



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri

Wittchen, Kim Bjarne

Publication date:
2009

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Wittchen, K. B. (2009). *Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri*. SBI forlag. SBI Nr. 2009:05

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.

Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri



Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri

Kim B. Wittchen

Titel	Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri
Serietitel	SBi 2009:05
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2009
Forfatter	Kim B. Wittchen
Sprog	Dansk
Sidetæl	38
Litteratur- henvisninger	Side 38
Emneord	Energibesparelser, eksisterende byggeri, energimærkning, BBR, besparelspotentialer, klimaskærm, tekniske installationer.
ISBN	978-87-563-1363-6
Tegninger	Kim B. Wittchen
Omslag	Foto: Byens Tegnestue ApS
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post sbi@sbi.dk www.sbi.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *SBi 2009:05: Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri. (2009)*

Indhold

Forord	4
Sammendrag	5
Klimaskærmen	5
Tekniske installationer	6
Samlede besparelser	6
Indledning	7
Baggrund	7
Fremgangsmåde	8
Klimaskærmen	9
Ydervægge	11
Tage	12
Gulve	13
Vinduer	13
Energibalancer	14
Stuehuse	15
Parcelhuse	15
Række/kædehuse	15
Etageboliger	16
Handel og service	16
Scenarier for energibesparelser	17
Økonomi	17
Ydervægge	17
Tage	18
Gulve	18
Vinduer	19
Scenarie 1	19
Scenarie 2 – Ekstreme foranstaltninger	23
Scenarie 3 – De mest oplagte besparelser	30
Installationer	34
Referencer	38

Forord

Arbejdet med denne rapport er initieret af Energistyrelsen med henblik på at medvirke til udarbejdelsen af en national strategi for reduktion af energiforbruget i eksisterende bygninger.

I forbindelse med udarbejdelse af strategien – og i en række andre sammenhænge – er der behov for en opdateret og bedre viden om besparelsepotentialer og omkostninger for at høste disse for forskellige bygningstyper og alderskategorier. Nærværende rapport belyser dette punkt.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Energi og miljø
Februar 2009

Søren Aggerholm
Forskningschef

Sammendrag

Vurderingen af potentialet for energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse er delt i to, hvor det første del omhandler besparelser ved forbedring af bygningernes klimaskærm og den anden del forbedring af bygningernes tekniske installationer. Det er ikke direkte muligt at lægge de absolutte værdier for de potentielle besparelser i de to dele sammen da alle vurderinger, i denne rapport, behandler de to indsætser som adskilte hændelser. Det betyder at en absolut besparelse opgjort for de tekniske installationer bliver mindre hvis de gennemføres for en bygning som først har fået forbedret klimaskærmen end hvis de gennemføres for en bygning uden forbedringer af klimaskærmen. De relative besparelser vil dog stadig kunne benyttes.

Klimaskærmen

Forbedringer af klimaskærmen kan give en varig forbedring af bygningernes energimæssige ydeevne. Der arbejdes i rapporten med tre scenarier for forbedring af bygningernes klimaskærm. Forskellen mellem de tre scenarier er:

- hvilke konstruktioner som tænkes forbedret defineret ud fra konstruktionernes U-værdi,
- hvor stor en andel af disse konstruktioner som reelt er omfattet af forbedringen på grund af tekniske, arkitektoniske eller økonomiske barrierer,
- hvad forbedringen består af.

I det første scenarie forbedres 75 % af ydervæggene med en U-værdi over $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (isolerede hulmure og ydervægge opført i henhold til BR77 eller senere er ikke omfattet af forbedringerne). Disse ydervægge forbedres med 100 mm isolering. Tilsvarende forbedres 75 % af tagene med en U-værdi over $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tagkonstruktioner med mere end 100 mm isolering, eller opført efter BR77, ikke forbedres) ved udlægning af 200 mm isolering. Kun 25 % af gulvene med en U-værdi over $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (hvilket er over mindstekravet i alle Bygningsreglementer siden BR61) antages forbedret med indblæsning af 100 mm isolering i bjælkelaget. Når kun 25 % af gulvene forbedres skyldes det en antagelse om tilstedeværelse af bjælkelag hvor det er muligt at indblæse isolering. Det antages at alle vinduer med en samlet U-værdi over $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, svarende til at alle almindelige 2-lags termoruder (BR72 krav) forbedres til dagens standard.

Gennemføres disse tiltag vil det være muligt at spare 37 Peta Joule (ca. 23 % af energibehovet til opvarmning og varmt vand) i den del af den danske bygningsmasse som er omfattet af de fem bygningskategorier. De samlede omkostningerne forbundet med gennemførelse af disse forbedringer er ca. 198 mia. kr. Ekstraomkostningerne ved at gennemføre disse energiforbedringer sammen med planlagte forbedringer eller udskiftninger er derimod ca. 38 mia. kr.

Scenarie to omfatter energibesparende foranstaltninger som ikke umiddelbart er rentable, men som generelt vil bringe konstruktionerne ned til et niveau som er sammenligneligt med kravene til konstruktioner i nye bygninger. I denne beregning antages at 100 % af de konstruktioners arealer som opfylder kriteriet for U-værdien forbedres med den angivne isoleringstykkelse hhv. til den forbedrede U-værdi for vinduerne.

Hvis forbedringerne i dette scenarie gennemføres kan der opnås en samlet energibesparelse for alle bygninger i de fem kategorier på 58 Peta Joule (ca. 37 % af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand). De samlede investeringer forbundet med forbedringerne i dette scenarie er ca. 398 mia. kr. Ekstraomkostningerne ved at gennemføre forbedringerne sammen med allerede planlagte forbedringer er ca. 100 mia. kr.

Som en variant af dette scenarie er der set på potentialet hvis alle konstruktioner som ikke kan betegnes som egentlig lavenergikonstruktioner forbedres. Hvis dette scenarie gennemføres kan der forventes en besparelse på 74 Peta Joule (ca. 47 %). Omkostningerne til disse forbedringer er ca. 561 mia. kr., hvorimod ekstraomkostningerne udgør ca. 218 mia. kr.

I scenarie tre ses alene på de energibesparelser som er mest oplagte at gennemføre, også selv om det ikke er i forbindelse med øvrige renoverings- eller vedligeholdelsesarbejder. Her vil besparelsen og dermed også investeringen blive markant reduceret. Besparelsen bliver ca. 5 % af det samlede energiforbrug til opvarmning af de 5 kategorier af bygninger, for en samlet investering på 32 mia. kr. eller en ekstraomkostning på ca. 14 mia. kr.

De ydervægge som omfattes af scenariet har U-værdier over 1,0 W/m²K, hvilket svarer til at uisolerede hulmure er omfattet, men stort set alle konstruktioner hvor der er blot 5 cm isolering ikke er omfattet. Af disse ydervægge påvirkes kun 10 % af det samlede areal på grund af konstruktive, tekniske eller arkitektoniske årsager. Halvtreds procent af de tage som har en U-værdi over 0,4 W/m²K svarende til tagkonstruktioner med mindre end 10 cm isolering forbedres med 200 mm isolering. Femogtyve procent af gulvene med en U-værdi over 0,7 W/m²K (svarende til et uisoleret betongulv) antages forbedret med 100 mm isolering. Alle vinduer som er dårligere isolerende end en traditionel to-lags termorude forbedres til dagens standard.

Tekniske installationer

Opgørelsen af besparelspotentialet ved forbedring af de tekniske installationer bygger på registreringer fra energimærkningsordningen. Desværre viste det sig at blot 0,5 % af disse forslag havde tilknyttet en energibesparelse i energimærkedatabasen. Det er paradoksalt idet 96 % af forslagene har tilknyttet en tilbagebetalingstid og en investering. Da der for langt hovedparten af forslagene findes information om såvel tilbagebetalingstid som investering var det muligt, ud fra en gennemsnitlig energipris for opvarmning og for elektricitet at skønne en energibesparelse for det enkelte forslag.

De potentielle energibesparelser ved forbedring af bygningernes tekniske installationer er ca. 20 Peta Joule termiske energi og 0,6 Peta Joule el. Besparelsen på varmen udgør ca. 13 % af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand i de fem bygningskategorier. De samlede omkostninger forbundet med forbedring af bygningernes tekniske installationer er ca. 36 mia. kr. hvoraf ca. 2 mia. kr. vedrører el-besparelser. Det er ikke muligt at udrage ekstraomkostningen ved forbedring af de tekniske installationer hvis de gennemføres sammen med planlagt forbedring eller vedligehold af de tekniske installationer.

Samlede besparelser

Det samlede besparelspotentiale for forbedringer af klimaskærmen i henhold til scenarie et udført sammen med energimærkningskonsulenternes forslag til besparelser på de tekniske installationer er således 30-35 %.

Indledning

Denne rapport beskriver en analyse af energibesparelspotentialet i eksisterende bygninger udarbejdet på baggrund af registreringer fra energimærkningskonsulenterne i perioden fra 2005 til oktober 2008. Idet disse informationer er indsamlet tilfældigt i forbindelse med salg og udlejning af eksisterende bygninger kan det antages at de er repræsentative for den energimæssige kvalitet af danske bygninger. Informationer om konstruktionernes energimæssige egenskaber samt de registrerede arealer er derfor blevet ekstrapoleret til repræsentative værdier for den danske bygningsmasse inden for 5 kategorier af bygninger: stuehuse, parcelhuse, række- og kædehuse, etageboliger samt bygninger til handel og service.

Informationer om bygningskonstruktionernes energimæssige kvalitet er herefter sorteret så det er muligt at se fordelingen af arealer for forskellige U-værdier, og på den måde vurdere for hvilke konstruktioner det vil være hensigtsmæssigt at forbedre den energimæssige ydeevne.

Ekstrapolationen af data fra energimærkningsordningen er sket dels på baggrund af informationer fra BBR registeret og dels ud fra informationer fra Statistikbanken ved Danmarks Statistik.

På baggrund af dette er der opstillet repræsentative modeller for de fem bygningskategorier inden for 6 tidstypiske byggeperioder som bygningerne fremstår i dag. Hver periode repræsenterer en byggeskik eller skærpede energikrav i de gældende bygningsreglementer.

Modellerne er med udgangspunkt i en simpel energiberegning benyttet til at beregne energiforbruget i bygningerne. Dette energiforbrug er kalibreret i forhold til Energistyrelsens energistatistik, så det samlede resultat for en bygningskategori svarer til oplysningerne i energistatistikken.

De kalibrerede beregningsmodeller benyttes til en fornyet beregning af bygningernes energiforbrug på baggrund af forskellige scenarier for gennemførelse af forbedringer.

Ud over en analyse af mulighederne for energimæssig forbedring af bygningernes klimaskærm, er der gennemført en analyse af energimærkningskonsulenternes registreringer af forslag til energiforbedring af bygningernes tekniske installationer. Desværre viste det sig at der ikke findes ret mange besparelsesforslag for de tekniske installationer i energimærkningsdatabasen med angivelse af en energibesparelse. Det har dog været muligt, ud fra registrering af investeringer og tilbagebetalingstider at anslå energibesparelser ved forbedring af bygningers tekniske installationer.

Baggrund

Denne rapport er resultatet af en undersøgelse gennemført for Energistyrelsen om potentialet for energibesparelser i det eksisterende byggeri. Undersøgelsen er gennemført på baggrund af indberetninger fra den nye (2006) energimærkningsordning, og repræsenterer således energimærkningskonsulenternes vurdering af den energimæssige tilstand af de bygninger og bygningskonstruktioner som er indberettet i forbindelse med energimærkning frem til oktober 2008.

Undersøgelsen bygger på de samme beregningsforudsætninger for energibesparelser som tidligere er benyttet i forbindelse med udarbejdelsen af *Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger* (Wittchen K.B. 2004).

Frengangsmåde

Data for de enkelte konstruktioner er udtrukket fra databasen og rangordnet efter deres U-værdi, på en skala med 10 lige store intervaller. Inden udtrækket er data blevet rensset for indlysende forkerte data samt data som ikke kan tilknyttes en af de fire typer af konstruktioner som der arbejdes med:

- ydervægge,
- tage,
- gulve og
- vinduer.

Med udgangspunkt i kendskab til typiske skift i dansk byggeskik samt ændringer af krav til bygningsdelene i ældre bygningsreglementer er den eksisterende bygningsbestand opdelt i følgende tidstypiske byggeperioder:

- 1850-1930
- 1931-1950
- 1951-1960
- 1961-1972
- 1973-1978
- 1979-1998

Bygninger opført efter bygningsreglementet i 1998 og senere er ikke medtaget i opgørelsen over potentialer for energibesparelser i eksisterende bygninger. Det skyldes at potentialet i disse bygninger er begrænset samtidig med at den nødvendige investering for at flytte væsentligt på energieffektiviteten forventes at være relativt høj når det drejer sig om forbedringer af klimaskærmen.

Da der er tale om gennemsnitsbetragtninger for bygningsdelenes energimæssige egenskaber er det også anlagt gennemsnitsbetragtninger for den økonomi som er forbundet med gennemførelsen af de energibesparende foranstaltninger. Der er dog beregnet forskellige scenarier som illustrerer yderpunkterne for energibesparende foranstaltninger samt et bedste gæt på en fornuftig tilgang til energiforbedringer i den eksisterende bygningsmasse.

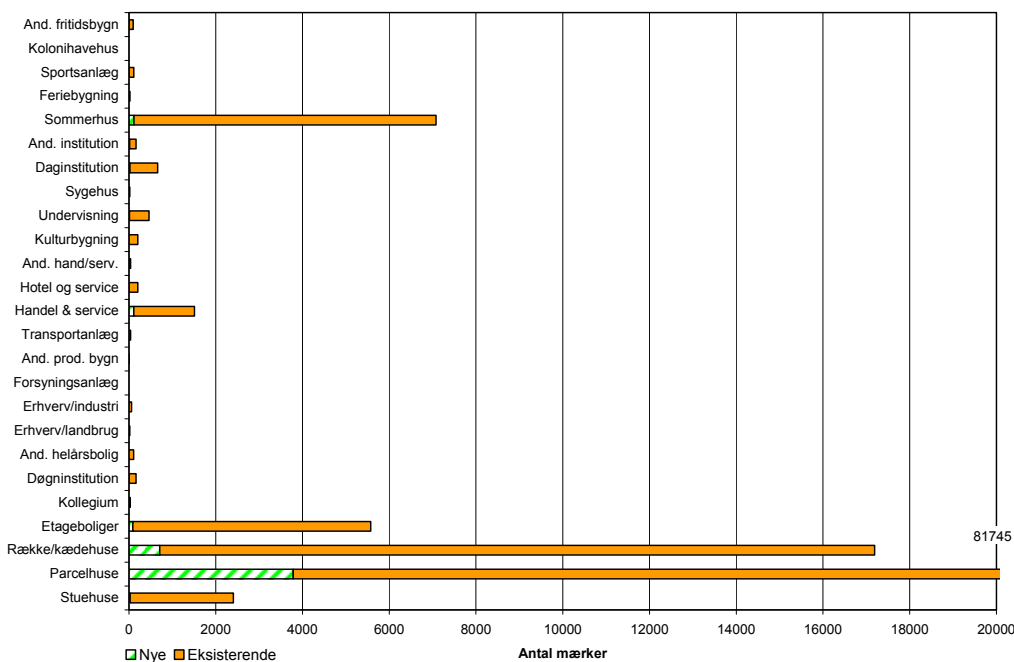
Data fra energimærkningsordningen repræsenterer kun et udsnit af den danske bygningsbestand. Da disse data er udtaget "tilfældigt" i form af gennemførte energimærker når en bygning er blevet solgt eller nyudlejet, kan det antages at informationen er repræsentativ for den samlede danske bygningsmasse inden for de forskellige bygningskategorier (BBR anvendelses-koder). Gennemsnitsbetragtningerne som har kunnet hentes ud af energimærkningsordningen er således, ved hjælp af information fra BBR registeret og Danmarks statistik blevet benyttet til at ekstrapolere til den samlede danske bygningsbestand på baggrund er det opvarmede etageareal.

De beregnede energibesparelspotentialer er inddelt i to grupper, dels besparelser som er knyttet til forbedringer af klimaskærmen og dels besparelser som er knyttet til opgradering af bygningernes installationer. Besparelserne som er knyttet til klimaskærmen er beregnet ud fra en statistisk bearbejdning af energimærkningskonsulenternes registreringer af klimaskærmens fysiske tilstand samt forventede muligheder (mht. økonomi, teknik, adgangforhold og bevaringsværdi) for at gennemføre efterisolering. Disse besparelser er således beregnet for den samlede "pakke" af tiltag for den gennemsnitlige bygning. Besparelspotentialerne som er knyttet til bygningernes installationer er opgjort ud fra energimærkningskonsulenternes beregnede energibesparelser i de mærkede bygninger. Det skal bemærkes af de potentielle energibesparelser for klimaskærmen og for installationerne ikke kan lægges samme til et samlet potentiale. Det skyldes at besparelserne knyttet til installationerne vil have større effekt hvis de gennemføres i en bygning hvor klimaskærmen ikke er opgraderet end hvis gennemføres i en bygning med opgraderet klimaskærm. Den procentvise besparelse ved forbedring af installationerne bliver nogenlunde den samme, men den absolutte besparelse bliver mindre.

Klimaskærmen

I forbindelse med indførelse af den nuværende energimærkningsordning for bygninger bliver bygningernes energimæssige ydeevne beregnet for en større del af den samlede bygningsmasse end tidligere. Nu er det således alle bygninger, og ikke kun dem med et opvarmet areal der er mindre end 1500 m², som skal have en beregnet energimæssig ydeevne. Det betyder at de data som indsamles i forbindelse med energimærkning af eksisterende bygninger umiddelbart kan benyttes til beregning af de potentielle energibesparelser for disse bygninger.

Siden indførelsen af den nye energimærkningsordning i 2006 og frem til november 2008 er der gennemført en lang række mærkninger af nye og eksisterende bygninger, men hovedvægten af disse ligger på enfamiliehuse. Mærkningen af store bygninger (over 1000 m²) er ikke rigtigt kommet i gang. Det skyldes at gyldigheden af ELO mærkningen blev udvidet til 5 år i forbindelse med indførelsen af den nye mærkningsordning. Tidligere var gyldigheden af et energimærke under ELO ordningen et år. Der er således en lang række af de tidligere ELO mærkede bygninger som har fået gennemført en ELO mærkning umiddelbart før fristens udløb, og som derfor først skal mærkes igen i 2010 eller 2011. Fordelingen af mærker på forskellige bygningstyper fremgår af nedenstående figur.



Figur 1. Fordeling af energimærkede nye og eksisterende bygninger i den nye energimærkningsordning på bygningstype i henhold til BBR anvendelseskode pr. 16. december 2008.

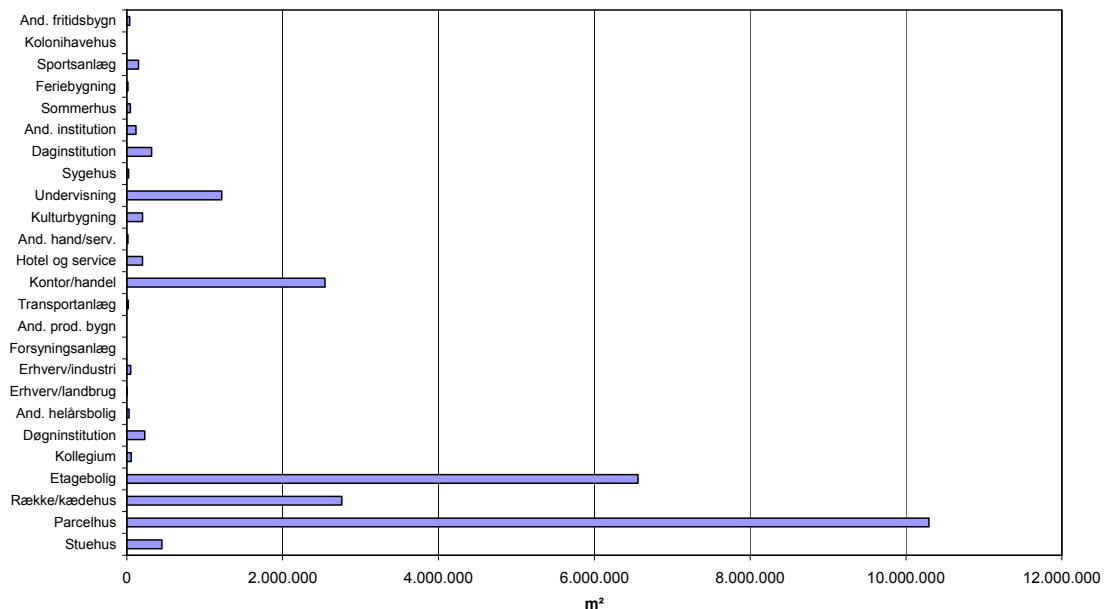
Som det fremgår af figur 1 er de største grupper af bygninger som har gennemgået en energimærkning boliger, opdelt i stuehuse, parcelhuse, række/kædehuse, etageboliger og sommerhuse. Desuden er der en mindre gruppe af bygninger som er kategoriseret som kontor og handel. Hvis der i stedet ses på det mærkede areal bliver fordelingen som vist i figur 2. Heraf fremgår det at det mærkede areal til handel og service formål sammen med antallet af bygninger inden for denne kategori vil kunne benyttes som repræsentanter for typen. De øvrige grupperinger af bygninger indeholder så lille

et antal bygninger at det vil medføre store statistiske usikkerheder at benytte data fra disse som repræsentative for den samlede bygningsmasse inden for disse kategorier. Analysen af de potentielle energibesparelser er derfor indskrænket til at omfatte følgende grupperne vist i tabel 1.

Tabel 1. Antal mærkede bygninger inden for de fem udvalgte bygningstyper samt det opvarmede areal som er repræsenteret i disse mærker.

Bygningstype	BBR-kode	Mærker [-]	Mærket areal [m ²]	Samlet areal [m ²]	Mærket andel [%]
Stuehuse	110	2.379	449.599	25.824.000	1,74 %
Parcelhuse	120	77.959	10.294.284	160.571.000	6,41 %
Række/kædehuse	130	16.480	2.759.277	35.025.000	7,88 %
Etageboliger	140	5.483	6.559.423	82.855.000	7,92 %
Handel & service	320	1.396	2.544.124	56.823.000	4,48 %

Når sommerhuse ikke er medtaget i analyserne skyldes det at der for mindre sommerhuse kan gennemføres energimærkning uden beregning. Denne ordning omfatter en stor del af de sommerhuse som findes i databasen.



Figur 2. Mærket areal i eksisterende bygninger pr. 21. januar 2009.

Med udgangspunkt i kendskab til typiske skift i dansk byggeskik samt ændringer af krav til bygningsdelene i ældre bygningsreglementer er den eksisterende bygningsbestand opdelt i følgende tidstypiske byggeperioder:

- 1850-1930
- 1931-1950
- 1951-1960
- 1961-1972
- 1973-1978
- 1979-1998

Bygninger opført i henhold til bygningsreglementet fra 1998 og senere er ikke medtaget i opgørelsen over potentialer for energibesparelser i eksisterende bygninger. Det skyldes at potentialet i disse bygninger er begrænset samtidig med at den nødvendige investering for at flytte væsentligt på energieffektiviteten forventes at være relativt høj når det drejer sig om forbedringer af klimaskærmen.

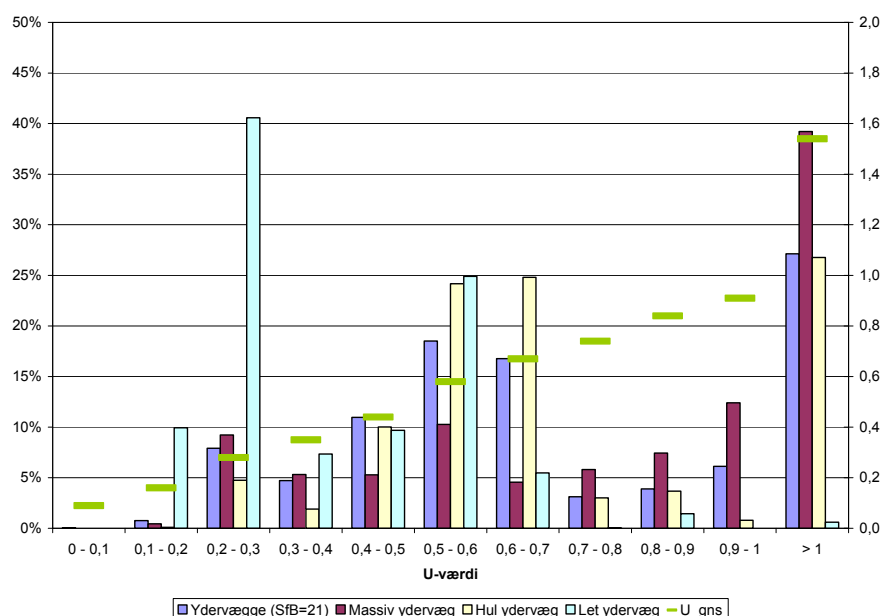
Energimærkningskonsulenternes registreringer af klimaskærmens termiske egenskaber er opdelt i fire større grupper af klimaskærmskomponenter, nemlig:

- ydervægge,
- tage,
- gulve,
- vinduer.

Årsagen til denne inddeling er at det er muligt at identificere disse grupper, og at en finere inddeling vil resultere i statistisk set usikre resultater. I de følgende afsnit bestemmes den gennemsnitlige (arealvægtede) U-værdi for de fire grupper af klimaskærmskomponenter som energimærkningskonsulenterne har registreret dem.

Ydervægge

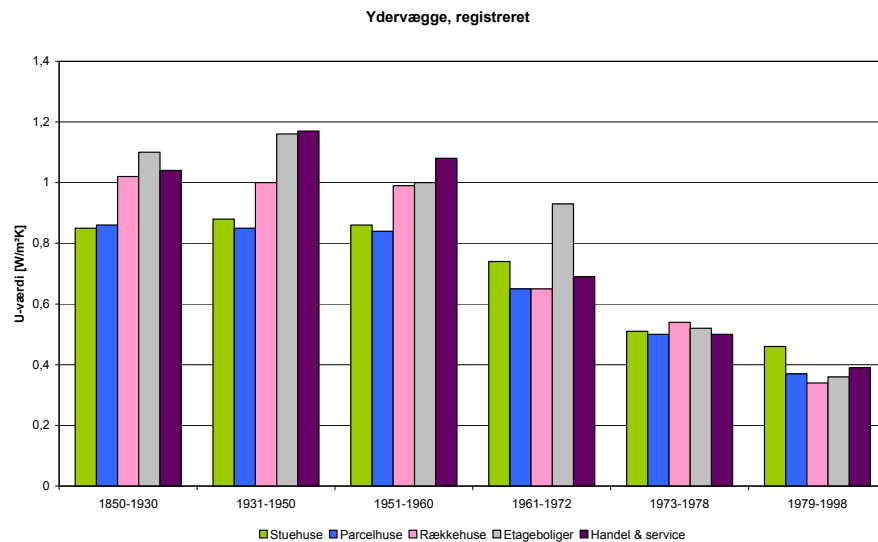
På baggrund af indberetninger fra energimærkningskonsulenterne er det i mange tilfælde muligt at skelne mellem tre forskellige typer af ydervægge, nemlig tunge, hule og lette ydervægge. Da der er stor forskel på mulighederne for at efterisolere de forskellige typer og ligeledes på den økonomi som er forbundet med en sådan aktivitet er der udtrukket information for hver af de tre typer. Figur 3 viser et eksempel på fordelingen af U-værdier på tre forskellige typer af ydervægge.



Figur 3. Fordeling af U-værdier på alle slags ydervægge samt tre forskellige typer af ydervægge (massive, hule og lette) registreret i bygninger opført i perioden 1951 til 1960. De grønne vandrette streger angiver den arealvægtede U-værdi for samtlige ydervægge inden for hvert interval af U-værdier. Summen af alle søjler for en given type giver 100 % og repræsenterer alle ydervægge af denne type.

Tabel 2. Arealvægtede U-værdier for ydervægge i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,85	0,86	1,02	1,10	1,04
1931-1950	0,88	0,85	1,00	1,16	1,17
1951-1960	0,86	0,84	0,99	1,00	1,08
1961-1972	0,74	0,65	0,65	0,93	0,69
1973-1978	0,51	0,50	0,54	0,52	0,50
1979-1998	0,46	0,37	0,34	0,36	0,39

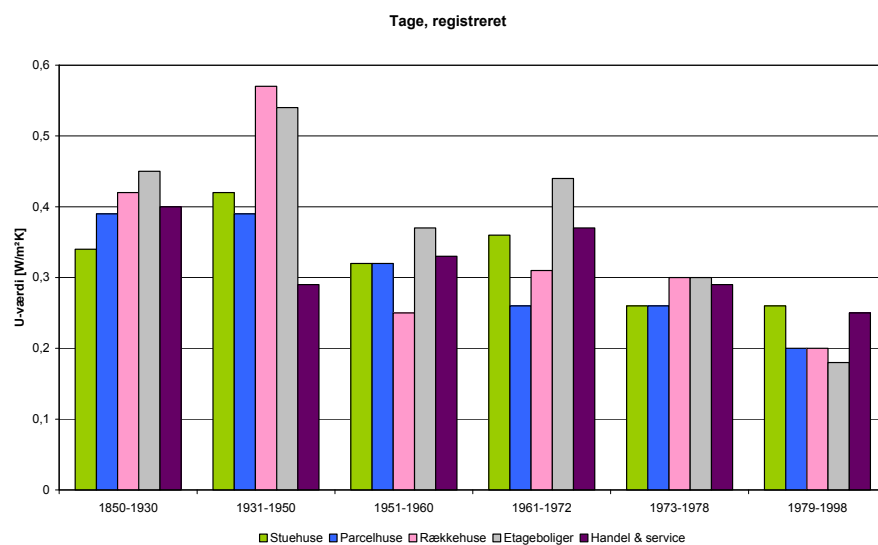


Figur 4. Arealvægtede U-værdier for ydervægge i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Tage

Tabel 3. Arealvægtede U-værdier for tage i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,34	0,39	0,42	0,45	0,4
1931-1950	0,42	0,39	0,57	0,54	0,29
1951-1960	0,32	0,32	0,25	0,37	0,33
1961-1972	0,36	0,26	0,31	0,44	0,37
1973-1978	0,26	0,26	0,3	0,3	0,29
1979-1998	0,26	0,2	0,2	0,18	0,25

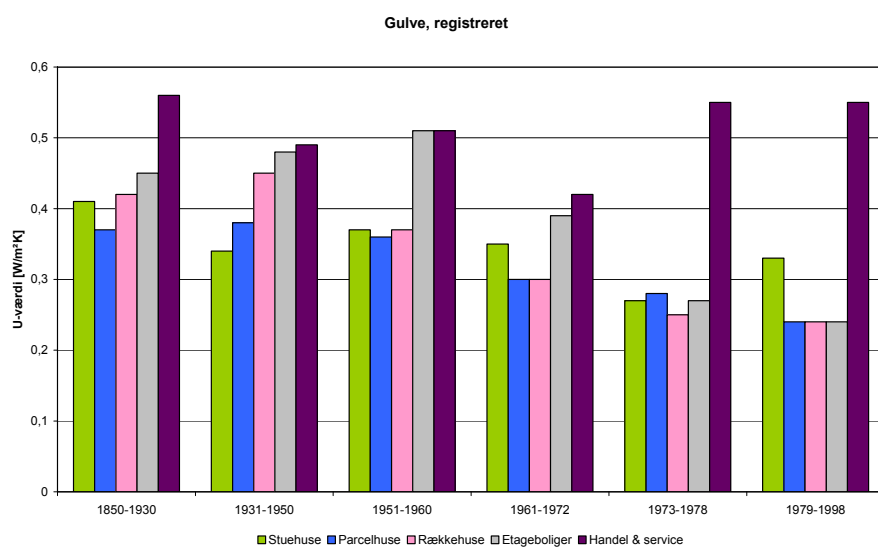


Figur 5. Arealvægtede U-værdier for tage i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Gulve

Tabel 4. Arealvægtede U-værdier for gulve i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,41	0,37	0,42	0,45	0,56
1931-1950	0,34	0,38	0,57	0,48	0,49
1951-1960	0,37	0,36	0,25	0,51	0,51
1961-1972	0,35	0,3	0,31	0,39	0,42
1973-1978	0,27	0,28	0,3	0,27	0,55
1979-1998	0,33	0,24	0,2	0,24	0,55

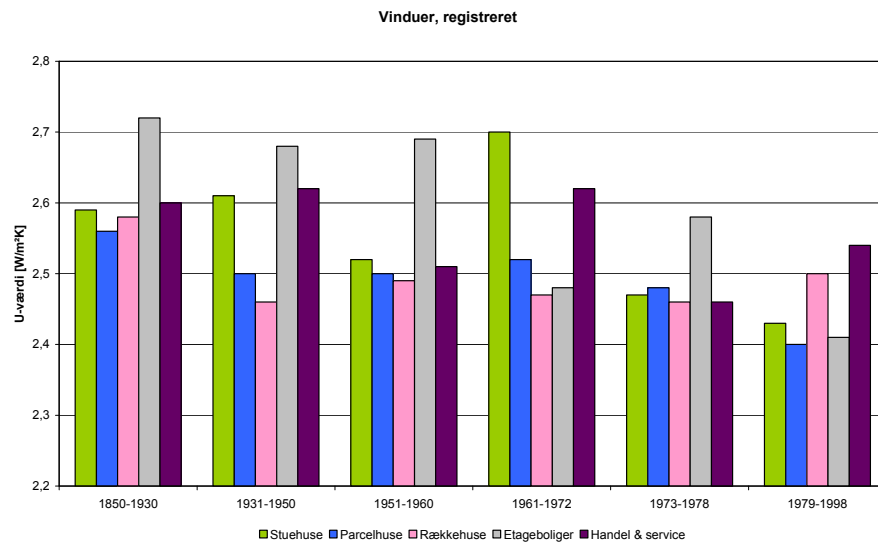


Figur 6. Arealvægtede U-værdier for gulve i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Vinduer

Tabel 5. Arealvægtede U-værdier for vinduer i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	2,59	2,56	2,58	2,72	2,60
1931-1950	2,61	2,5	2,46	2,68	2,62
1951-1960	2,52	2,50	2,49	2,69	2,51
1961-1972	2,70	2,52	2,47	2,48	2,62
1973-1978	2,47	2,48	2,46	2,58	2,46
1979-1998	2,43	2,40	2,50	2,41	2,54



Figur 7. Arealvægtede U-værdier for vinduer i de seks byggeperioder og fem bygningskategorier.

Energibalancer

På baggrund af modelberegninger baseret på en ekstrapolation af energimærkningskonsulenternes registreringer er der i det følgende optegnet energibalancerne for samtlige danske bygninger af de fem typer. Varmebalancerne er optegnet i de følgende figurer og udgør på tilskudssiden:

- sol gennem husets vinduer,
- interne belastninger (*gratisvarme*) fra personer og udstyr,
- bidrag fra bygningernes *varmeanlæg* til at dække forskellen mellem tilskud og tab.

På tabssiden findes:

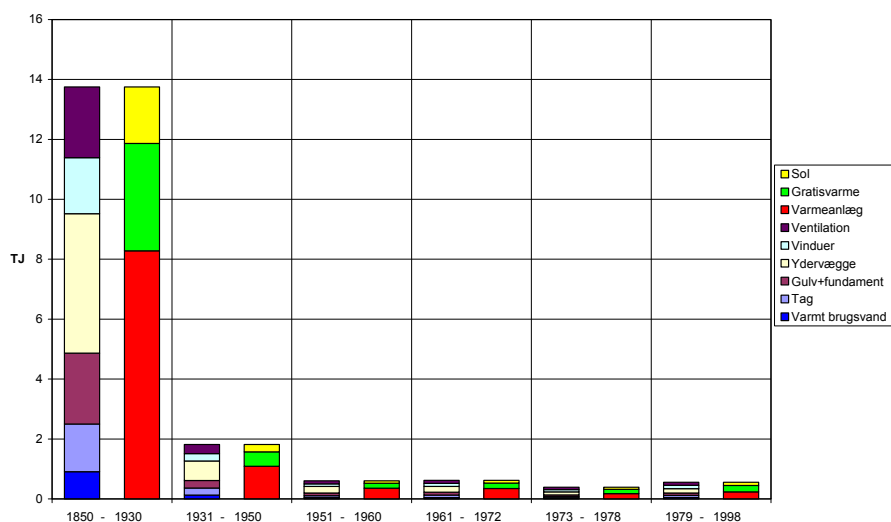
- *ventilationstab*,
- transmissionstab gennem bygningernes *vinduer*,
- transmissionstab gennem bygningernes *ydervægge*,
- transmissionstab gennem bygningernes *gulve og fundamenter*,
- transmissionstab gennem bygningernes *tage*,
- forbruget af *varmt brugsvand*.

Søjlerne højde repræsenterer det samlede, beregnede energiforbrug for alle danske bygninger inden for hver af de fem anvendelsestyper i hver byggeperiode. Høje søjler er således ikke et udtryk for at bygningernes energimæssige ydeevne er ringe, men er en kombination af ydeevne og opført areal i Danmark inden for en klasse af bygninger.

Tabel 6. Arealer (mio. m²) der er omfattet af de fem bygningskategorier.

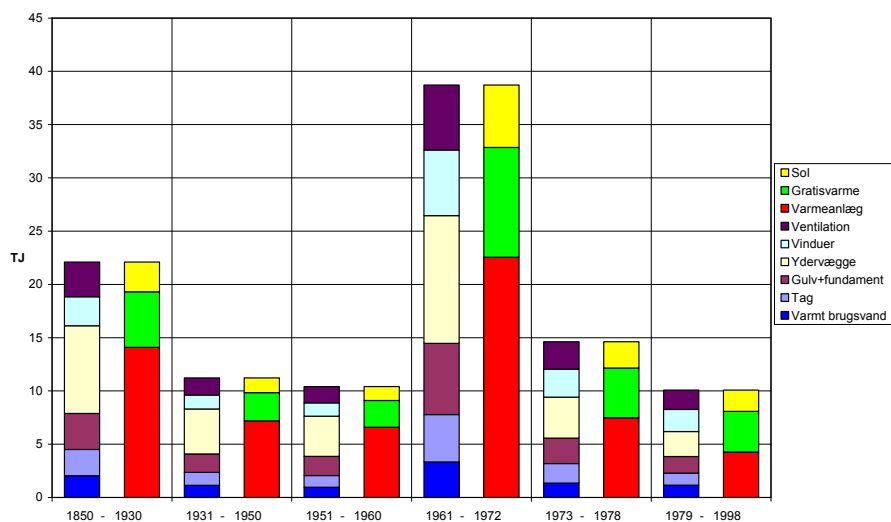
Arealer	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	18,74	27,72	4,27	24,84	11,09
1931-1950	2,45	13,72	2,16	14,92	3,35
1951-1960	0,84	12,98	2,50	8,02	2,79
1961-1972	0,91	58,24	5,30	14,35	11,41
1973-1978	0,72	24,66	4,35	4,57	6,67
1979-1998	1,08	19,95	15,06	8,08	16,88
I alt	24,74	157,27	33,64	74,78	52,19

Stuehuse



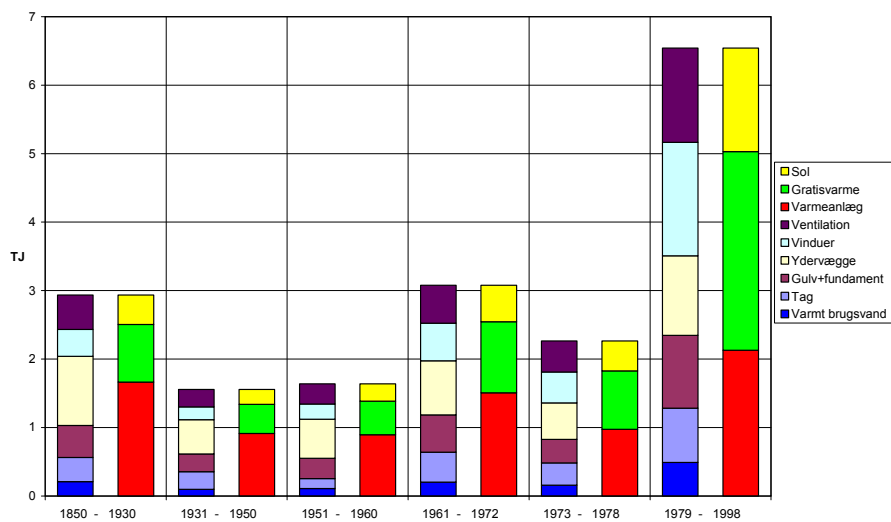
Figur 8. Beregnet varmebalance for alle Danske stuehuse (BBR anvendelseskode 110).

Parcelhuse



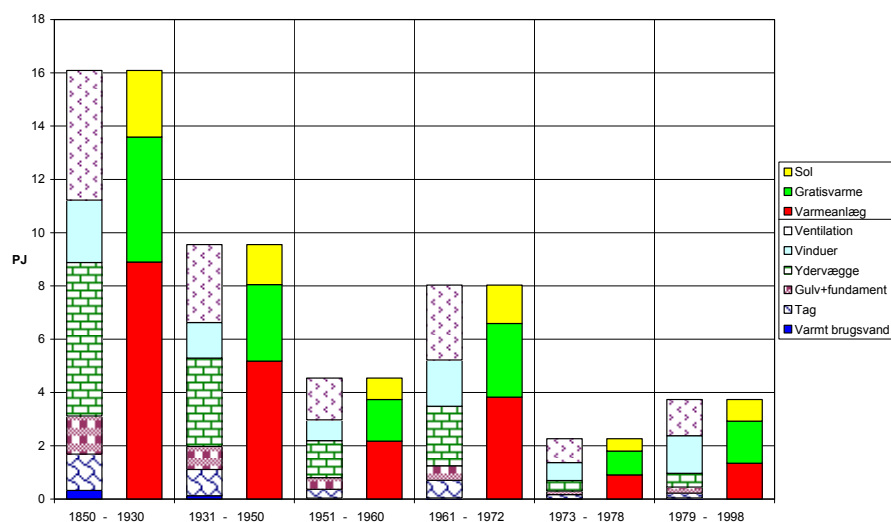
Figur 9. Beregnet varmebalance for alle Danske parcelhuse (BBR anvendelseskode 120).

Række/kædehuse



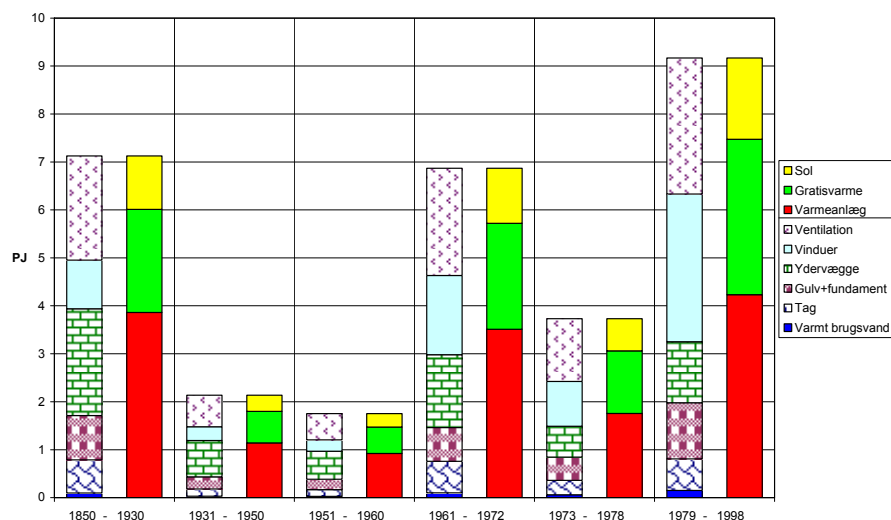
Figur 10. Beregnet varmebalance for alle Danske række-/kædehuse (BBR anvendelseskode 130).

Etageboliger



Figur 11. Beregnet varmebalance for alle Danske etageboliger (BBR anvendelseskode 140).

Handel og service



Figur 12. Beregnet varmebalance for alle Danske bygninger som benyttes til handel og service (BBR anvendelseskode 320).

Når søjlerne for handel og service er så høje i perioden 1979-1998 skyldes der er ca. 32 % af det samlede areal inden for denne bygningstype er opført inden for denne periode.

Scenarier for energibesparelser

I opgørelsen af potentialet for energibesparelser forbundet med forbedringer af klimaskærmen er der taget hensyn til muligheden for at forbedre klimaskærmen samt økonomien forbundet med gennemførelsen af forbedringerne.

I opgørelsen af hvilke konstruktioner som tænkes forbedret i de enkelte scenarier er der taget udgangspunkt i energimærkningskonsulenternes registreringer af bygningerne termiske og fysiske egenskaber. Det betyder at samtlige registrerede konstruktioner indgår med deres U-værdi og arealandel af det samlede registrerede areal. Når der skal tages stilling til hvilke konstruktioner som tænkes forbedret sker det ud fra en række grænseværdier som fx angivet i tabel 7. Tabellen skal læses som: alle konstruktioner af en type (ydervægge, tage, gulve eller vinduer) med en U-værdi over *U-værdi grænse* bliver forbedret med mm *Ekstra isolering* (vinduer forbedres til en *ny U-værdi*). Det er dog kun *Procentgrænse* af konstruktionerne som faktisk forbedres. *Procentgrænsen* er et udtryk for at en vis andel af de konstruktioner som ligger over *U-værdi grænse* alligevel ikke forbedres på grund af arkitektoniske, tekniske eller økonomiske årsager.

Tabel 7. Principielle grænseværdier for hvilke og hvor mange konstruktioner der gennemgår en energimæssig forbedring. Sidste række viser niveauet for forbedringen.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer
<i>U-værdi grænse</i>	0,9	0,3	0,5	2,5
<i>Andel i procent som forbedres</i>	75	75	25	100
<i>Ekstra isolering / ny U-værdi</i>	100	200	100	1,5

Ydervægge, tage og gulve antages forbedret med et antal millimeter mineraluld (*Ekstra isolering*). Den forbedrede U-værdi beregnes på baggrund af den registrerede U-værdi og den termiske modstand af den tilføjede isoleringstykkelse. Dette gør sig dog ikke gældende for hulmure, som forbedres svarende til indblæsning af mineraluld i hulrummet.

For vinduerne regnes forbedringen svarende til isætning af et nyt vindue med en gennemsnitlig, samlet U-værdi på fx 1,5 W/m² K. Denne værdi er noget højere end den mulige værdi for nye vinduer, men er valgt for at tage højde for den forøgede solafskærmende virkning af glas med lavemissionsbelægninger. Virkningen af disse belægninger antages at svare til 0,2 W/m² K, og den reelle U-værdi for de udskiftede vinduer/ruder er således 1,3 W/m² K.

De samme grænser for udvælgelse af konstruktioner til forbedring antages at være de samme for alle bygningstyper og byggeperioder.

Økonomi

Ved opgørelsen af omkostningerne (eksklusiv moms) ved energiforbedringer er der gjort en række antagelser for de fire kategorier af bygningskomponenter.

Ydervægge

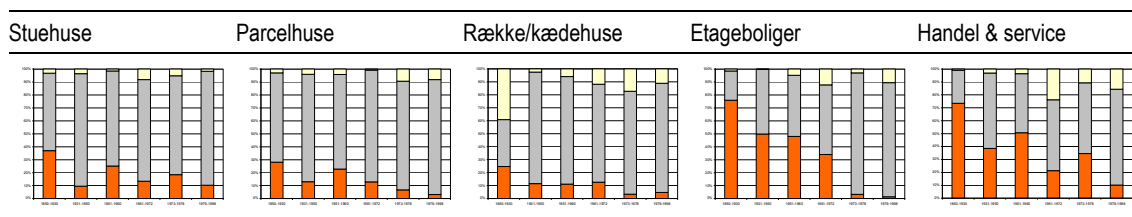
Ydervæggene kan inddeles i tre typer: tunge ydervægge, hule ydervægge og lette ydervægge, og der er forskellige økonomiske forudsætninger for at påvirke hver type.

For tunge ydervægge antages en startomkostning på 1500 kr. pr. m² ydervæg som efterisoleres og en yderligere omkostning på 7 kr. pr. mm isolering som tilføjes ydervæggen.

Efterisolering af hulmure er begrænset af tykkelsen af hulrummet i ydervæggen og omkostningen er derfor sat til 350 kr. pr. m² ydervæg.

Lette ydervægge er generelt lettere at isolere end tunge ydervægge og isoleringstykkelsen er mere fleksibel end for hule ydervægge. De økonomiske forudsætninger for denne type ydervægge er fastsat til 500 kr. pr. m² ydervæg plus 3 kr. pr. mm isolering, inkl. krydslægning af lægter og evt. kraftigere lægter.

Fordelingen af de tre typer ydervægge kan findes fra energimærkningskonsulenternes indberetninger for bygninger opført i de seks typiske byggeperioder, og den resulterende pris for efterisolering af ydervægge er beregnet på baggrund af denne fordeling.



Figur 13. Fordeling af de tre typer ydervægge (tunge, hule og lette) i de seks typiske byggeperioder for hver bygningstype.

Som det fremgår af figur 13 er hulmure dominerende for enfamiliehuse allerede i de tidlige byggeperioder hvorimod den først slår igennem i etageboligerne i de senere byggeperioder. Fordelingen af de tre ydervægstyper for bygninger til handel og service minder om fordelingen for etageboliger.

I forbindelse med en vurdering af marginalomkostningen ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i sammenhæng med anden planlagt renovering af ydervæggen antages det for de tre type af ydervægge at:

- Tunge ydervægge: 0 kr. pr. m² plus 7 kr. pr. mm isoleringstykkelse,
- Hulmure: 350 kr. pr. m² (som ved vurdering af den fulde omkostning),
- Lette ydervægge: 0 kr. pr. m² plus 3 kr. pr. mm isoleringstykkelse.

Det betyder at prisen for etablering af ny regnskærm henregnes til den øvrige renovering lige hvorimod prisen pr. mm isolering betragtes som en marginalomkostning.

Tag

Tagene er ikke som ydervæggene inddelt i forskellige undergrupper, og opgørelsen af økonomien for disse bygger derfor på en gennemsnitsvurdering for uudnyttede og udnyttede tagetager samt flade tage. Den økonomiske forudsætning for tage er en startpris på 100 kr. pr. m² tag plus 1 kr. pr. mm isolering der udlægges som efterisolering.

Ved vurdering af marginalomkostningen for isolering af tagene (og lofter) antages at halvdelen af tagene kan forbedres i forbindelse med udskiftning af tagdækningen. Marginalomkostningen bliver således en startpris på 50 kr. pr. m² plus 1 kr. pr. mm isolering.

Gulve

Lige som tagene er gulvene ikke inddelt i undergrupper, og den økonomiske forudsætning bygger på den antagelse at det alene er muligt at efterisolere gulve over kældre. Økonomien er således en startomkostning på 350 kr. pr. m² gulv og ingen ekstraomkostning pr. mm isolering idet der regnes med indblæsning af mineraluld under gulvet på samme måde som for hule ydervægge.

Prisen for efterisolering af gulve er beregnet ud fra prisen for indblæsning af mineraluld under gulvbrædderne. Der er således ikke forskel på marginalomkostningen og den fulde pris.

Vinduer

I beregning af økonomien for udskiftning af vinduer eller ruder er der regnet med en gennemsnitlig pris på 2500 kr. pr. m² vindue.

Ved en marginalomkostningsbetragtning antages det at der ikke er en ekstraomkostning forbundet med udskiftning til lavenergivinduer/ruder og derfor er marginalomkostningen 0 kr. pr. m² vindue.

Scenarie 1

I dette scenarie tages der udgangspunkt i investeringer i energibesparende foranstaltninger som forventes at have en rentabilitet som ligger inden for grænserne for hvad der kan tilbagebetales ved hjælp af energibesparelser inden for en periode af 15-25 år.

Det antages således at 75 % af ydervæggene med en U-værdi over 0,9 W/m²K (svarende til at isolerede hulmure og ydervægge opført i henhold til BR77 og nyere ikke er omfattet af forbedringerne). Disse ydervægge forbedres med 100 mm isolering. Tilsvarende forbedres 75 % af tagene med en U-værdi over 0,3 W/m²K (svarende til at tagkonstruktioner med mere end 100 mm isolering, BR77 niveau, ikke forbedres) ved udlægning af 200 mm isolering. Kun 25 % af gulvene med en U-værdi over 0,5 W/m²K (hvilket er over mindstekravet i alle Bygningsreglementer siden BR61) antages forbedret med indblæsning af 100 mm isolering i bjælkelaget. Når kun 25 % af gulvene forbedres skyldes det en antagelse om tilstedeværelse af bjælkelag hvor det er muligt at indblæse isolering. Det antages at alle vinduer med en samlet U-værdi over 2,5 W/m²K, svarende til at alle almindelige 2-lags termoruder (BR72 krav) forbedres til dagens standard.

Tabel 8. Grænseværdier for hvilke og hvor mange konstruktioner der gennemgår en energimæssig forbedring. Sidste række viser niveauet for forbedringen.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer
U-værdi grænse	0,9	0,3	0,5	2,5
Andel i procent som forbedres	75	75	25	100
Ekstra isolering / ny U-værdi	100	200	100	1,5

På baggrund af forudsætningerne i tabel 8 bliver U-værdierne for gennemsnittet af de forbedrede konstruktioner som angivet i tabel 9 til gennemsnittet af alle bygningernes gulve efter forbedringen af 25 % af arealet har en u-værdi som ca. svarer til mindstekravet i br72. tabel 12.

Tabel 9. Gennemsnitlige U-værdier for ydervægge efter forbedring af de dårligste.

Ydervægge	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,54	0,56	0,58	0,58	0,55
1931-1950	0,58	0,58	0,59	0,60	0,59
1951-1960	0,60	0,57	0,60	0,54	0,56
1961-1972	0,54	0,52	0,53	0,55	0,50
1973-1978	0,49	0,46	0,49	0,46	0,38
1979-1998	0,38	0,35	0,33	0,31	0,36

Gennemsnittet ydervæggene i alle bygninger efter forbedring af 75 % af arealet har en U-værdi som svarer til midtpunktet mellem mindstekravene i BR72 og BR77.

Tabel 10. Gennemsnitlige U-værdier for tage efter forbedring af de dårligste.

Tage	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
1931-1950	0,22	0,23	0,27	0,27	0,20
1951-1960	0,21	0,21	0,19	0,23	0,19
1961-1972	0,24	0,20	0,21	0,25	0,21
1973-1978	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19
1979-1998	0,20	0,19	0,19	0,18	0,21

Gennemsnittet af alle bygningernes tage efter forbedring af 75 % af arealet har en U-værdier som ca. svarer til mindstekravet i BR77.

Tabel 11. Gennemsnitlige U-værdier for gulve efter forbedring af de dårligste.

Gulve	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,37	0,34	0,38	0,41	0,49
1931-1950	0,31	0,35	0,41	0,43	0,43
1951-1960	0,33	0,34	0,34	0,45	0,46
1961-1972	0,34	0,30	0,29	0,36	0,39
1973-1978	0,26	0,28	0,25	0,27	0,49
1979-1998	0,31	0,24	0,24	0,24	0,49

Gennemsnittet af alle bygningernes gulve efter forbedringen af 25 % af arealet har en U-værdi som ca. svarer til mindstekravet i BR72.

Tabel 12. Gennemsnitlige U-værdier for vinduer efter forbedring af de dårligste.

Vinduer	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	1,61	1,65	1,64	1,65	1,76
1931-1950	1,62	1,65	1,67	1,61	1,67
1951-1960	1,68	1,65	1,68	1,60	1,56
1961-1972	1,62	1,60	1,60	1,62	1,59
1973-1978	1,58	1,59	1,59	1,58	1,67
1979-1998	1,68	1,64	1,61	1,64	1,57

Vinduerne i de forbedrede bygninger (100 %) opfylder i gennemsnit mindstekravet til vinduer i BR95/BR-S98 og stort set kravet i BR08 i forbindelse med om- og tilbygninger.

Tabel 13. Energibesparelspotentialer i TJ ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Det samlede energibesparelspotentiale er 37 PJ.

	1850- 1930	1931- 1950	1951- 1960	1961- 1972	1973- 1978	1979- 1998	I alt
Stuehuse	2.974	422	116	82	43	78	3.715
Parcelhuse	4.802	2.273	1.987	3.840	1.638	872	15.412
Rækkehuse	710	392	320	385	314	692	2.813
Etageboliger	4.052	2.508	1.038	1.161	360	524	9.643
Handel & service	1.556	501	411	1.097	579	1.547	5.691
I alt	14.094	6.096	3.872	6.565	2.934	3.713	37.274

De store forskelle i tabel 13 mellem de enkelte celler i en række er dels et udtryk for forskelle i energimæssig kvalitet af bygningerne og dels et udtryk for hvor mange m² der er opført inden for en given tidsperiode. Det store besparelspotentiale for parcelhuse i perioden 1961-1972 i forhold til perioden 1951-1960 skyldes således ikke at bygningerne er dårligere end i den tidlige periode, men at der er bygget mange huse i perioden 1961-1972.

Tabel 14. Potentielle energibesparelser i stuehuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	561	110	21	28	9	16
Gulv	131	12	5	2	1	4
Ydervægge	1.425	187	57	7	3	20
Vinduer	857	113	33	46	30	38
I alt	2.974	422	116	83	43	78

Tabel 15. Potentielle energibesparelser i parcelhuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	1.007	498	376	1.025	352	56
Gulv	132	65	48	0	0	0
Ydervægge	2.486	1.166	1.048	314	262	108
Vinduer	1.177	544	515	2.500	1.024	708
I alt	4.802	2.273	1.987	3.839	1.638	872

Tabel 16. Potentielle energibesparelser i rækkehuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	121	113	28	138	94	39
Gulv	19	11	10	10	0	0
Ydervægge	421	202	208	27	52	36
Vinduer	149	66	75	211	168	617
I alt	710	392	321	386	314	692

Tabel 17. Potentielle energibesparelser i etageboliger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	604	491	126	287	47	0
Gulv	85	64	38	32	0	0
Ydervægge	2.123	1.210	466	75	28	40
Vinduer	1.240	745	408	768	284	484
I alt	4.052	2.510	1.038	1.162	359	524

Tabel 18. Potentielle energibesparelser i handels og service bygninger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	242	47	61	284	104	105
Gulv	85	22	15	37	44	110
Ydervægge	795	284	212	45	105	58
Vinduer	435	149	124	731	328	1.273
I alt	1.557	502	412	1.097	581	1.546

Tabel 19. Energibesparelsepotentialer i procent af energiforbruget til opvarmning og varmt vand ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Den samlede energibesparelse for alle bygninger i de fem bygningskategorier er ca. 23 %.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	29 %	27 %	25 %	14 %	17 %	14 %
Parcelhuse	34 %	35 %	28 %	19 %	22 %	19 %
Rækkehuse	30 %	32 %	26 %	19 %	17 %	23 %
Etageboliger	32 %	33 %	30 %	19 %	22 %	20 %
Handel & service	32 %	34 %	35 %	24 %	24 %	27 %

De procentvise besparelser i tabel 19 er beregnet i forhold til det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand i de ikke forbedrede bygninger.

Tabel 20. Omkostninger i millioner kr. ved gennemførelse af de i tabel 8 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede omkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 198 mia. kr.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer	I alt
Stuehuse	5.463	1.552	644	7.541	15.200
Parcelhuse	15.079	9.748	1.474	45.023	71.324
Rækkehuse	1.452	1.662	341	9.869	13.324
Etageboliger	33.688	2.900	1.393	25.300	63.281
Handel & service	9.971	2.424	1.798	20.938	35.131
I alt	65.653	18.286	5.650	108.671	198.260

Tabel 21. Omkostninger i kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 8 definerede energibesparende foranstaltninger.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	15	12	16	18	22	21
Parcelhuse	14	13	15	20	20	24
Rækkehuse	13	11	12	20	19	24
Etageboliger	29	19	18	19	22	25
Handel & service	26	18	17	20	24	23

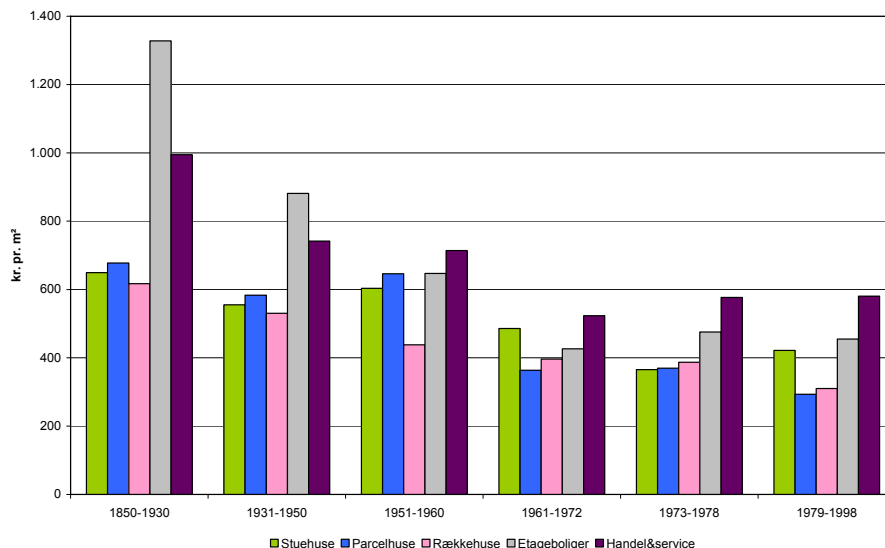
Tabel 22. Marginalomkostninger (millioner kr.) ved gennemførelse af de i tabel 8 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede marginalomkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 38 mia. kr.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	I alt
Stuehuse	2.808	463	144	115	40	101	3.672
Parcelhuse	5.079	2.707	2.576	3.635	1.543	310	15.850
Rækkehuse	619	412	272	538	364	92	2.298
Etageboliger	5.481	2.850	1.016	833	177	59	10.416
Handel & service	1.902	618	476	1.170	748	1.021	5.934
I alt	15.890	7.050	4.484	6.291	2.873	1.583	38.170

Tabel 23. Marginalomkostninger i kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 8 definerede energibesparende foranstaltninger.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	3,4	4,0	4,5	5,1	3,3	4,7
Parcelhuse	3,8	4,3	4,7	3,4	3,4	1,3
Rækkehuse	3,1	3,8	3,1	5,0	4,2	0,5
Etageboliger	4,9	4,1	3,5	2,6	1,8	0,4
Handel & service	4,4	4,4	4,2	3,8	4,6	2,4

Marginalomkostningerne udgør den ekstra omkostning som er forbundet med den forøgede isoleringsevne for konstruktionen, men eksklusiv de omkostninger som er forbundet med almindelig udskiftning og forbedring af konstruktionen. Det vil fx sige at der ikke indregnes omkostninger til ny tagdækning i forbindelse med isolering af tag, men alene udgifter til udlægning af isolering (materialer og arbejds løn) og evt. forøgelse af spærhøjden.



Figur 14. Omkostninger pr. m² opvarmet areal for forbedring af gennemsnitsbygningen i henhold til betingelserne i tabel 8.

Gennemføres tiltagene i scenarie et vil det være muligt at spare 37 Peta Joule (ca. 23 % af energibehovet til opvarmning og varmt vand) i den del af den danske bygningsmasse som er omfattet af de fem bygningskategorier. De samlede omkostningerne forbundet med gennemførelse af disse forbedringer er ca. 198 mia. kr. Ekstraomkostningerne ved at gennemføre disse energiforbedringer sammen med planlagte forbedringer eller udskiftninger er derimod ca. 38 mia. kr.

Scenarie 2 – Ekstreme foranstaltninger

Dette scenarie omfatter energibesparende foranstaltninger som ikke umiddelbart er rentable, men som generelt vil bringe konstruktionerne ned til et niveau som er sammenlignelig med kravene til konstruktioner i nye bygninger. I denne beregning antages at 100 % af de konstruktioners arealer som opfylder kriteriet for U-værdien forbedres med den angivne isoleringstykkelse hhv. til den forbedrede U-værdi for vinduerne.

Hvor intet andet er angivet gælder de samme generelle bemærkninger til de enkelte tabeller som anført i scenarie 1.

Tabel 24. Grænseværdier for hvilke og hvor mange konstruktioner der gennemgår en energimæssig forbedring i dette scenarie. Sidste række viser niveauet for forbedringen.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer
U-værdi grænse	0,5	0,3	0,5	2,5
Andel i procent som forbedres	100	100	100	100
Ekstra isolering / ny U-værdi	250	300	100	1,5

Ved denne forbedring af ydervæggene antages alle hule ydervægge at blive isoleret udvendigt lige som de tunge ydervægge med deraf følgende samme udgiftsniveau.

Det antages at alle perioder forbedres efter samme betingelser som angivet i tabel 24.

Tabel 25. Gennemsnitlige U-værdier for ydervægge efter forbedring af de dårligste.

Ydervægge	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,22	0,22	0,20	0,18	0,19
1931-1950	0,21	0,20	0,21	0,19	0,20
1951-1960	0,18	0,20	0,19	0,21	0,21
1961-1972	0,23	0,23	0,26	0,22	0,24
1973-1978	0,26	0,27	0,26	0,34	0,24
1979-1998	0,30	0,29	0,29	0,26	0,30

Gennemsnittet af ydervæggene i alle bygninger efter forbedring af hele arealet har en U-værdi, der for de ældste bygningers vedkommende ligger tæt på niveauet for kravene til om- og tilbygninger i BR08. For de nyere bygninger ligger gennemsnittet midt mellem kravet til nye bygninger og kravet ved om- og tilbygninger i BR08.

Tabel 26. Gennemsnitlige U-værdier for tage efter forbedring af de dårligste.

Tage	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,16	0,16	0,16	0,16	0,19
1931-1950	0,13	0,16	0,14	0,16	0,15
1951-1960	0,16	0,16	0,16	0,17	0,12
1961-1972	0,18	0,17	0,16	0,16	0,13
1973-1978	0,18	0,18	0,16	0,16	0,13
1979-1998	0,16	0,18	0,19	0,18	0,18

Gennemsnittet af alle bygningernes tage efter forbedring af det samlede tagareal har en U-værdier som ligger tæt på kravet i forbindelse med om- og tilbygninger BR08 og under BR08 kravet til nybyggeri.

Tabel 27. Gennemsnitlige U-værdier for gulve efter forbedring af de dårligste.

Gulve	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	0,23	0,23	0,23	0,20	0,20
1931-1950	0,21	0,22	0,22	0,19	0,18
1951-1960	0,18	0,25	0,23	0,19	0,21
1961-1972	0,32	0,27	0,26	0,22	0,26
1973-1978	0,26	0,27	0,24	0,27	0,32
1979-1998	0,23	0,24	0,23	0,23	0,25

Gennemsnittet af alle bygningernes gulve efter forbedringen af alle gulvene har en U-værdi som alle ligger under kravet i BR08 til nybyggeri, men over kravet ved om- og tilbygninger.

Tabel 28. Gennemsnitlige U-værdier for vinduer efter forbedring af de dårligste.

Vinduer	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Handel & service
1850-1930	1,61	1,65	1,64	1,65	1,76
1931-1950	1,62	1,65	1,67	1,61	1,67
1951-1960	1,68	1,65	1,68	1,60	1,56
1961-1972	1,62	1,60	1,60	1,62	1,59
1973-1978	1,58	1,59	1,59	1,58	1,67
1979-1998	1,68	1,64	1,61	1,64	1,57

Vinduerne i de forbedrede bygninger (100 %) opfylder i gennemsnit mindstekravet til vinduer i BR95/BR-S98 og stort set kravet i BR08 i forbindelse med til- og ombygninger.

Tabel 29. Energibesparelspotentialer i Tj pr. år ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Det samlede energibesparelspotentiale er 58 PJ.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	I alt
Stuehuse	5.085	729	230	101	87	120	6.352
Parcelhuse	8.412	4.328	3.738	4.667	3.144	1.252	25.541
Rækkehuse	1.142	647	558	475	557	828	4.207
Etageboliger	6.253	3.798	1.540	1.327	443	571	13.932
Handel & service	2.514	781	639	1.253	887	2.055	8.129
I alt	23.406	10.283	6.705	7.823	5.118	4.826	58.161

Tabel 30. Potentielle energibesparelser i *stuehuse* fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	842	160	30	42	14	26
Gulv	491	39	19	2	1	15
Ydervægge	2.895	417	148	11	42	41
Vinduer	857	113	33	46	30	38
I alt	5.085	729	230	101	87	120

Tabel 31. Potentielle energibesparelser i *parcelhuse* fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	1.448	716	548	1.538	563	113
Gulv	485	262	192	0	49	0
Ydervægge	5.303	2.806	2.484	629	1.508	432
Vinduer	1.177	544	515	2.500	1.024	708
I alt	8.413	4.328	3.739	4.667	3.144	1.253

Tabel 32. Potentielle energibesparelser i *rækkehuse* fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	169	158	40	205	132	37
Gulv	68	46	34	10	7	26
Ydervægge	761	378	411	53	266	174
Vinduer	145	64	72	208	153	591
I alt	1.143	646	557	476	558	828

Tabel 33. Potentielle energibesparelser i *etageboliger* fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	876	690	180	423	73	0
Gulv	381	267	151	32	0	7
Ydervægge	3.756	2.095	801	105	85	80
Vinduer	1.240	745	408	768	284	484
I alt	6.253	3.797	1.540	1.328	442	571

Tabel 34. Potentielle energibesparelser i *handel og service* bygninger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	362	73	91	426	166	184
Gulv	338	84	70	37	167	423
Ydervægge	1.379	475	355	60	226	175
Vinduer	435	149	124	731	328	1.273
I alt	2.514	781	640	1.254	887	2.055

Tabel 35. Energibesparelspotentialer i procent af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Den samlede besparelse for alle fem bygningskategorier er ca. 37 %).

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	51 %	55 %	52 %	23 %	35 %	35 %
Parcelhuse	51 %	51 %	48 %	17 %	32 %	20 %
Rækkehuse	55 %	57 %	49 %	23 %	40 %	23 %
Etageboliger	50 %	51 %	44 %	22 %	27 %	22 %
Handel & service	52 %	54 %	54 %	28 %	37 %	36 %

Tabel 36. Omkostninger i millioner kr. ved gennemførelse af de i tabel 24 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede omkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 398 mia. kr.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer	I alt
Stuehuse	22.298	2.759	2.494	7.541	35.092
Parcelhuse	73.520	17.329	7.316	45.023	143.188
Rækkehuse	5.695	2.955	1.421	9.869	19.940
Etageboliger	76.807	5.155	4.965	25.300	112.227
Handel & service	25.373	4.310	6.185	20.938	56.806
I alt	203.693	32.508	22.381	108.671	367.253

Tabel 37. Omkostninger i kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 24 definerede energibesparende foranstaltninger.

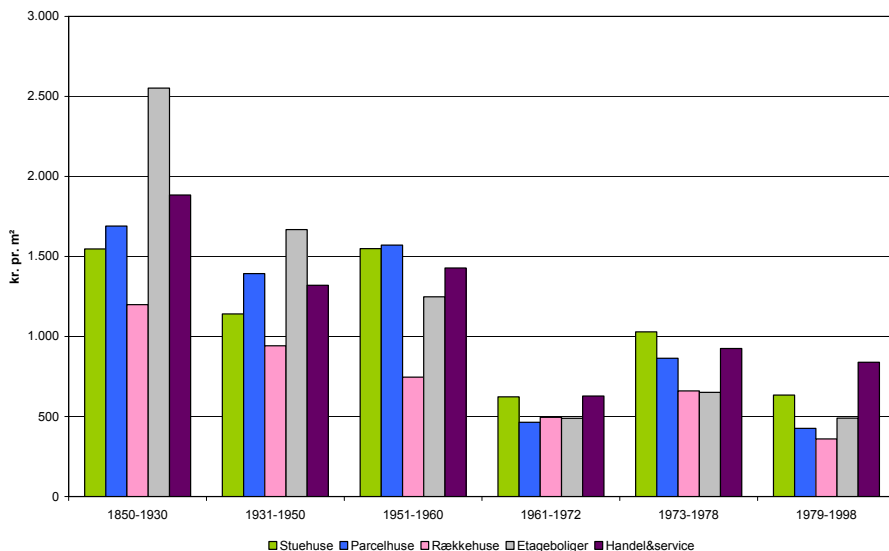
	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	21	14	20	20	31	21
Parcelhuse	20	16	20	21	24	24
Rækkehuse	16	11	12	20	19	24
Etageboliger	36	24	23	19	24	25
Handel & service	30	20	22	21	25	25

Tabel 38. Marginalomkostninger (mio. kr.) ved gennemførelse af de i tabel 24 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede marginalomkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 100 mia. kr.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	I alt
Stuehuse	7.914	1.303	442	204	234	267	10.365
Parcelhuse	14.478	8.297	7.291	7.664	8.863	2.019	48.611
Rækkehuse	1.491	1.020	746	955	1.168	616	5.996
Etageboliger	10.249	5.968	2.320	1.342	770	258	20.907
Handel & service	4.068	1.302	1.094	1.954	1.992	4.025	14.435
I alt	38.200	17.890	11.894	12.119	13.027	7.185	100.315

Tabel 39. Marginalomkostninger i kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 24 definerede energibesparende foranstaltninger.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	5,6	6,4	6,9	7,3	9,7	8,0
Parcelhuse	6,2	6,9	7,0	5,9	10,1	5,8
Rækkehuse	4,7	5,7	4,8	7,2	7,5	2,7
Etageboliger	5,9	5,7	5,4	3,6	6,3	1,6
Handel & service	5,8	6,0	6,2	5,6	8,1	7,1



Figur 15. Omkostninger pr. m² opvarmet areal for forbedring af gennemsnitsbygningen i henhold til betingelserne i tabel 24.

Hvis forbedringerne i dette scenarie gennemføres kan der opnås en samlet energibesparelse for alle bygninger i de fem kategorier på 58 Peta Joule (ca. 37 % af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand). De samlede investeringer forbundet med forbedringerne i dette scenarie er ca. 398 mia. kr. Ekstraomkostningerne ved at gennemføre forbedringerne sammen med allerede planlagte forbedringer er ca. 100 mia. kr.

Hvis man i stedet gennemførte de nævnte foranstaltninger for alle konstruktioner, uanset deres registrerede U-værdi, som angivet i tabel 40, bliver den samlede besparelse og tilhørende omkostninger som angivet i tabel 41 til tabel 47.

De benyttede grænser for U-værdier sikrer at alle konstruktioner som med rimelighed kan siges ikke at falde ind under betegnelsen super lavenergi bliver omfattet af forbedringerne.

Tabel 40. Grænseværdier for hvilke og hvor mange konstruktioner der gennemgår en energimæssig forbedring i denne variant af scenariet. Sidste række viser niveauet for forbedringen.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer
U-værdi grænse	0,1	0,1	0,1	1,5
Andel i procent som forbedres	100	100	100	100
Ekstra isolering / ny U-værdi	250	300	100	1,5

Tabel 41. Energibesparelspotentialer i TJ pr. år ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Det samlede energibesparelspotentiale er 74 PJ.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	I alt
Stuehuse	6.105	830	264	129	140	205	7.673
Parcelhuse	9.999	5.022	4.507	6.822	5.341	3.164	34.855
Rækkehuse	1.315	720	671	614	812	1.985	6.117
Etageboliger	6.858	4.102	1.743	1.546	637	929	15.815
Handel & service	2.917	872	705	1.410	1.151	2.906	9.961
I alt	27.194	11.546	7.890	10.521	8.081	9.189	74.421

Tabel 42. Potentielle energibesparelser i stuehuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	1.169	176	42	58	30	42
Gulv	720	66	25	7	14	29
Ydervægge	3.263	461	157	13	64	87
Vinduer	953	127	40	51	33	47
I alt	6.105	830	264	129	141	205

Tabel 43. Potentielle energibesparelser i parcelhuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	1.825	903	753	2.905	1.196	621
Gulv	837	414	431	359	591	355
Ydervægge	5.966	3.065	2.717	786	2.426	1.350
Vinduer	1.371	640	606	2.772	1.128	838
I alt	9.999	5.022	4.507	6.822	5.341	3.164

Tabel 44. Potentielle energibesparelser i rækkehuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	211	170	73	287	189	394
Gulv	106	62	57	29	66	226
Ydervægge	830	409	450	66	389	731
Vinduer	169	79	91	232	168	635
I alt	1.316	720	671	614	812	1.986

Tabel 45. Potentielle energibesparelser i etageboliger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	1.057	781	243	498	104	102
Gulv	508	318	183	53	40	64
Ydervægge	3.879	2.182	872	121	185	191
Vinduer	1.414	821	445	875	307	572
I alt	6.858	4.102	1.743	1.547	636	929

Tabel 46. Potentielle energibesparelser i handel og service bygninger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	518	99	104	479	197	420
Gulv	386	95	85	62	225	570
Ydervægge	1.443	500	383	75	331	525
Vinduer	569	178	133	795	398	1.391
I alt	2.916	872	705	1.411	1.151	2.906

Tabel 47. Energibesparelspotentialer i procent af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Den samlede besparelse i alle fem bygningskategorier er ca. 47 %.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	61 %	62 %	60 %	29 %	56 %	60 %
Parcelhuse	60 %	59 %	57 %	25 %	55 %	52 %
Rækkehuse	63 %	64 %	59 %	30 %	58 %	56 %
Etageboliger	55 %	55 %	50 %	25 %	38 %	35 %
Handel & service	60 %	60 %	60 %	31 %	48 %	51 %

Tabel 48. Omkostninger i millioner kr. ved gennemførelse af de i tabel 40 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede omkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 561 mia. kr.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer	I alt
Stuehuse	29.992	7.833	6.657	9.260	53.742
Parcelhuse	97.890	54.783	33.513	58.635	244.821
Rækkehuse	9.432	10.728	8.195	12.552	40.907
Etageboliger	87.458	11.301	8.615	32.168	139.542
Handel & service	38.496	10.438	7.636	25.394	81.964
I alt	263.268	95.083	64.616	138.009	560.976

Tabel 49. Omkostninger i kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 40 definerede energibesparende foranstaltninger.

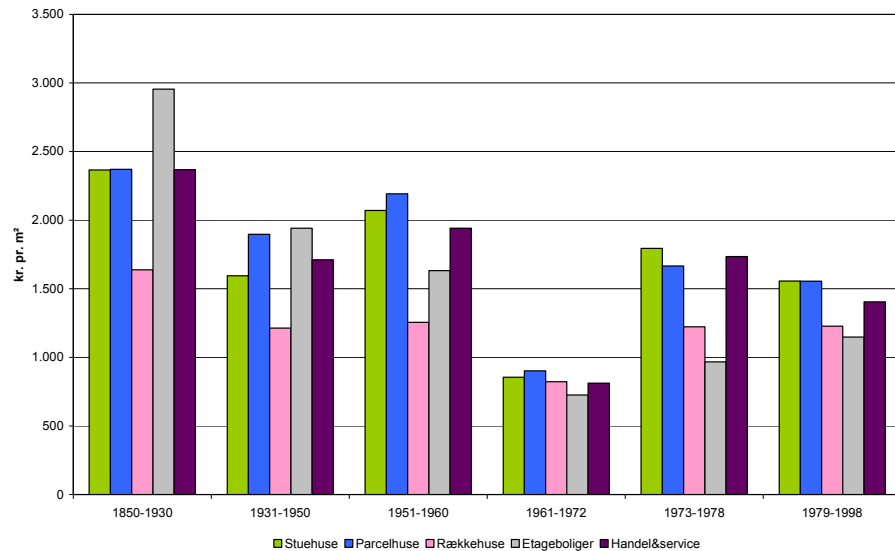
	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	26	17	24	22	33	30
Parcelhuse	24	19	23	28	28	35
Rækkehuse	19	13	17	26	24	34
Etageboliger	39	25	27	24	25	36
Handel & service	32	24	28	24	36	29

Tabel 50 Marginalomkostninger (mio. kr.) ved gennemførelse af de i tabel 40 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede marginalomkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 218 mia. kr.

	1850 -1930	1931 -1950	1951 -1960	1961 -1972	1973 -1978	1979 -1998	I alt
Stuehuse	16.243	2.062	715	356	608	910	20.894
Parcelhuse	24.963	12.686	12.406	25.845	23.453	18.997	118.350
Rækkehuse	2.611	1.355	1.666	2.054	3.008	10.708	21.403
Etageboliger	13.810	7.458	3.448	2.329	1.800	3.469	32.314
Handel & service	6.174	1.865	1.552	2.711	3.594	8.804	24.699
I alt	63.802	25.425	19.786	33.295	32.463	42.889	217.660

Tabel 51. Marginalomkostninger i kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 40 definerede energibesparende foranstaltninger.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	9,6	8,9	9,8	9,9	15,6	16,0
Parcelhuse	9,0	9,1	9,9	13,6	15,8	21,6
Rækkehuse	7,1	6,8	8,9	12,0	13,3	19,4
Etageboliger	7,2	6,5	7,1	5,4	10,2	13,4
Handel & service	7,6	7,7	7,9	6,9	11,2	10,9



Figur 16. Omkostninger pr. m² opvarmet areal for forbedring af gennemsnitsbygningen i henhold til betingelserne i tabel 40.

Hvis denne variant af scenarie to gennemføres kan der forventes en besparelse på 74 Peta Joule (ca. 47 %). Omkostningerne til disse forbedringer er ca. 561 mia. kr., hvorimod ekstraomkostningerne udgør ca. 218 mia. kr.

Scenarie 3 – De mest oplagte besparelser

De ydervægge som omfattes af scenariet har U-værdier over 1,0 W/m²K, hvilket svarer til at uisolerede hulmure er omfattet, men stort set alle konstruktioner hvor der er blot 5 cm isolering ikke er omfattet. Af disse ydervægge påvirkes kun 10 % af det samlede areal på grund af konstruktive, tekniske eller arkitektoniske årsager. Halvtreds procent af de tage som har en U-værdi over 0,4 W/m²K, svarende til tagkonstruktioner med mindre end 10 cm isolering forbedres med 200 mm isolering. Femogtyve procent af gulvene med en U-værdi over 0,7 W/m²K (svarende til et uisoleret betongulv) antages forbedret med 100 mm isolering. Alle vinduer som er dårligere isolerede end en traditionel to-lags termorude forbedres til dagens standard.

Hvor intet andet er angivet gælder de samme generelle bemærkninger til de enkelte tabeller som anført i scenarie 1.

Tabel 52. Grænseværdier for hvilke og hvor mange konstruktioner der gennemgår en energimæssig forbedring i denne variant af scenariet. Sidste række viser niveauet for forbedringen.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer
U-værdi grænse	1,0	0,4	0,7	3,1
Andel i procent som forbedres	10	50	25	100
Ekstra isolering / ny U-værdi	100	200	100	1,5

Tabel 53. Energibesparelspotentialer i Tj pr. år ved gennemførelse af energibesparende foranstaltninger i alle danske bygninger af de fem kategorier. Det samlede energibesparelspotentiale er 8,1 PJ.

	1850- 1930	1931- 1950	1951- 1960	1961- 1972	1973- 1978	1979- 1998	I alt
Stuehuse	770	113	20	29	4	7	943
Parcelhuse	1.123	477	417	874	152	56	3.099
Rækkehuse	163	124	65	93	43	7	495
Etageboliger	1.087	644	300	384	46	8	2.469
Handel & service	461	115	78	260	103	121	1.138
I alt	3.604	1.473	880	1.640	348	199	8.144

Tabel 54. Potentielle energibesparelser i stuehuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	374	66	9	16	4	0
Gulv	98	8	0	0	0	4
Ydervægge	184	19	7	4	0	3
Vinduer	114	21	4	8	0	1
I alt	770	114	20	28	4	8

Tabel 55. Potentielle energibesparelser i parcelhuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	566	249	171	342	141	56
Gulv	44	22	24	0	0	0
Ydervægge	331	130	155	314	0	0
Vinduer	181	77	67	217	12	0
I alt	1.122	478	417	873	153	56

Tabel 56. Potentielle energibesparelser i rækkehuse fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	75	80	20	68	31	0
Gulv	10	9	3	0	0	0
Ydervægge	53	27	29	13	10	0
Vinduer	25	7	13	12	2	7
I alt	163	123	65	93	43	7

Tabel 57. Potentielle energibesparelser i etageboliger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	363	291	63	166	31	0
Gulv	21	0	19	0	0	0
Ydervægge	286	151	61	75	0	8
Vinduer	417	202	157	143	14	0
I alt	1.087	644	300	384	45	8

Tabel 58. Potentielle energibesparelser i handel og service bygninger fordelt på klimaskærmens enkelte komponenter

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Tag	155	16	22	124	73	53
Gulv	48	7	0	0	22	55
Ydervægge	97	39	29	30	9	0
Vinduer	160	53	27	106	0	13
I alt	460	115	78	260	104	121

Tabel 59. Potentielle besparelser i procent af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand i forhold til energiforbruget i de eksisterende bygninger. Den samlede besparelse for alle fem bygningskategorier er 5 %.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	8 %	8 %	5 %	7 %	1 %	2 %
Parcelhuse	7 %	6 %	5 %	3 %	2 %	1 %
Rækkehuse	8 %	11 %	6 %	5 %	3 %	0 %
Etageboliger	9 %	9 %	9 %	6 %	3 %	0 %
Handel & service	9 %	8 %	7 %	6 %	4 %	2 %

Tabel 60. Omkostninger i millioner kr. ved gennemførelse af de i tabel 52 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede omkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 32 mia. kr.

	Ydervægge	Tage	Gulve	Vinduer	I alt
Stuehuse	771	1.143	306	474	2.694
Parcelhuse	2.427	7.582	458	1.813	12.280
Rækkehuse	214	1.238	92	261	1.805
Etageboliger	4.945	2.255	207	2.949	10.356
Handel & service	1.525	1.886	340	1.512	5.263
I alt	9.882	14.104	1.403	7.009	32.398

Tabel 61. Omkostninger kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 53 definerede energibesparende foranstaltninger.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	10	10	13	14	28	8
Parcelhuse	11	10	12	18	27	10
Rækkehuse	10	8	9	16	22	26
Etageboliger	18	12	14	12	15	5
Handel & service	15	16	17	18	15	22

Omkostningerne i kr. pr. sparet kWh pr. år skal sammenholdes med en varmepris på ca. 0,55 kr. pr. kWh. Det giver simple tilbagebetalingstider mellem 9 og 51 år, men med hovedvægten af investeringerne omkring 20 år.

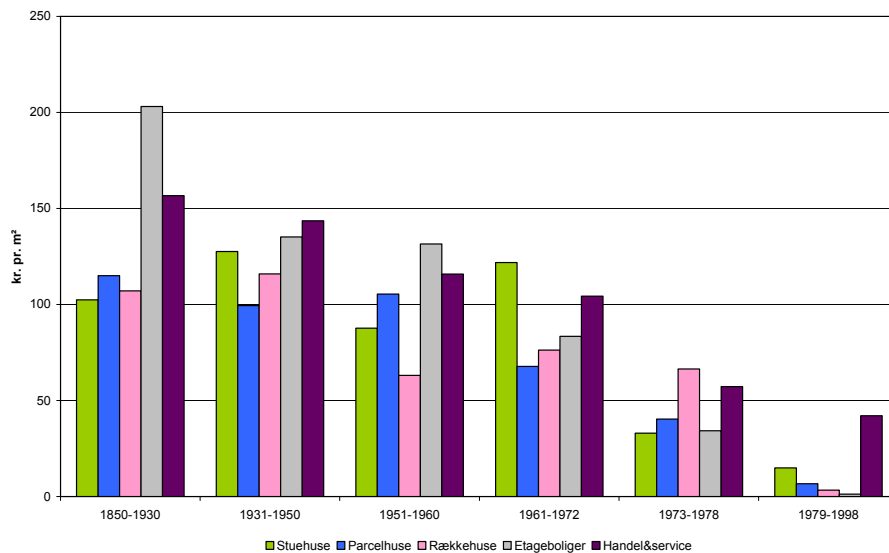
Tabel 62. Marginalomkostninger (mio. kr.) ved gennemførelse af de i tabel 53 definerede energibesparende foranstaltninger. De samlede marginalomkostninger for alle bygninger i Danmark af disse typer er 14 mia. kr.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	I alt
Stuehuse	1.021	190	41	61	20	12	1.345
Parcelhuse	1.759	865	814	2.500	787	112	6.836
Rækkehuse	254	182	91	296	230	0	1.053
Etageboliger	1.225	632	314	437	90	8	2.706
Handel & service	498	167	133	570	283	332	1.984
I alt	4.757	2.036	1.394	3.865	1.409	464	13.925

Tabel 63. Marginalomkostninger kr. pr. sparet kWh pr. år ved gennemførelse af de i tabel 53 definerede energibesparende foranstaltninger.

	1850-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998
Stuehuse	4,8	6,1	7,2	7,6	20,1	6,1
Parcelhuse	5,6	6,5	7,0	10,3	18,6	7,1
Rækkehuse	5,6	5,3	5,0	11,5	19,4	0,0
Etageboliger	4,1	3,5	3,8	4,1	7,1	3,6
Handel & service	3,9	5,2	6,2	7,9	9,9	9,9

Omkostningerne i kr. pr. sparet kWh pr. år skal sammenholdes med en varmepris på ca. 0,55 kr. pr. kWh. Det giver simple tilbagebetalingstider mellem 7 og 44 år, men med hovedvægten af investeringerne omkring 12 år.



Figur 17. Omkostninger pr. m² opvarmet areal for forbedring af gennemsnitsbygningen i henhold til betingelserne i tabel 52.

Hvis der alene ses på de energibesparelser som er mest oplagte at gennemføre, også selv om det ikke er i forbindelse med øvrige renoverings- og vedligeholdelsesarbejder, vil besparelsen og dermed også investeringen blive markant reduceret. Besparelsen bliver ca. 2 % af det samlede energiforbrug til opvarmning af de 5 kategorier af bygninger, for en samlet investering på 32 mia. kr.

Installationer

Det er vanskeligt at opgøre de potentielle energibesparelser ved forbedring af bygningernes tekniske installationer ud fra standardberegninger. Derfor er der taget udgangspunkt i energimærkningskonsulenternes forslag til forbedringer. Informationerne i databasen er for en stor dels vedkommende tilknyttet et SfB-nummer som entydigt knytter forslaget til en given installation i bygningen, og det er disse forslag som danner grundlag for analysen af energibesparelspotentialet ved forbedring af bygningernes tekniske installationer.

Der er pr. 14. januar 2009 indberettet 282.056 energibesparende med tilknyttet SfB-nummer (tabel 64). Af disse forslag til energibesparelser havde blot 1.436 (0,5 %) forslag tilknyttet en energibesparelse. Dette er paradoksalt idet 270.715 (96,0 %) forslag har tilknyttet en tilbagebetalingstid større end 0 år og 270.348 (95,9 %) forslag med en investering større end 0.

Tabel 64. Indberettede energibesparende forslag i energimærkningsordningen pr. 14. januar 2008 som har tilknyttet et SfB-nummer til forslaget. Indholdet i tabellens kolonner er: *Forslag [-]* antallet af forslag inden for en given SfB-gruppe; *Forslag [%]* er andelen af denne SfB-gruppens forslag i forhold til det samlede antal forslag med SfB-nummer; *M.besp [%]* er andelen af forslag inden for SfB-gruppen hvor der er registreret en energibesparelse i forhold til forslagene i gruppen; *Besparelse[MWh/år]* er den samlede årlige besparelse for alle forslag i en SfB-gruppe.

	Forslag -	Forslag %	M. besp %	Besparelser MWh/år
Bygningsdele ¹⁾				
27 Loft og tag	65.443	23,2	0,7	1037
21 Ydervægge	40.090	14,2	0,6	1332
31 Vinduer, døre og ovenlys	55.673	19,7	0,7	803
13 Gulve og terrændæk	29.285	10,4	0,6	450
12 Kælder, inkl. fundament	3.234	1,1	0,1	19
Ventilation				
57 Ventilation, naturlig og mek.	3.246	1,2	0,9	114
55 Mekanisk køling	3	0,0	0,0	0
Varme				
56 Varmeanlæg, inkl kedel	43.377	15,4	0,1	127
53c Varmt vand	55	0,0	114,5	180
58 Fordelingssyst. & automatik	10.886	3,9	0,2	86
EI				
62 Belysning	2.990	1,1	0,3	11
71 Hårde hvidevare	0	0,0	0,0	0
68 Andre elinstallationer	0	0,0	0,0	0
Vand				
53a Toiletter				
53b Armaturer				
53d Andre vandinstallationer				
Vedvarende energi				
81 Solvarme	628	0,2	0,3	5
82 Varmepumpe	534	0,2	0,2	3
83 Solceller	22	0,0	0,0	0

1) Gruppen af besparelsesforslag som kan henføres til bygningens klimaskærm er medtaget i dette afsnit som sammenligningsgrundlag for forslagene til de tekniske installationer.

Den samlede årlige energibesparelse for de 1.436 forslag er 4.251 MWh/år hvoraf kun 601 MWh/år kan tilskrives forbedring af bygningernes installationer.

Da der for langt hovedparten af forslagene findes information om såvel tilbagebetalingstid som investering er det muligt, ud fra en gennemsnitlig energipris for opvarmning og elektricitet at skønne en energibesparelse for de enkelte forslag. På baggrund af Energistyrelsens energistatistik for 2007 er den gennemsnitlige pris pr. MWh til opvarmningsformål beregnet til 793 kr. pr. MWh. For de energibesparende forslag som alene er rettet mod elforbruget er der benyttet en gennemsnitspris på 1750 kr. pr. MWh.

Tabel 65. Beregning af den gennemsnitlige pris pr. MWh til opvarmningsformål. Prisen er baseret på de registrerede forbrug af brændsler i 2007 fra Energistyrelsens energistatistik.

Brændselsmiks	TJ	kr. pr. enhed	kr. / MWh
Olie	22.173	9,00 liter	900
Naturgas	28.184	9,00 m ³	727
Kul og koks	9	5,00 kg	614
Vedvarende energi	46.036	0,70 kWh	700
El (til opvarmning)	5.065	1,75 kWh	1.750
Fjernvarme (inkl. faste afgifter)	64.589	780,00 MWh	780
Bygas	294	8,00 m ³	170
Total / gennemsnit	166.350		793

Med disse forudsætninger kan konsulenternes foreslåede energibesparelser opgøres som i tabel 66. Her er besparelserne som er knyttet til bygningens klimaskærm ikke medtaget da de er behandlet i det foregående afsnit. Desuden er der en gruppe besparelser som knytter sig til vandinstallationerne. Disse er medtaget idet det antages at besparelserne hidrører fra besparelser (reduceret forbrug eller mindre varmetab) på det varme brugsvand.

Tabel 66. Registrerede energibesparelser (MWh/år) beregnet ud fra tilbagebetalingstid, investering og gennemsnitlig energipris (se tabel 65). De samlede energibesparelser som knytter sig til installationerne er 349.330 MWh (1258 TJ) pr. år, hvoraf 8.695 MWh (31 TJ) er el-besparelser.

	Stuehuse	Parcelhuse	Række/ Etageboliger kædehuse	Handel & service	
Ventilation					
57 Ventilation, naturlig og mek.	70	1.490	7.521	2.094	9.216
55 Mekanisk køling	11	11	11	11	23
Varme					
56 Varmeanlæg, inkl. kedel	11.061	163.754	56.473	34.923	13.139
53c Varmt vand	0	18	12	89	1
58 Fordelingssyst. & automatik	564	9.451	2.364	3.103	1.520
El					
62 Belysning	2	68	769	1.765	6.059
71 Hårde hvidevare	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
68 Andre elinstallationer	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Vand					
53a Toiletter	211	3.287	6.251	5.267	4.900
53b Armaturer					
53d Andre vandinstallationer					
Vedvarende energi					
81 Solvarme	116	1.085	110	124	0
82 Varmepumpe	93	3.757	1.301	110	7
83 Solceller	2	18	1	2	9
I alt	12.483	189.103	70.926	45.324	31.494

Disse besparelsesforslag er fordelt på de udvalgte bygningstyper som det fremgår af tabel 67. Det antages at de eksisterende bygninger som er mærket er repræsentative for den eksisterende danske bygningstype.

Tabel 67. Antal bygninger (nye og eksisterende) i de fem bygningstyper som er mærket i perioden.

Bygningstype	Mærker	Nye [mærker]	Eksisterende [mærker]	Eksisterende [mærkede m ²]
Stuehuse	2.404	25	2.379	449.599
Parcelhuse	81.745	3.786	77.959	10.294.284
Række/kædehuse	17.190	710	16.480	2.759.277
Etageboliger	5.571	88	5.483	6.559.423
Handel & service	1.508	112	1.396	2.544.124

Tabel 68. Potentielle energibesparelser i TJ pr. år opgjort ved ekstrapolation af registrerede besparelser i energimærkede bygninger til den samlede bygningsmasse inden for de fem kategorier.

	Stuehus	Parcelhus	Række/ kædehus	Etagebolig	Handel & service	I alt
Ventilation						
57 Vent., naturlig og mek.	14	84	344	95	741	1.278
55 Mekanisk køling	2,3	0,6	0,5	0,5	1,8	5,7
Varme						
56 Varmeanlæg & kedel	2.288	9.197	2.580	1.587	1.056	16.708
53c Varmt vand	0,0	1,0	0,5	4,0	0,1	5,7
58 Fordeling & automatik	117	531	108	141	122	1.019
El						
62 Belysning	0,4	4	35	80	487	606
Vandinstallationer	44	185	286	239	394	1.147
Vedvarende energi						
81 Solvarme	24	61	5	6	0	96
82 Varmepumpe	19	211	59	5	0,6	295
83 Solceller	0,4	1,0	0,0	0,1	0,7	2,3
I alt	2.510	10.274	3.418	2.159	2.802	21.163
heraf el	0,8	4,8	35,2	80,3	487,6	609

De potentielle energibesparelser ved forbedring af bygningernes tekniske installationer er ca. 20 Peta Joule varmeenergi og 0,6 Peta Joule el. Besparelsen på varmen udgør ca. 13 % af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt vand i de fem bygningskategorier.

De samlede omkostninger forbundet med forbedring af bygningernes tekniske installationer er ca. 36 mia. kr. hvoraf ca. 2 mia. kr. vedrører elbesparelser. Det er ikke muligt at uddrage ekstraomkostningen ved forbedring af de tekniske installationer hvis de gennemføres sammen med planlagt forbedring eller vedligehold af de tekniske installationer.

Tabel 69. Investeringer forbundet med forbedring af bygningernes tekniske installationer i mio. kr.

	Stuehus	Parcelhus	Række/ kædehus	Etagebolig	Handel & service	I alt
Ventilation						
57 Vent., naturlig og mek.	28	245	909	166	910	2.257
55 Mekanisk køling	0,3	0,1	0,1	0,1	1,6	2,1
Varme						
56 Varmeanlæg & kedel	2.677	13.369	5.295	4.600	1.320	27.261
53c Varmt vand	0,1	1,4	0,1	1,8	0,0	2,5
58 Fordeling & automatik	76	472	123	209	92	972
El						
62 Belysning	0,0	1,6	44	80	1.662	1.787
Vandinstallationer	98	544	917	562	105	2.226
Vedvarende energi						
81 Solvarme	95	279	14	20	0,7	409
82 Varmepumpe	47	227	56	7,0	2,7	339
83 Solceller	3,0	10,1	0,3	1,4	6,4	21
I alt	3.097	15.608	7.438	5.774	2.525	34.442
heraf el	3	12	44	81	1.688	1.808

Tabel 70. Gennemsnitlige investeringer i kr. pr. sparet kWh pr. år i henhold til energimærkningskonsulenternes forslag i de udførte energimærker.

	Stuehus	Parcelhus	Række/ kædehus	Etagebolig	Handel & service
Ventilation					
57 Vent., naturlig og mek.	6,90	10,53	9,52	6,28	4,42
55 Mekanisk køling	0,45	0,45	0,45	0,45	3,04
Varme					
56 Varmeanlæg & kedel	4,21	5,23	7,39	10,43	4,50
53c Varmt vand	-	1,50	0,71	1,64	2,10
58 Fordeling & automatik	2,36	3,20	4,11	5,33	2,72
El					
62 Belysning	0,43	1,49	4,51	3,57	12,29
Vandinstallationer	8,06	10,61	11,56	8,45	0,96
Vedvarende energi					
81 Solvarme	14,21	16,51	10,03	12,83	0,00
82 Varmepumpe	8,71	3,87	3,39	5,01	17,14
83 Solceller	26,00	35,97	21,00	55,00	31,67

Referencer

- Wittchen K.B. (2004). *Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger*. Dokumentation 057. ISBN: 87-563-1202-4. Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm.
- Håndbog for Energikonsulenter 2008. Energistyrelsen. www/ISBN: 978-87-7844-690-9.

Denne rapport beskriver tre scenarier for energiforbedring af fem udvalgte bygningskategorier i Danmark. Ud over de beregnede energibesparelser estimeres omkostningerne forbundet med at opnå disse. Datagrundlaget bygger på registreringer i energimærkningsdatabasen, som er indhentet i perioden 2006 til slutningen af 2008, og er ved hjælp af informationer i BBR registeret samt fra Danmarks statistik ekstrapoleret til hele Danmark.

1. udgave, 2009

ISBN 978-87-563-1363-6