-projekt AFTER – energioptimering i eksisterende boligbyggeri

<http://afterproject.eu/da/>

http://aarch.dk/skolen/aktuelt/nyheder/nyhed/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=319&tx_ttnews%5BbackPid%5D=1&cHash=b0965b546c

Lokaliseret 21.06.2012

2012, **Fæstningen Materialgård**, Realdania Byg A/S, ISBN 978-87-92230-38-6.

http://www.realdaniabyg.dk/upload/faestningens_materialgaard_001.pdf

Lokaliseret 21.07.2012

Et af målene var at undersøge hvor meget man kunne reducere CO₂-udledningen i en fredet bygning. Energoovervejelser indgår og der skal måles over de næste år.

Gyldenrisparken

<http://www.witraz.dk/projekter/renovering/gyldenrisparken.htm>

<http://org101.lejerbo.dk/Nyheder/Nyhedsarkiv/Flot%20renovering%20af%20Gyldenrisparken>

Lokaliseret 22.08.2012

Med en omfattende renovering af den almene bebyggelse Gyldenrisparken styrker vi eksisterende kvaliteter og fremtidssikrer bebyggelsen med nye funktioner og arkitektoniske elementer. Fiberbeton med struktur, facadeforskydninger, solskærme ved altaner, træbeklædte trappetårne og overdækkede indgangspartier varierer bebyggelsens ensformige præg uden at gøre op med elementbyggeriets oprindelige udtryk. Ekstra isolering sparer på varmeregningen, mens etableringen af store gennemlyste altaner forøger bokvaliteten væsentligt.

Procesværktøjer til 360° indeklimalrigtig energirenovering

www.fornyelsesfonden.dk/file/150499/procesvaerktoej.pdf

Lokaliseret 28.01.2013

Formålet med projektet er at udvikle værktøjskasser, der kan anvendes ved energirenoveringer i etageboliger bygget før 1960. Værktøjskasserne skal indeholde metodebeskrivelser, checklister og anbefalinger, som er lette at anvende for alle involverede parter.

Vejleåparken

<http://domus.dk/node/24>

Lokaliseret 22.08.2012

Da Vejleåparken blev opført i 1970-74, var bebyggelsen en af Danmarks største med over 1700 boliger. DOMUS har i perioden 2001-2010 foretaget en gennemgribende renovering og opgradering, som har gjort bebyggelsen tidssvarende og tilført en række nye kvaliteter og funktioner. Meget mærkbart har energioptimeringen i Vejleåparken medført en dokumenteret varmebesparelse på 40 % i forhold til før omdannelsen.

Igangværende EUDP-projekt (2009-2013)

Nøgle-energiteknologier til energirenovering af ejerboliger

Ballerup Kommune

Projektet vil videreudvikle fire nøgleteknologier: ventilation med varmegenvinding, solvarme, lavenergivinduer og udvendig facadeisolering – til at indgå i optimerede standardkoncepter. Teknologierne bliver demonstreret i seks ejerboliger i Ballerup Kommune. Projektet er et led i indsatsen mod at nedbryde barriererne for energirenovering.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1259>

Lokaliseret: 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2010-2012)

Klimaskærmsrenovering af eksisterende bygninger

DTU Risø - Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi

Projektet vil udvikle systemløsninger til at efterisolere klimaskærmen på eksisterende bygninger. Dette renoveringsarbejde kan hjælpe husejere med design og beslutningsproces, som også inkluderer konkrete forslag til totalrenovering og pristilbud. Løsningerne og metoderne bliver demonstreret på tre typiske parcelhuse, som repræsenterer 500.000 huse opført i perioden 1960-1980. Demonstrationsfasen skal give svar på, om klimaskærmsrenovering baseret på de udviklede løsninger og metoder, praktisk kan lade sig gøre med en stor æstetisk kvalitet, et rimeligt budget og en stor energibesparelse.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1240>

Lokaliseret: 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2009-2012)

Renovering af ældre etageboliger til lavenergiklasse 1

COWI A/S og gruppen af projektdeltagere vil udvikle og demonstrere energirenoverende løsninger til etageboliger. Projektet er at skære i energiforbruget for etageboliger opført før 1960, så de bliver klassificeret som lavenergiklasse 1 bygninger. Etageejendomme fra hhv. 1896 og 1930 er ind-

draget i demonstrationsfasen. Projektdeltagerne vil vha. deres konkrete løsninger analysere de målte energibesparelser på ejendommene. Sidste skridt er at udfærdige løsningsforslag for bygninger opført før 1960.
Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1227>
Lokaliseret: 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2008-2012)

Albertslund-konceptet - integreret energirenovering af boliger

Teknologisk Institut

Projektet vil udvikle og demonstrere et omkostningseffektivt koncept for energirenovering af boligbyggeri. Målet er at sænke de renoverede boligers energiforbrug til lavenergiklasse 1 eller bedre. Konceptet bliver testet og demonstreret på 9 prøvehuse i Albertslund.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1387>

Lokaliseret: 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2008-2012)

Danmarks første passivhus-renovering af boligblokke

COWI A/S og gruppen af projektdeltagere vil i projektet forlænge et etagebyggeris levetid. Dette skal bidrage til at forbedre etagebyggeriet til lavenergiklasse eller ombyg byggeriet til passivhus standard.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1305>

Lokaliseret: 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2008-2012)

Sportshal med naturlig ventilation, der genindvinder varmen

Esbensen Rådgivende Ingeniører demonstrerer konceptet "Naturlig ventilation med varmegenindvinding og køling" i Fryndesholmhallen på Als.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1285>

Lokaliseret: 24.07.2012

Energirenovering af lejeboliger, Bo-energi.net

<http://www.bo-energi.net/>

Lokaliseret 16.08.2012

Gate 21, Plan C (projekter om energirenovering)

www.plan-c.dk/Forsogsprojekter/

Lokaliseret 17.08.2012

"Plan C vil fremme en ny renoveringspraksis, der kan skabe værdi for såvel miljøet og brugerne som for samfundsøkonomien. Projektet fokuserer på hele værdikæden, lige fra planlægning og finansiering over kompetencesammensætning og fysiske løsninger til drift og adfærd."

Der præsenteres en række forsøgsprojekter om fx lavtryksventilation, dagsstyret LED-belysning og bordlamper, præfabrikeret integreret ventilation, renovering af Klimaskærm, Solcelleintegreret solafskærmning, visualisering af energiforbrug, specificeret energimåling.

Internationalt

2012, **Retrofitting of existing building stock – an architectural challenge on all scales**, Walter Unterrainer, Nordic Passive House conference, Trondheim.

Udgives efterår 2012, har pdf-fil.

This paper is a case study in retrofitting social housing of the 1950's and 1960's - a model project in Amberg / Germany. It shows applied 'acupuncture' and innovative strategies on very different scales as well as on different layers, to meet the goal of a sustainable retrofitting project in a holistic sense, including cultural, social, environmental and economic sus-

tainability. The project is an example of integral design from competition level and it was given advice, support and will be evaluated by Technische Universität Muenchen and Coburg University / Department of Sociology. The paper explains the proposal which was based on data provided by sociological and technical research before the competition. The simulation data will be examined over a period of 3 years.

2011 (igangværende), LichtActiv Haus

http://www.velux.de/velux/presse/pressemitteilungen/2011_06_21_objektbericht_lichtaktivhaus.aspx

Lokaliseret 15.08.2012

Renoveringsprojekt i Hamburg

For the LichtAktiv Haus project, we applied energy-efficient architecture to a traditional home in the Wilhelmsburg district of Hamburg to create a comfortable, modern living space. The house uses solar energy, numerous windows on the façades and roof, and a natural ventilation system, to turn a classic 1950s semi-detached house into a carbon-neutral home of the future. When complete, every room will be bathed in daylight and powered by clean, renewable energy.

2009, **Bærekraftig oppgradering av boligblokker - med fokus på miljøvennlig energibruk og universell utforming**, SINTEF Byggforsk & NTNU Samfunnsforskning. Norge

NTNU Samfunnsforskning. Norge

<http://www.sintef.no/upload/rebo/31.03.09%20Bakgrunnsrapport.pdf>.

Lokaliseret 15.08.2012

SINTEF Byggforsk har fått tilskuddsmidler fra Husbanken til å gjennomføre et 4-årig forskningsprogram knyttet til en bærekraftig oppgradering av etterkrigstidens flerboligbygg med fokus på miljøvennlig energibruk og universell utforming. Ved slutten av 2008 fantes det nesten 2, 3 mill. boliger i Norge. Av disse var rundt 500 000 boliger i boligblokker. Denne arbeidsrapporten skal legges til grunn for diskusjoner i det første arbeidsverkstedet ved å gi en foreløpig oversikt over kunnskapsgrunnlaget for forskningsprogrammet og skissere hvilke utfordringer som er knyttet til en bærekraftig oppgradering av mellom- og etterkrigstidens boligblokker. Arbeidet med kunnskapsgrunnlag og problemstillinger knyttet til forvaltnings- og beslutningsprosesser, miljøvennlig energibruk og universell utforming bliver videreført i tematiske arbeidspakker.

2008, **8 Reports on the Realisation and Validation Analysis of the Demonstration Buildings in BRITA in PuBs**

Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings - BRITA in PuBs. BRITA in PuBs was within the EU ECO-BUILDINGS programme.

http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/BRITA_in_PuBs_D19_Final_demonstration_building_report_v1_19_08_08.pdf

Lokaliseret 22.08.2012

The demonstration buildings are located in four climatic and economic areas (North, Central, East and South) into which the project was divided:

Filderhof - Nursery home (Stuttgart – DE)

City College Plymouth (Plymouth – UK)

Borgen Community Centre (Asker – NO)

Hol Church (Hol – NO)

Prøvehallen -Public Cultural Centre (Copenhagen – DK)

Brewery -University Cultural Centre (Brno – CZ)

VG TU -University (Vilnius – LT)

Evonymos - Library (Athens – GR)

Goals of the project were the reduction of a factor 2 of primary energy consumption and of the percentage of dissatisfied persons. The goal of reduction of Primary energy consumption was reached by the majority of the

demonstration building. The weighted average of PE reduction Factor, calculated on the basis of the heated area of different building is higher than 2. The goal of improvement of thermal comfort was substantially reached, but it was not possible to provide a common representation of the results of this parameter. For this important item, please refer to detailed reports. Demonstration partners developed, in cooperation with University of Palermo, Life Cycle Assessment of their interventions. The main result of this analysis was that all the interventions present a good energy and emission payback.

Andre udenlandske eksempler:

Tyskland

<http://www.eneff-schule.de/>

http://archiv.ensan.de/rah_index11.html

http://archiv.ensan.de/publikationen/pdf/doku_Bericht_EnSan_sb.pdf

Lokaliseret 22.08.2012

Ensan ist das Demonstrationsprogramm zur energetischen Sanierung von Gebäuden **des Förderprogramms - Energieoptimiertes Bauen (EnOB)** - des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). EnSan ist mit dem damals ehrgeizigen Ziel angetreten, den Endenergieverbrauch für Beheizung und Trinkwarmwassererwärmung um mindestens 50 % gegenüber dem Zustand vor der Sanierung zu senken. Dabei sollte der Stromverbrauch für die Hilfsenergie, die für die Beheizung, Lüftung und Trinkwarmwassererwärmung notwendig ist, primärenergetisch bewertet werden. Es sollten möglichst alle Gebäudetypen, die Raumwärme benötigen, ins Vorhaben aufgenommen werden. Dies führte zu den folgenden 7 Gebäudegruppen:

- Kleine Wohngebäude
- Innerstädtische Wohn- und gemischt genutzte Gebäude
- Große Gebäudekomplexe
- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Bildungsstätten
- Beherbergungsgebäude, Wohnheime und Pflegestätten
- Sonstige Gebäude

Schweiz

<http://www.viriden-partner.ch/en/>

bl.a. nogle byhuse fra omkring 1900 renoveret til Minergie / nær passivhus standard.

Siden http://archiv.ensan.de/tk3/bilder_inhalte/presentation_engl.pdf indeholder en masse eksempler med forbrug før og efter

Østrig

www.hausderzukunft.at

Lokaliseret 22.08.2012

"Building of Tomorrow" is one of the Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology's research and technology programs. Starting from the low-energy solar building approach and the concept of the passive building, and incorporating ways of using environmentally friendly and renewable materials in construction, new designs with great promise for the future have been developed and implemented. Research and development work has provided a firm basis for innovative, sustainable concepts both for new buildings and for renovating existing ones. In Phase 2 of the program – **Building of Tomorrow Plus** – the following aims are currently prioritized:

- Creating the technological basis for the building of tomorrow, especially the plus-energy house.
- The program is also focused on office and factory buildings and on modernizing existing buildings.

- Adapting innovative technologies and products for large-scale industrial manufacture.
- Initiating demonstration projects (buildings, settlements, networks ...) to put new technologies and approaches on the map.
- Supporting the interlinking of the key Austrian providers of know-how internationally, boosting the transfer of know-how across borders, accumulating human resources and integrating existing knowledge into suitable training schemes

Ongoing projects

Restoration with passive house technology from master builders - save planning documents - handbook and seminars

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6867>

Lokaliseret 22.08.2012

Building refurbishment and passive house technologies present challenges to all stakeholders involved in planning and construction. In this project secured planning documents for refurbishment with passive house constructions will be developed to match the demand of planning and constructing persons. In the "Refurbishment Handbook for Builders" practical construction details are developed. 28 details for three different building types will be available in this handbook. Historical Buildings with/without facades worthy of preservation and houses built before 2000. Optimized planning and construction references aim at easy to use and passive house suitable constructions as well as reduction of building errors and structural damages and therefore fewer warranty risks.

The refurbishment handbook shall be used as profound basis for planners and builders. The optimized planning records shall become recommended standards. Through the cooperation between Austria and Hungary 2007-2013 in the course of the ETZ programs the handbook will be translated into Hungarian and provided for professionals and experts in Hungary. The results will be published in a handbook as well as online. Contents will be facilitated in seminars as well as WIFI courses in all over Austria.

Renew Building - Competence Building and Knowledge Transfer for Climate-friendly renovation with ecological and renewable materials

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6857?active>

The project Renew Building collects and creates knowledge about eco-friendly renovation, edits this knowledge for didactic purposes and provides it to the target groups (planners, architects, students of architecture, etc.) through theory and practice classes, lectures, an e-learning platform, and in an online knowledge database. The project Renew Building collects and creates knowledge about eco-friendly renovation, edits this knowledge for didactic purposes and provides it to the target groups (students of architecture, planners, architects, etc.). These objectives are achieved in three phases:

- 1. phase: selection and documentation of case studies and best practice buildings
- 2. phase: editing of materials for dissemination
- 3. phase: dissemination through lectures

www.igpassivhaus.at

Skole i Schwanenstadt

www.pau.at og www.fronius.com/zukunft

Renovering/opgradering af fabriksanlæg til moderne virksomhed i Wels, firma Fronius.

2010-2015, **School of the Future**, EU-projekt

<http://www.school-of-the-future.eu/>

Lokaliseret 22.08.2012

Der er planlagt renovering af 4 skoler

C. Nye bygnings- og installationsteknologier

2012, **Automatisk fremløbstemperaturstyring til udetemperaturen**, Mortensen, Lone H. og Aggerholm, Søren, SBI 2012:11, ISBN 978-87-92739-11-7

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energiforbrug/automatisk-fremløbstemperaturstyring-til-varmeinstallationer>

Lokaliseret 03.09.2012

2012, **Elproducerende solafskærmninger**, Kjeld Johnsen m.fl., SBI 2012:02, ISBN 978-87-92739-01-8

<http://www.sbi.dk/indeklima/lys/elproducerende-solafskærmning/elproducerende-solafskærmninger> (til download fra siden)

Lokaliseret 09.08.2012

2012, **Udeluftindtag gennem kanaler i jord**, Bergsøe, Niels Christian, SBI 2012:06, ISBN 978-87-92739-04-9

<http://www.sbi.dk/indeklima/ventilation/udeluftindtag-gennem-kanaler-i-jord/udeluftindtag-gennem-kanaler-i-jord> (til download fra siden)

Lokaliseret 22.08.2012

2011, **Analyse 6. Komponentkrav, konkurrence og eksport, En kortlægning af innovation i byggekomponenter**. Svend Svendsen m.fl., DTU Byg

http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBespareser/IndsatsIBygninger/lavenergiklasser/Documents/kortlaegning_af_innovation_i_bygnings_dtu.pdf

Lokaliseret 28.06.2012

Denne analyse beskriver forventninger til udvikling af energimæssigt bedre komponenter til realisering af lavenergibygninger i bygningsklasse 2020. Rapporten er en af baggrundsrapporterne, der er udarbejdet i forbindelse med fastsættelse af krav til nybyggeriet i 2020.

2011, **Anvendelse af faseskiftende materialer i fremtidens bygninger : Forbedring af energieffektivitet og indeklima**, Jørgen Rose m.fl., SBI 2011:11, ISBN 978-87-563-1528-9

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/anvendelse-af-faseskiftende-materialer-i-fremtidens-bygninger/anvendelse-af-faseskiftende-materialer-i-fremtidens-bygninger> (til download fra siden)

Lokaliseret 09.08.2012

Rapporten beskriver mulighederne for Beregninger og målinger har vist, at der kan opnås pæne energibesparelser til køling og opvarmning af bygninger ved at bruge byggematerialer, der indeholder faseskiftende materialer. Men prisen på materialerne er stadig høj, hvilket i langt de fleste tilfælde medfører lange tilbagebetalingstider.

I visse tilfælde kan brugen af faseskiftende materialer dog medføre en så stor reduktion i kølebehovet, at man helt kan undvære køleanlæg i bygningen. Derved reduceres anlægsomkostningen betragteligt, og så begynder det at hænge sammen økonomisk.

2011, **Dansk plan for markedsmodning af mikrokraftvarme**, Partnerskabet for brint og brændselsceller i Danmark

<http://www.hydrogennet.dk/133/> (til download fra siden)

Lokaliseret 21.08.2011

2011, **Varmepumper og elforbrug: Betydningen af ændrede komfortpraksisser**. Christensen, Toke Haunstrup m.fl.; 1 udg. Hørsholm : SBI forlag, 2011. 162 s. (SBI; 24).

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/livsstil-og-adferd/sommerhusejere-sparer-ikke-energi-med-varmepumper/varmepumper-og-elforbrug> (til download fra siden)
Lokaliseret 09.08.2012

2010, **Strategi for udvikling af integrerede lavenergiløsninger til eksisterende bygninger**, Henrik Tommerup m.fl., DTU Byg-Sagsrapport SR-10-02 (DK)
http://www.dtu.dk/upload/centre/lave/strategirapporter/lavebyg_strategirenov_12-07-10.pdf

2009, **Behovstyret ventilation til enfamiliehuse**. Toke Rammer Nielsen m.fl. DTU Byg, R-212.
<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r212.pdf>
Lokaliseret 28.06.2012

2009, **Kontorbelysning baseret på energieffektive arbejdslamper**, Kjeld Johnsen m.fl., SBI 2009:09, ISBN 978-87-563-1370-4
<http://www.sbi.dk/indeklima/lys/kontorbelysning-baseret-pa-energieffektive-arbejdslamper/kontorbelysning-baseret-pa-energieffektive-arbejdslamper> (til download fra siden)
Lokaliseret 09.08.2012

2009, **Udvikling af nye typer energivinduer af kompositmaterialer, Designforslag til profilsystemer**, Jesper Kragh & Svend Svendsen, DTU Byg, R-203.
<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r203.pdf>
Lokaliseret 28.06.2012

2009, **Udvikling af nye typer solafskærmningssystemer baseret på dagslydirigerende solafskærmende glaslameller**. Anne Iversen m.fl., DTU Byg, R-211.
<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r211.pdf>
Lokaliseret 28.06.2012

2008, **Elbesparelse gennem individuel dynamisk lysstyring**, Ásta Logadóttir, Jens Christoffersen, Steen Traberg-Borup, SBI 2008:18, ISBN 978-87-563-1353-7
<http://www.sbi.dk/indeklima/lys/elbesparelse-gennem-individuel-dynamisk-lysstyring/elbesparelse-gennem-individuel-dynamisk-lysstyring> (til download fra siden)
Lokaliseret 09.08.2012

2008, **Fugtstyret boligventilation - Målinger og evaluering**. Bergsøe, N. C. og Afshari A. SBI 2008:08, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
<http://www.sbi.dk/indeklima/ventilation/fugtstyret-boligventilation/sbi-2008-08.pdf>
Lokaliseret 09.08.2012

2005, **Vacuum Insulation in the Building Sector – Systems and Applications**, IEA/ECBCS Annex 39, Subtask B report.
http://www.ecbcs.org/docs/Annex_39_Report_Subtask-B.pdf

Udvalgte igangværende projekter

Igangværende EUDP-projekt (2011-2013):

Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring

Teknologisk Institut

Projektet vil udvikle og demonstrere et behovsstyret ventilationssystem og udsugningseffektive emhætter. Etagebyggeriers ventilation er i dag forbundet med omfattende energispild. Projektet vil vende op og ned på det og skabe et indeklima af høj kvalitet og reducere energiforbruget i nye som gamle etageboligbyggerier.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1128>

Lokaliseret 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2011-2013):

Varmepumper til brugsvand i forbindelse med lavtemperaturfjernvarme

Grontmij

Projektet vil udvikle og demonstrere en særlig varmepumpeløsning, der har flere energimæssige fordele, til brugsvand i forbindelse med lavtemperaturfjernvarme. Der vil bl.a. være markant lavere varmetab fra forsyningsnettet, og effektiviteten af produktionsenhederne øges. Endvidere vil det i lavtemperaturnet være lettere at integrere de vedvarende energikilder som f.eks. solvarme og geotermi, og det bliver lettere at udnytte overskydende varme fra industrien.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1127>

Lokaliseret 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2010-2013):

Dynamisk energieffektivt facade system

Art Andersen ApS

Projektet skal udvikle et standardsystem af attraktive, energieffektive facadeafskærmningselementer. Det er målet at opnå en unik kombination af dagslyskontrol, solgennemtrængning, visuel afskærmning, termisk isolering og ventilation.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1213>

Lokaliseret 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2010-2013):

Energieffektiv ventilation til eksisterende etagebyggeri

Teknologisk Institut

Projektet vil udvikle et renoveringskit, der omfatter nye brandsikrede kanalsystemer og aggregater. Det vil nedbringe omkostningerne til implementering af ventilation med varmegenvinding i den eksisterende etageboliger, så energiforbruget reduceres, indeklimaet forbedres og fugtskader/ skimmelsvamp reduceres. Samtidig bliver stramninger i Bygningsreglementet implementeret og overholdt på en rentabel og brandteknisk godkendt måde

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1202>

Lokaliseret 24.07.2012

Igangværende EUDP-projekt (2010-2013):

"Solprisme" Task Force

Cenergia

På baggrund af i EUDP projektet "Albertslund Konceptet", gennemføres et opfølgende EUDP projekt med fokus på en videreudvikling af "Solprisme" prototypen. Cenergia og gruppen af projektdeltagere vil videreudvikle Solprisme-prototypen, efterfulgt af en demonstration i et parcelhus fra 1970'erne. I udviklingsprocessen vil dels klimaskærmen gennemgå en produktmodning til lavenergiklasse 1 standard, dels tilpasse solprismet til at genere energi med og uden varmepumpe.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1226>

Lokaliseret 24.07.2012

EU rammeprojekt, "Forskning til fordel for SMV'er" (2010-2012)

CLIMAWIN

The Climawin project is a European framework project, under the subcategory "Research for the benefit of SMEs". Climawin focuses on developing an intelligent window, which has clear advantages in terms of performance over existing technology. A total of 7 partners from Germany, Portugal, Ireland and Denmark are participating in the project.

The project will run for 24 month, ending in September 2012.

The window will be a seriously contender to traditional windows as it offers solutions to the IAQ dilemma, which especially occurs in building renovation, by achieving simultaneous and significant thermal and indoor air quality gains.

<http://www.climawin.aau.dk/>

Lokaliseret 23.08.2012

Igangværende EUDP-projekt (2009-2012):

Multifunktionelle betonkonstruktioner til nybyggeri og renovering

Teknologisk Institut

Projekt har til mål at udvikle teknologier, som optimerer den termiske lagring i betonkonstruktioner. Betonen bliver afprøvet i fuld skala i EnergyFlexHouse hos Teknologisk Institut. Dertil vil projektet konstruere et beregningsværktøj til at dokumentere energibesparelser i bygninger.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1273>

Lokaliseret 24.07.2012

Afsluttet EUDP-projekt (2010-2011):

Ressourcebesparende ventilationsenhed

InVentilate ApS

InVentilate og Teknologisk Institut har udviklet en utraditionel ventilationsløsning, MicroVent, der sparer energi, plads og penge. Løsningen giver samtidig bedre komfort og nye muligheder for design og konstruktion af bygninger. Systemet består af mikroventilationsenheder, der kan udskifte luften i en bygning gennem ydermuren samtidig med, at varmen i den udskiftede luft genanvendes med op til 90 %.

Projektet har ført til at produktet MicroVent nu forhandles.

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1239>

Lokaliseret 24.07.2012

D. Energiforsyning – på selve bygningen og fra net

2008-2012

2012, **Appendix B: Project description for Strategic Research Centre for 4th Generation District Heating Technologies and Systems (4DH)**

<http://www.4dh.dk/upl/pages/the-project/Projectdescription4DH.pdf>

Lokaliseret 06.08.2012

2012, **Bølgekraftteknologi. Strategi for Forskning, Udvikling og Demonstration 2012**, K. Nielsen m. fl., Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg, Sektionen for Vand og Jord, DCE Technical Report No. 146, ISSN 1901-726X, EUDP-2010-II J. nr. 64010-0472

http://vbn.aau.dk/files/65534315/B_lgekraftteknologi.pdf

Lokaliseret 29.06.2012

2012, **Background report part 1, CEESA 100% Renewable Energy Scenarios towards 2050**, Coherent Energy and Environmental System Analysis (CEESA), to be published in 2012

<http://www.ceesa.plan.aau.dk/Publications/work+package+reports/>

Link lokaliseret 28.08.2012, men publikation er endnu ikke udgivet

2012, **Bygningsintegreret energiproduktion. Kortlægning af det danske marked for bygningsintegrerede VE-løsninger til el- og varmeproduktion**. Søren Dyck-Madsen og Martin Risum Bøndergaard, Det Økologiske Råd.

<http://www.ecocouncil.dk/byggeri?id=1640>

Lokaliseret 28.01.2013

2012, **Fjernvarme og legionella, Undersøgelse og udredninger**, Teknologisk Institut og Dansk Fjernvarme, Rapporten er en del af projekt nr. 2010-04 "Lavtemperaturfjernvarmeanlæg der ikke giver legionellaproblemer".

http://www.danskfjernvarme.dk/Faneblade/ForskningFANE6/~/_media/FogU%20Konto%20Ny/2010%2004%20%20%20Fjernvarmeanl%C3%A6g%20der%20ikke%20giver%20legionellaproblemer.ashx

Rapporten vurderer selv, at den giver den mest omfattende danske oversigt over hidtidige undersøgelser vedr. legionellaproblematikken i installationer til varmt brugsvand. Samtidig må det dog konstateres, at der fortsat er betydelige udfordringer mht. at finde de mest egnede løsninger i relation til et samtidigt ønske om i størst muligt omfang at opnå energibesparelser og udnyttelse af alternative energikilder gennem reduktion af temperaturer i frem- og returløb.

2012, **Fra vindkraft til varmepumper**, EnergiNet.DK

<http://energinet.dk/DA/FORSKNING/Energinet-dks-forskning-og-udvikling/Sider/Fra-vindkraft-til-varmepumper.aspx>

Lokaliseret 24.08.2012

2012, **From electricity smart grids to smart energy systems : A market operation based approach and understanding**. Lund, Henrik m.fl. Publi- ceret i: Energy, Vol. 42, Nr. 1, 2012, s. 96-102.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2012.04.003>

Lokaliseret 25.07.2012

2012, **Legionella, Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder**, Rørcenter-anvisning 017, ISBN 87-991239-8-3

<http://www.bygningsreglementet.dk/file/221279/legionella.pdf>

Lokaliseret 28.08.2012

2012, **Solceller i fremtidens danske energisystem**. Mathiesen, Brian Vad; m.fl., Publiceret i: Vedvarende energi og miljø, 06.2012, s. 10-11.
<http://vbn.aau.dk/da/publications/solceller-i-fremtidens-danske-energisystem%28322f2656-f77e-49a0-a85e-5bf6a0ea99b9%29.html> (til download fra siden)
Lokaliseret 25.07.2012

2012, **Strategisk energiplanlægning i kommunerne - metodebeskrivelse**, NIRAS og Ea Energianalyse for Energistyrelsen,
<http://www.ens.dk/Documents/Netboghandel%20-%20publikationer/2012/Vejl%20i%20kommunal%20SEP%20-%20Metodebeskrivelse%20-%20%20Energistyrelsen%20april%202012.pdf>
Lokaliseret 20.08.2012

Formålet med denne vejledning er at hjælpe interesserede kommuner med at gennemføre det første trin i kommunal strategisk energiplanlægning (kortlægning og fremskrivning). Kortlægningens primære formål er at etablere et overblik over den nuværende energisituation og planlægningsmulighederne og dermed understøtte kommunens udvælgelse af indsatsområder i den videre energiplanlægning.

Metodebeskrivelsen gennemgår valg af metode og overvejelserne bag, samt giver en indføring i nationale forhold, og beskriver dermed hvad kommunen kan gøre, mens en tilsvarende rapport om "Kortlægning og nøgletal" beskriver, hvordan det udføres.

2012, **Technology Data for Energy Plants**, Energistyrelsen - Energiøkonomi og –statistik, ISBNwww: 978-87-7844-931-3
<http://ens.netboghandel.dk/publikationer/publikationsdetaljer.aspx?PId=c52d5296-802d-4740-bd8d-e158e381fcf7>
Lokaliseret 27.07.2012

2011, **A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050**, EU
http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm
Lokaliseret 24.08.2012

2011, **Electricity for Road Transport, Flexible Power Systems and Wind Power**, Nielsen, Lars Henrik m.fl., Danmarks Tekniske Universitet, Risø Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi, Roskilde. Risø-R-1804(EN)
http://orbit.dtu.dk/services/downloadRegister/7598196/ris_r_1804.pdf
Lokaliseret 29.06.2012

2011, **Energistrategi 2050 – fra kul, olie og gas til grøn energi**, Regeringen (VK) februar 2011
<http://ens.netboghandel.dk/publikationer/publikationsdetaljer.aspx?PId=76caf597-6b45-42f3-b099-215e5a56fdc5>
Lokaliseret 21.08.2012

Regeringens mål kan sammenfattes som en drivhusgasneutral energisektor, som anvender 100 pct. Vedvarende energi eller en kombination af vedvarende energi og kul/biomasse med CCS (CO₂-fangst og –lagring). Det er samtidig et mål, som indebærer fortsat udveksling af energivarer med omverdenen, og dermed at Danmark fortsat udnytter alle fordelene ved at tage del i et internationalt energimarked. Det drejer sig f.eks. om deltagelse i og udvikling af det europæiske elmarked. For så vidt angår transportsektoren er målet også en VE-baseret transportsektor, men her er vi afhængige af den internationale teknologiudvikling og er derfor nødt til at tilpasse ambitionsniveauet til de fremtidige teknologiske og økonomiske realiteter.

Omstillingen til uafhængighed af fossile brændsler skal opfylde to overordnede mål om at Danmark skal opretholde en høj forsyningssikkerhed og sikre en stabil energiforsyning som er til at betale, og at Danmark skal bidrage

til at begrænse de globale klimaændringer. Derfor skal Danmark yde sit til at opfylde EU's mål om at reducere drivhusgasudledningerne med 80-95 pct. i 2050 i forhold til 1990. Regeringen arbejder for, at EU påtager sig at reducere sine samlede udledninger af drivhusgas med 30 pct. i 2020 i forhold til 1990-niveauet.

2011, **EUDP 2008 - II, main report: CO2-reductions in low-energy buildings and communities by implementation of low-temperature district heating systems**, Jacob Worm m.fl., DTU Byg R-246

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r246.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012

2011, **EUDP 2008 - II, part 1, Demonstration af lavenergifjernvarme til lavenergibyggeri i energyflexhouse**, Christian Holm Christiansen m.fl., DTU Byg R-249

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r249.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012

2011, **EUDP 2008 - II, part 2: Demonstration af lavenergifjernvarme til lavenergibyggeri i Boligforeningen Ringgårdens afd. 34 i Lystrup**, Christian Holm Christiansen m.fl., DTU Byg R-250

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r250.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012

2011, **EUDP 2008 - II, part 3: Miscellaneous investigations**, Peter Kaarup Olsen og , Marek Brand DTU Byg R-251

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r251.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012

2011, **Hovedrapport for Smart Grid Netværkets arbejde**, Vinther, Dorthe m.fl., Klima-, Energi- og Bygningsministeriet.

<http://orbit.dtu.dk/en/publications/hovedrapport-for-smart-grid-netvaerkets-arbejde%28c8999e0e-b24e-4608-ae96-131da24df397%29.html> (til download fra siden)

Lokaliseret 29.06.2012

2011, **Roadmap for fjernvarmen, fjernvarmens rolle i energisystemet**, Dansk Fjernvarme, EUDP 64010-0430

http://fjvu.dk/sites/default/files/roadmap_for_fjernvarmen_hovedrapport_december_2011_0.pdf

Lokaliseret 23. 08.2012

"Partnerskab for strategi for fjernvarme FUD - forskning, udvikling og demonstration" er et projekt, der blev gennemført fra januar til december 2011. Nedenfor finder du hovedrapporten og resumérapporten. Rapportens hovedbudskab er, at fjernvarme vil få en væsentlig rolle også i fremtidens energisystem, hvor integration og fleksibilitet er nøgleord. Fjernvarmen skal derfor udvikles, og dette kræver en langsigtet strategi og koordinering - samt flere midler. Derfor skal vi i fjernvarmebranchen blive endnu bedre til at søge midler i de eksisterende støtteordninger (dette er en af Fjernvarmens Udviklingscenters opgaver), men der er også behov for øgede midler. Derfor støtter vi regeringens forslag om en energi PSO, hvor alle energiforbrugere bidrager til udviklingen af et mere og mere integreret energisystem.

2011, **Smart Grid i Danmark**, EnergiNet.DK
http://www.danskenergi.dk/~media/Smart_Grid/Smart_Grid_Rapport.pdf.aspx
Lokaliseret 24.08.2012

2011, **Solvarmeanlægs energibesparelser**, Simon Furbo, DTU Byg R-238
<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r238.pdf>
Lokaliseret 27.06.2012

2011, **Systemplan 2011**, EnergiNet.DK
<http://energinet.dk/DA/EI/Udvikling-af-elsystemet/Sider/Systemplanlaegning.aspx>
Lokaliseret 21.08.2012 (til download fra siden)
Af Systemplan 2011 fremgår det, at el bliver den primære energibærer i fremtiden. Det vil stille øgede krav til udvikling af elmarkederne, intelligent styring, udbygning og drift af hele elnettet. Frem mod 2020 skal transmissionsnettet således fortsat ombygges og udvides med nye udlandsforbindelser, stor indfasning af vedvarende energi og kabellægning af mange, nye og lange strækninger.
På gasområdet er det overgangen til en energiforsyning uafhængig af fossile brændsler og samspillet mellem el-, varme- og transportsystemerne, der trænger sig på de kommende 10 år. Det danske gasnet har potentialet til at integrere vedvarende energi-gasser og fungere som energilager for andre energiformer. Gas kan derfor blive en vigtig brik i det fremtidige energisystem, hvor samspillet mellem el, gas, varme og transport er centralt. Også på energiområdet er fremtiden international. Markederne i Europa skal integreres i endnu større omfang end i dag, og der vil komme flere bindende aftaler om fælles europæisk energi- og miljøpolitik.

2010, **Bekendtgørelse om energispareydelser i net- og distributionsvirksomheder**, BEK nr 677 af 21/06/2010, Klima- og Energiministeriet
<https://www.lovtidende.dk/pdf.aspx?id=132614>
Lokaliseret 28.08.2012

2010, **Grøn Energi - vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler**, Dokumentationsdelen, Klimakommissionen.
<http://www.ens.dk/da-DK/Politik/Dansk-klima-og-energi-politik/klimakommissionen/klimakommissionensrapport/Sider/Forside.aspx>
Lokaliseret 07.08.2012 (til download fra siden)
Klimakommissionen målsætning om at gøre Danmarks energiforsyning 100 % uafhængig af fossile brændsler i 2050 kræver en radikal og veltilrettelagt omlægning af det danske energisystem, både i produktionsleddet og i forbrugsleddet. Udfordringerne er både af teknologisk og systemmæssig karakter i forhold til, hvordan et energisystem med stor andel af vedvarende energi og dertil knyttede tidsmæssige fluktuationer kan dimensioneres og opereres, men også hvordan introduktionen af nye teknologier og energibesparelser på en omkostningseffektiv måde kan spille sammen med dansk og international energi- og klimapolitik.
I dag står olie, kul og gas, for over 80 pct. af vores energiforbrug, som skal ændres til grøn energi med vindmøller og bioenergi som de vigtigste elementer uden at gå på kompromis med forsyningssikkerhed og stabil energiforsyning. Udgangspunktet er EU's mål om 80 – 95 % reduktion af udledninger i 2050. Omlægningen forventes kun at give en lille forskel i pris. Det skyldes først og fremmest, at vi undgår at betale i dyre domme for fossile brændsler og CO₂-reduktioner, samt at vi kan begrænse vores energiforbrug ved effektiviseringer inden for alle områder. Der er mange muligheder allerede i dag og nye teknologier vil øge vores muligheder i fremtiden

Et energisystem uden fossile brændsler er muligt, men den meget store omstilling kommer ikke af sig selv. Brug af økonomiske virkemidler vil være afgørende for at nå målet om uafhængighed af fossile brændsler på en omkostningseffektiv måde. Herunder foreslås en afgift på fossile brændsler vil give et vigtigt incitament til at fremme energieffektiviseringer og omlægning væk fra fossile brændsler.

Omkring 40 pct. af energiforbruget er i dag relateret til bygninger. Se evt. baggrundsrapport "Energiforbrug og besparelser i bygninger", Risø DTU, september 2010, som bl.a. angiver potentielle varmebesparelser på 30-75 %.

2010, **Notat den blå biomasse – potentialet i danske farvande**, Annette Bruhn og Michael Bo Rasmussen, DMU, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.

<http://www.ens.dk/da-DK/Politik/Dansk-klima-og-energi-politik/klimakommis-sionen/klimakommissionensrapport/baggrundsrapporter/Sider/Forside.aspx> (til download fra siden)

Lokaliseret 07.08.2012

2010, **Varmeplan Danmark 2010**. Dansk Fjernvarme, Dyrelund, Anders m. fl. Rambøll Danmark i samarbejde med Aalborg Universitet.

<http://danskfjernvarme.dk/Faneblade/ForskningFANE6/FogU.aspx> (til download fra siden)

Lokaliseret 07.08.2012

2010, **Vindmøllers Økonomi**, Per Nielsen m.fl., EMD, UEDP projekt 33033-0196

<http://www.emd.dk/Documentation/Introduction> (til download fra siden)

Lokaliseret 27.07.2012

2009, **IDA Klimaplan 2050: Hovedrapport**, Ingeniørforeningen, IDA
ISBN: EAN 979-87-87254-23-6

<http://ida.dk/News/Dagsordener/Klima/Documents/IDA%20-%20Klima%20Hovedrapport%20DK.pdf>

Lokaliseret 07.08.2012

IDAs Klimaplan 2050 er ingeniørforeningens bud på, hvordan de danske udledninger af klimagasser, kan reduceres med 90 % i 2050 samtidig med, at det forbedrer vores selvforsyning, vores økonomi og udvikler dansk erhvervsliv.

Rapporten er delt op i seks kapitler som behandler følgende sektorområder: Energisystemer og energiproduktion; landbrug; industri og erhverv; byggeri, transport og klimatilpasning. I de enkelte kapitler beskrives muligheder og udfordringer ved at reducere udledning af drivhusgasser i de relaterede sektorer, klimaplanens sektorspecifikke mål og argumenterne herfor præsenteres og de konkrete tiltag, der er nødvendige for planens realisering, beskrives. Rapporten ledsages af baggrundsrapporter og notater som tilsammen udgør IDAs Klimaplan 2050. Vedrørende energiforsyningen er rapporten en opdatering af IDAs Energiplan 2030.

Resultatet af arbejdet er 9 centrale anbefalinger for, at IDAs Klimaplan 2050 kan realiseres. Anbefalingerne er en national energispareaftale; oprettelse af en koordineret energisparefond; innovationsmarkeder og feed-in tariffer til fremme af vedvarende energi; innovation baseret på forskning, udvikling og demonstration; infrastrukturomlægning; markant udbygning af banetransporten; klimaoptimeret produktion og forbrug af fødevarer og biomasse; dansk klimatilpasningsstrategi; Danmark bør arbejde for en ambitiøs international klimaafteale og gå foran via konkret handling. Tiltagene kan reducere Danmarks udslip af drivhusgasser til et bæredygtigt niveau. Anbefalingerne er udtryk for en offensiv strategi, hvor samfundet via store investeringer omstiller og fremtidssikrer den danske energi- og infrastruktur. Planen er baseret

på en række forskellige virkemidler med fokus på skærpede krav, innovation og markedsudvikling samt vidensopbygning. Gevinsten er et samfund, der bruger færre udgifter til energi, som ikke er afhængig af import fra ustabile regimer, og som vil fungere som et erhvervsmæssigt udviklingslaboratorium for nye og effektive teknologier.

2009, **IDA's klimaplan 2050: Tekniske energisystemanalyser og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering - Baggrundsrapport**. Mathiesen, Brian Vad; Lund, Henrik; Karlsson, Kenneth. Ingeniørforeningen i Danmark, IDA, 2009. 174 s.

<http://ida.dk/News/Dagsordener/Klima/Klimaplan2050/Documents/Baggrundsrapport%20-%20IDAs%20klimaplan.pdf>

Lokaliseret 23.08.2012

2009, **Levetid for solfangere i solvarmecentraler**. Ziqian Chen m.fl., DTU Byg, R-210.

<http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/bygr210.pdf>

Lokaliseret 28.06.2012

2008, **20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity**, EU

http://www.energy.eu/directives/com2008_0030en01.pdf

Lokaliseret 24.08.2012

2008, **Varmeplan Danmark**, Dansk Fjernvarme, Dyrelund, Anders m. fl. Rambøll Danmark

<http://danskfjernvarme.dk/Faneblade/ForskningFANE6/FogU.aspx> (til download fra siden)

Lokaliseret 07.08.2012

2008, **Vindkraftværker i energisystemet**, MEGAWIND, Sekretariat Vindmølleindustrien

<http://www.windpower.org/da/forskning/megavind/rapporter.html> (til download fra siden)

Lokaliseret 29.06.2012

2003-2007

2007, **Danmarks fremtid som kompetencecentrum for vindkraft**, MEGAWIND, Sekretariat Vindmølleindustrien

<http://www.windpower.org/da/forskning/megavind/rapporter.html> (til download fra siden)

Lokaliseret 29.06.2012

2006, **Ingeniørforeningens Energiplan 2030**, Ingeniørforeningen i Danmark, IDA, ISBN 87-87254-64-6

http://ida.dk/omida/laesesalen/Documents/analyse_og_rapporter/energiplan_hovedrapportsamlet.pdf

Lokaliseret 07.08.2012

Udvalgte igangværende projekter

Middelfart sænker energiforbruget med smart styring, Realdania, projektbudget 13,9 mio.kr.

http://www.realdania.dk/Presse/Nyheder/2012/PassivSystems_150612.aspx

Lokaliseret 20.06.2012

Igangværende EUDP-projekt (2011-2013):**Lavtemperatur fjernvarme i eksisterende bebyggelser**

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1176>

Lokaliseret 24.07.2012

Projektet vil demonstrere lavtemperatur-fjernvarme i to eksisterende bebyggelser, en i Tåstrup og en i Tilst ved Aarhus. Tidligere projekter viser, at lavtemperatur-fjernvarme kan reducere nettabene i rørene med 50 - 75% i forhold til et traditionelt fjernvarmesystem.

Igangværende EUDP-projekt (2008-2013):**Lavressource fjernvarme**

RAMBØLL A/S

Projektbeskrivelse: <http://www.energiteknologi.dk/node/1110>

Lokaliseret 24.07.2012

Rambøll Danmark og gruppen af projektdeltagere vil demonstrere hvordan intelligent og energieffektiv brug af fjernvarme kan reducere anvendelsen af fossile brændsler. Nøgleværktøjerne til at realisere målet er bl.a. vedvarende energiresourcer, herunder solvarmeanlæg. Projektet bestræber sig dertil på, at fjernvarmens slutbrugere skal kunne låne/sælge overskudsvarme til fjernvarmenettet. Dette vil være en kopi af målingsordningen for solceller.

E. Virkemidler, incitament og barrierer

2008-2012

2012-2006, **RENOVER**, GI og Realdania.

<http://www.renover.dk/flash/index.html#/forside>

Lokaliseret 29.06.2012

RENOVER er en kampagne, som sætter fokus på renovering som mulighedenes legeplads. RENOVER fremmer desuden kendskabet til de brancheforbedrende redskaber, der er udviklet under Renovering 2010. Renovering 2010 startede i 2006 med igangsættelsen af en række udviklingsprojekter, der alle havde som formål at fremme renovering i Danmark. Udviklingsprojekterne resulterede i redskaber, som gavner renoveringsprocessen – enten ud fra et uddannelsesmæssigt aspekt eller som et konkret værktøj rettet mod professionelle i branchen.

2012, **Boligejeranalyse 2012. Uddrag af analysen vedrørende energiforbedringer**. TNS Gallup/Bolius

http://www.bolius.dk/fileadmin/bolius.dk/diverse/Bolius_Boligejeranalyse_2012_Energirenovering.pdf

Lokaliseret 24.08.2012

2012, **Energirenovering for lejere. Undersøgelse af lejernes holdninger og adfærd i relation til energirenovering af private lejligheder**, Rambøll (for Bygherreforeningen).

http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=Energirenovering+for+lejere.++Unders%C3%B8gelse+af+lejernes+holdninger+og+adf%C3%A6rd+i+relation+til+energirenovering+af+private+lejligheder&source=web&cd=2&ved=0CF4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fbo-energi.net%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdownload%2F44-lejersurveyrapport%3FItemid%3D&ei=M8XqT-jPAoap4gTmueSKAw&usq=AFQjCNHaQ6QFHKCtk5EoU_2RjRCmaVbjQ

Lokaliseret 27.06.2012

Lejernes holdninger til energiforbrug og energirenoveringer er afdækket gennem en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt lejere i private udlejningsejendomme i Danmark. Undersøgelsen skal bidrage til ny viden og inspiration til bygningsejere og administratorer vedrørende lejernes holdninger til energirenoveringer. Projektet er en del af et større projekt med titlen "Energirenovering i lejere".

2012, **Evaluering af energiselskabernes Energispareaktiviteter**. Ea Energianalyse i samarbejde med NIRAS og Viegand & Maagøe. Udført for Energistyrelsen.

http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBespareser/Energiselskabernes_Spareindsats/Documents/Evaluering2012/Evaluering2012Hovedrapport.pdf

Lokaliseret 28.08.2012

2012, **Focus på bygningsrenovering**

Grundejernes investeringsfond & Realdania

<http://www.ejendomsviden.dk/taenketank/Sider/default.aspx>

Lokaliseret 28.01.2013

2012, **Green Deal - Redningen for byggeriet, eller et nyt bundløst mareridt?**, Curt Liliegrøn, Entreprenøren, Nr. 3/12.

<http://www.bvc.dk/SiteCollectionDocuments/Artikler/Entrepren%C3%B8ren%202012-%20Green%20deal.pdf> Lokaliseret 24.08.2012

I artiklen diskuteres nogle fundamentale problemer ved finansiering i forbindelse med det engelske renoveringsprogram "Green Deal" ordnings. Det er

en ordning, man kunne overveje i Danmark som et alternativ til de tilskudsordninger, som kræver direkte offentlige midler. Der er dog som nævnt i artiklen visse problemer knyttet til set-up'et, blandt andet fordi det er lanceret meget ambitiøst i England.

2012, **Status på skrotningsordningen**, Energistyrelsen

http://www.skrotditoliefyr.dk/da-DK/om_ordningen/Sider/Status.aspx

Lokaliseret 24.08.2012

2012, **Stort potentiale ved ESCO-projekter i kommunerne**, Munkøe, M.

Hoffmann Rosenstock, T.E. Dansk Erhvervs Perspektiv, Dansk Erhverv.

<http://www.danskerhverv.dk/OmDanskErhverv/Nyhedsbreve/Dansk-Erhvervs-Perspektiv/Documents/2012/DEP-2012-04.pdf>

Lokaliseret 28.08.2012

2011, **Ejendomsmægler-undersøgelse. Betydningen af vedligehold og renovering for købspris og købers overvejelser**

http://byggherreforeningen.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1363 Lokaliseret 28.06.2012

2011, **Forprojekt Rapport – Industrialisering og effektivisering af processer og produkter, i fremtidssikring, trinvis fornyelse og energirenovering af almene boliger**. AlmenNet. Davidsen, H; Berthelsen N.H.

2011, **Hvidbog for renovering**, Bygherreforeningen og GI.

http://www.bygherreforeningen.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1333&Itemid=32

Lokaliseret 26.06.2012

Baggrundsrapport for arbejdet i tænketanken for bygningsrenovering. Der er en opsamling af viden og analyser, der er et kapitel om energirenovering, der gengiver erfaringer fra andre undersøgelser.

2011, **Improving the energy labelling scheme - Findings and recommendations for Denmark**, Gram-Hanssen, K. and Christensen, T.H.

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/livsstil-og-adferd/improving-the-energy-labelling-scheme/sbi-2011-23.pdf/download>

Lokaliseret 27.06.2012

This report summarises the main results of an EU project on consumer response to energy labels in buildings. This report is mainly directed at Danish policy makers. The main focus is therefore on results that are relevant from a Danish point of view and on how they can be used to further strengthen the EPBD process in Denmark. Recommendations include:

Improve the label on reliability (trust) and usefulness Include direct dialogue with the energy auditor

Focus on the houses where energy renovations are most needed

Improve economic instruments related to renovations

House owners' weighting of energy renovation versus other types of renovation

2011, **Renovering på dagsordenen – Interessentanalyse**, Advice AS.

http://byggherreforeningen.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1330&Itemid=32

Lokaliseret 28.06.2012

Interview med repræsentanter fra byggebranchen bredt set ift. væsentlige barrierer og forslag til tiltag inden for bygningsrenovering. Fokus er bredt på bygningsrenovering, hvoraf energirenovering er en del.

2010, **Energirenovering af almene boliger**, Raundahl, N. og Mogensen, M. L., RUC.

<http://www.klimabyggeri.dk/pdf/Energirenovering-almene-boliger.pdf>

Lokaliseret 29.06.2012

Rapporten har taget udgangspunkt i det store potentiale af energibesparelse, der eksisterer i den almene boligsektor i Danmark. Almene boligorganisationer har mulighed for at sætte et renoveringsniveau når de skal i gang med omfattende renoveringer, da det er store organisationer med mange medlemmer og som er velorganiseret. I projektet undersøges problematikken: "Hvilke barrierer skal der overvindes, og hvilke potentialer kan der gøres brug af for at fremme energirenoveringer i den almene boligsektor?" Dette er belyst ved en case study af en energirenoveret bolig i Albertslund, der nu er CO₂ -neutral.

2010, **Energibesparelser: Danmarks første 0-energi renovering viser vejen frem.** Kronik i Ingeniøren 9. marts 2010, Vejsig Pedersen.

<http://ing.dk/artikel/106965-energibesparelser-danmarks-foerste-0-energi-renovering-viser-vejen-frem>

Lokaliseret 24.08.2012

2010, **Styrk energibesparelser i byggeprocessen - En strategi for enfamiliehuse,** Bechmann, D. og Engberg, L. A., Videncenter for energibesparelser i bygninger.

<http://www.byggeriogenergi.dk/28040>

Lokaliseret 27.06.2012

Der er behov for koordinering af ydelserne i forhold til energiforbedring af enfamiliehuse, dels i håndværkerbranchen, dels i den overordnede rådgivning af boligejerne. Det er en af hovedkonklusionerne i rapporten fra Videncenter for energibesparelser i bygninger. Rapporten samler konklusionerne efter en workshop.

2010, **Styrket uddannelse og efteruddannelse i lavenergibyggeri og energirenovering,** Erhvervs- og Byggestyrelsen.

<http://www.ens.dk/da-DK/Politik/Dansk-klima-og-energi-politik/regeringsklimaogenergipolitik/forhandlinger11/Documents/Rapport%20om%20Styrket%20uddannelse%20i%20byggeriet%20061010.pdf>

Lokaliseret 27.06.2012

2010, **Ugens Tilbud: 1 stk. energirenovering af enfamiliehus - Hvor svært kan det være?** Bechmann, D. og Engberg, L. A., Videncenter for energibesparelser i bygninger.

<http://www.byggeriogenergi.dk/28040>

Lokaliseret 27.06.2012

Debatoplæg om hvordan vi bedst styrker energieffektivisering af enfamiliehuse gennem hele byggeprocessen - fra ide til ibrugtagning.

2009, **Barrierer og incitamenter for energibesparelser i lejeboliger,** Velfærdsministeriet.

http://www.ebst.dk/file/28021/Barrierer_og_incitamenter_i_lejeboliger.pdf

Lokaliseret 27.06.2012

2009, **Energiforbedring af den almene boligsektor med effekt i afdelingerne.** Bertelsen, N.H.; Karl Vogt-Nielsen (2009): Forslag til udviklingsprogram med otte udviklingsprojekter koordineret af AlmenNet, temagruppe Energi&Miljø. AlmenRapport 6.

<http://www.casa-analyse.dk/default.asp?Action=Details&Item=759>

Lokaliseret 24.08.2012

2009, **En skærpet statslig indsats for energibesparelser,** Slots- og Ejendomsstyrelsen.

<http://www.slke.dk/da/~media/Files/Energi/Energipjece2009.ashx>

Lokaliseret 29.06.2012

2009, **Incitamenter til energibesparelser i statens bygninger**, Slots- og Ejendomsstyrelsen og Pöyry.

<http://www.ses.dk/Energi/~media/Files/Energi/Pyry%20rapport%20final%2015%20maj%202009.ashx>

Lokaliseret 28.06.2012

2009, **Sådan fremmes energibesparelser i bygninger – En fokuseret energisparsindsats**, Videntcenter for energibesparelser i bygninger.

<http://www.byggeriogenergi.dk/26614?cms.query=S%E5dan+fremmes+energibesparelser+i+bygninger>

Lokaliseret 26.06.2012

Formålet med rapporten er at skabe overblik over eksisterende viden om barrierer og virkemidler. I rapporten peges der bl.a. på at en væsentlig barriere for fremme af energibesparelser er informationsbrister hos en række af markedets aktører, herunder ejere, lejere og brugere. Bygningsejerne mangler viden om det faktiske energiforbrug, ejere lejere og brugere kender ikke besparelspotentialt, ejere lejere og brugere mangler konkrete muligheder for råd og vejledning, specialuddannede håndværkere er svære at finde, nuværende løsninger kræver en stor involvering af bygningsejeren og husejerne ved ikke, at energimæssige forbedringer giver øget komfort. Hertil kommer de projekterende parter, ingeniører og arkitekter, som mangler energirigtige detaljløsninger, viden og overblik over helheden. Producenter og forhandlere har kun kendskab til egne produkter og mangler overblik over helheden. Entreprenører og håndværkere mangler standardløsninger, de deltager typisk ikke i efteruddannelse og de kan have svært ved at bruge bygningsreglementets krav i praksis. Endelig peger rapporten på at bankernes boligrådgivere mangler viden og forståelse for energibesparelser.

2009, **Virkemidler til fremme af energibesparelser i bygninger**

Jensen, O. M., Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, SBI. (SBI; 2009:06).

http://vbn.aau.dk/files/17143382/SBI_2009-06.pdf

Lokaliseret 26.06.2012

I rapporten præsenteres en række virkemidler, der kan sætte gang i energibesparelserne. Rapporten skelner mellem incitamentsfremmende virkemidler, barrierenedbrydende virkemidler og virkemidler, der sigter mod at opnå energibesparelser her og nu. Rapporten opstiller et virkemiddelkatalog. Synlige energimærker, klimakampagner og periodiske energisyn af bygninger er eksempler på incitamentsfremmende virkemidler. Virkemidler der sigter mod at nedbryde barrierer er lavtforrentede lån, pakkedløsninger og succeshistorier. Eksempler på virkemidler hvor målet er at spare på energien her og nu, består af byggekomponentkrav, bygningsansvar og skrotningspræmier.

2008, **Finansieringsformer til fremme af energibesparelser i bygninger**, Ea Energianalyse.

http://www.ea-energianalyse.dk/reports/823_finansieringsformer_til_fremme_af_energibesparelser_i_bygninger.pdf

Lokaliseret 29.06.2012

2008, **Klimarigtigt byggeri – vi kan, hvis vi vil!** Teknologirådet. København.

http://www.tekno.dk/pdf/projekter/p08_miljoebyg/p08_miljoebyg_rapport.pdf

Lokaliseret 24.08.2012

2008, **Guide til energiforbedringer af etageboligen**

Det Økologiske Råd

http://www.ecocouncil.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=333&Itemid=

Lokaliseret 28.01.2013

2008, **Kortlægning af sektorbehov med fokus på energi i det eksisterende byggeri i den almene boligsektor**. Delrapport 1 til projekt 19: "Miljø- og energirigtigt byggeri og drift i den almene boligsektor" under AlmenNet, Vogt-Nielsen, Karl; Inge Larsen og Flemming Jakobsen.

<http://www.casa-analyse.dk/default.asp?Action=Details&Item=389>

Lokaliseret 24.08.2012

2003-2007

2007, **Aftale mellem KL og transport- og energiministerien om realiseringen af energibesparelser i kommuner**. Transport- og Energiministeriet.

<http://www.ens.dk/da-dk/forbrugogbesparelser/denoffentligesektor/regionerogkommuner/documents/aftalen%20med%20kl%20af%20okt%2007.pdf>

Lokaliseret 24.08.2012

2007, **Barrierer for energirigtig renovering**, Jensen, O. M., Vedvarende energi og miljø. 5, s. 13-15.

IKKE lokaliseret

2005, **Consumer inertia to energy saving**, Jensen, O. M., ECEEE 2005 Summer Study Proceedings. 3. p. 1327-1334.

http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2005c/Panel_6/6147jensen/paper

Lokaliseret 26.06.2012

Abstract

Many years of energy saving consultancy, energy labeling and research on energy-consumption have revealed a great potential for energy saving. At the same time many consumers give the impression that they are conscious of energy consumption. Nevertheless there is evidence that a great potential is not being utilised and that profitable energy-saving investments are not made. The reason is attributed to barriers, which in different ways prevent the responsible household consumers from taking the steps required for changing their behavior, replacing electrical appliances or investing in energy saving measures. The notion of barrier comes from a barrier model rooted in a techno-economic paradigm. A contrasting alternative model, rooted in a socio-cultural paradigm, was developed which is called the inertia model. Following this, it is fear of harming your reputation rather than barriers that creates an inertia to energy saving. In the study new owners of detached houses eligible for an obligatory energy assessment was questioned about their disinclination for energy saving. The study revealed that different kinds of disinclination correlate to different house owners and their situations in life. A main finding was that energy saving rarely supported conspicuous, i.e. clearly visible consumption, although it is the essence of being a new house owner. The aim of the project presented was to provide energy advisers, consultants and others with new methods for exploiting ever more energy saving potentials.

2004, **Barrierer for realisering af energibesparelser i bygninger**, Jensen, O. M., Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, SBI. (SBI; 2004:04).

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/barrierer-for-realisering-af-energibesparelser-i-bygninger/resolveuid/38f5242627b430b82beab7f01076c1d2>

Lokaliseret 26.06.2012

Analysen konkluderer bl.a. at boligejere tøver med at investere i nye energivinduer, hulmursisolering og andre energiforbedringer af deres bolig, fordi de hellere vil bruge pengene på et nyt køkken eller andre mere synlige forbedringer.

Internationalt

2012, **Optimal intervention strategies to stimulate energy saving behavior of residents**, Han; Q., Nieuwenhijzen; I., de Vries; B., Blokhuis; E., Schaefer; W., Energy and Policy, (endnu ikke publiceret)

2011, **Barriers and drivers for sustainable building**, Building Research & Information, Häkkinen, T. and Belloni, K., 39(3), 239-255.

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09613218.2011.561948>

Lokaliseret 29.06.2012

They combine literature review, interviews and case studies. They find that the awareness of the potential for Sustainable Buildings needs to be boosted for both professionals and the public. Hereby, the expectations and demands can improve the communication both internally in the design team and between the design team and owners and/or users. Design teams need to use integrated design processes that ensure an appropriate level of sustainability in the building and must be involved in developing new concepts for Sustainable Buildings.

2011, **Europe's buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings**. Building Performance Institute Europe, BPIE.

http://www.bpie.eu/eu_buildings_under_microscope.html

Lokaliseret 24.08.2012

2010, **The Green Deal - A summary of the Government's proposals**, Department of Energy and Climate Change, UK.

<http://www.decc.gov.uk/assets/decc/legislation/energybill/1010-green-deal-summary-proposals.pdf>

Lokaliseret 26.06.2012

Put simply, the Government is establishing a framework to enable private firms to offer consumers energy efficiency improvements to their homes, community spaces and businesses at no upfront cost, and recoup payments through a charge in installments on the energy bill.

2009, **Towards sustainable construction: promotion and best practices**, Pitt; M, T; Matthew, Riley; M, Longden; J. Construction Innovation: Information, Process, Management

[http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=pitt%3B%20m%2C%20t%3B%20mathew%2C%20riley%3B%20m%2C%20longden%3B%20j%20\(2009\)%3A%20construction%20innovation%3A%20information%2C%20process%2C%20management.&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CClQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.emeraldinsight.com%2Fjournals.htm%2Fjournals.htm%3Fissn%3D1471-4175%26volume%3D9%26issue%3D2%26articleid%3D1784481%26show%3Dpdf%26PHPSESSID%3Dbj68ctlk511obmiql0gbbi2mu7&ei=ij43UN-6L_OK4gTdw4HIDg&usq=AFQjCNFm-2Gj_v0miGQGvkzr_TlqRCX8vg](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=pitt%3B%20m%2C%20t%3B%20mathew%2C%20riley%3B%20m%2C%20longden%3B%20j%20(2009)%3A%20construction%20innovation%3A%20information%2C%20process%2C%20management.&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CClQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.emeraldinsight.com%2Fjournals.htm%2Fjournals.htm%3Fissn%3D1471-4175%26volume%3D9%26issue%3D2%26articleid%3D1784481%26show%3Dpdf%26PHPSESSID%3Dbj68ctlk511obmiql0gbbi2mu7&ei=ij43UN-6L_OK4gTdw4HIDg&usq=AFQjCNFm-2Gj_v0miGQGvkzr_TlqRCX8vg)

Lokaliseret 24.08.2012

2009, **How do socio-demographic and psycho-logical factors relate to households' direct and indirect energy use and savings?**, Abrahamse; W., Steg, L., Journal of Economic Psychology, 30, 711-720.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167487009000579>
Lokaliseret 23.08.2012

2008, **Reducing Energy by a Factor of 10. Promoting Energy Efficient Sustainable Housing in the Western World.** Lehrstuhl für Nachhaltigkeitsmanagement, Leuphana Universität, Lüneburg. Steinmüller, B.
http://www2.leuphana.de/umanagement/csm/content/nama/downloads/download_publicationen/66-5_download.pdf
Lokaliseret 24.08.2012

2008, **Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings**, Banfia, S. et al., Energy Economics.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988306000764>
Lokaliseret 29.06.2012
This paper uses a choice experiment to evaluate the consumers' willingness to pay for energy-saving measures in Switzerland's residential buildings. These measures include air renewal (ventilation) systems and insulation of windows and facades. Two groups of respondents consisting respectively of 163 apartment tenants and 142 house owners were asked to choose between their housing status quo and each one of the several hypothetical situations with different attributes and prices. The estimation method is based on a fixed-effects logit model. The results suggest that the benefits of the energy-saving attributes are significantly valued by the consumers. These benefits include both individual energy savings and environmental benefits as well as comfort benefits namely, thermal comfort, air quality and noise protection.

2005, **Piska och Morot. Boverkets utredning om styrmedel för energiefektivisering i byggnader**, Boverket, Sverige
http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2005/piska_och_morot.pdf Lokaliseret 15.08.2012

1996, **Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency**, Golove, W.H and Eto, J.H., Energy and Environment Division, Berkeley.
<http://eetd.lbl.gov/ea/emp/reports/38059.pdf>
Lokaliseret 29.06.2012

I rapporten præsenteres eksisterende kerneviden om energirenovering af eksisterende bygninger.

Rapporten er den første af en række analyser inden for emnet og består af en kort sammenfatning af fem kerneområder samt en bruttolitteraturliste inklusiv opsummering af den mest centrale litteratur inden for disse emner. De fem områder er:

- Besparelspotentialer i bygningsmassen
- Energirenoveringseksempler - erfaring og evaluering
- Nye bygnings- og installationsteknologier
- Energiforsyning - på selve bygningen og fra net
- Barrierer, virkemidler og incitamenter.

Rapporten er udarbejdet for Energistyrelsen i forbindelse med etablering af netværk for energirenovering især rettet mod byggebranchen og styrelser samt politiske beslutningstagere.

1. udgave, 2012

ISBN 978-87-92739-09-4