



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger

Wittchen, Kim Bjarne

Publication date:
2004

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Wittchen, K. B. (2004). *Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger*. SBI forlag. By og Byg Dokumentation Nr. 057

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.

By og Byg Dokumentation 057

Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger

Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger

Kim B. Wittchen

Titel	Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger
Serietitel	By og Byg Dokumentation 057
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2004
Forfatter	Kim B. Wittchen
Sprog	Dansk
Sidetæl	56
Litteratur-henvisninger	Side 42
Emneord	Varmebesparelser, energiforbrug, boliger, energibalance, varmetab
ISBN	87-563-1206-7
ISSN	1600-8022
Pris	Kr. 125,00 inkl. 25 pct. moms
Udgiver	By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm E-post by-og-byg@by-og-byg.dk www.by-og-byg.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *By og Byg Dokumentation 057: Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger. (2004)*

Indhold

Forord	4
Indledning	5
Varmebesparelser i eksisterende boliger	6
Varmetab gennem klimaskærmen	6
Varmt brugsvand	9
Energibalance for boliger	10
Potentielle energibesparelser	12
Data fra energimærkningsordningen	15
Konstruktioner	15
Gulve	15
Ydervægge	18
Tage	22
Vinduer	25
BBR-oplysninger	29
Parcelhuse	29
Konstruktioner	30
Rækkehuse	32
Konstruktioner	32
Stuehuse	34
Konstruktioner	35
Etageboliger	37
Konstruktioner	38
Energiberegninger	40
Litteratur	42
Appendiks 1: Datavariation i EM-data	43
Gulve	43
Ydervægge	44
Tage	45
Vinduer	45
Appendiks 2: Datavariation i BBR udtræk	47
Parcelhuse	48
Rækkehuse	49
Stuehuse	50
Etageboliger	51
Appendiks 3: Omkostninger ved energiforbedringer	52
Isolering af hulture	53
Efterisolering af loft mod tagrum	53
Udskiftning af vinduer	54
Udskiftning af ruder	55
Forsatsruder	55
Isolering af gulve mod kælder	56

Forord

Boliger har en lang levetid, og det er derfor naturligt at ældre boliger ikke lever op til dagens krav og muligheder med hensyn til isolering. Formålet med nærværende publikation har derfor været at skabe et overblik over mulighederne for varmebesparelser i eksisterende boliger ud fra de informationer som findes i BBR registeret og i Energimærkningsordningen (EM).

Rapporten er udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut for Energistyrelsen.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Energi og Miljø
Juni 2004

Søren Aggerholm
Forskningschef

Indledning

I nærværende rapport vurderes potentialet for energiforbedringer i eksisterende boliger. Ud over de rent energimæssige betragtninger, er der også en vurdering af de økonomiske konsekvenser, for de mest oplagte former for energiforbedring.

Beregningerne af besparelspotentialet er gennemført med den såkaldte P-faktor metode som er velegnet, når der er tale om gennemsnits modeller der er repræsentative for store mængder boliger.

Boligerne er inddelt i fire typer og syv perioder hvor konstruktionerne anses for ens og tidstypiske. Typerne repræsenterer de fire mest udbredte boligtyper: parcelhuse, rækkehuse, stuehuse og etageboliger. Perioderne er identificeret dels ud fra skift i byggetradition og dels ud fra ændringer i kravene til varmeisolering i skiftende bygningsreglementer. De syv perioder er:

- 1 – 1930
- 2 1931 – 1950
- 3 1951 – 1960
- 4 1961 – 1972
- 5 1973 – 1978
- 6 1979 – 1998
- 7 1999 – 2003

De tre første perioder repræsenterer skift i byggetradition, hvorimod de sidste fire perioder repræsenterer et skift i krav til varmeisolering i Bygningsreglementet.

For at vurdere potentialet er der taget udgangspunkt i de oplysninger om den eksisterende boligmasse som kan findes dels i BBR registeret og dels i indberetningerne fra energikonsulenterne under Energimærkningsordningen (EM).

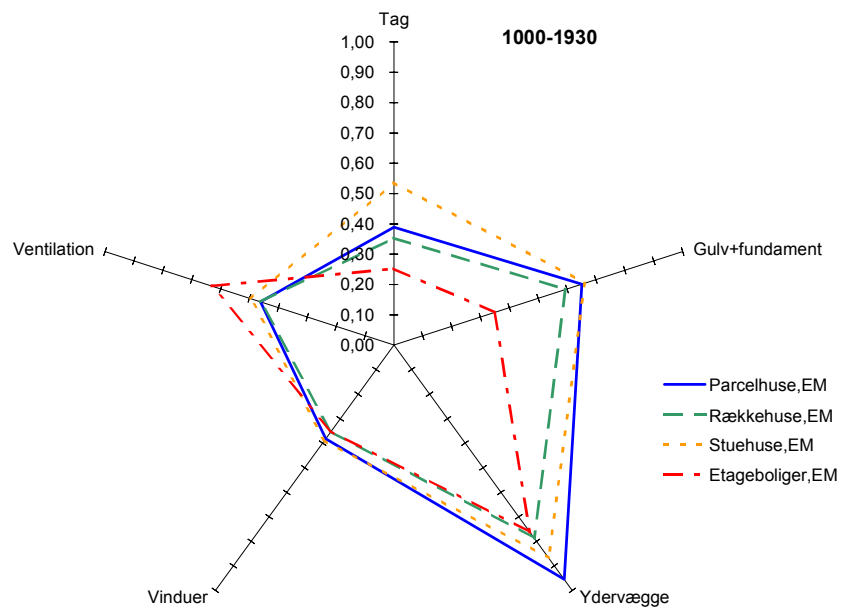
Data fra BBR registeret er indhentet som et udtræk af udvalgte data fra september 2003 og omfatter informationer om boligernes størrelser samt de konstruktioner de er opbygget af. Oplysningerne fra BBR registeret er benyttet som grundlag for opstilling af periodetypiske modeller af danske boliger med hensyn til areal og etager samt at give en indikation på muligheden for efterisolering med udgangspunkt i ydervægs- og tagkonstruktioner.

Indberetninger fra energimærkningsordningen er organiseret i forskellige databaser, afhængig af hvornår registreringerne er gennemført. I nærværende undersøgelse er der arbejdet med EM registreringer fra perioden august 1998 til december 2002. Data rummer således ikke de seneste registreringer. Ud fra kontroludtræk fra EM registreringer gennemført i perioden februar 2002 til juni 2003 er det konstateret, at fordelingen af konstruktionernes registrerede U-værdier er ens i de to perioder. EM registreringer er benyttet til opstilling af modeller for boligernes varmeisoleringsevne i de forskellige byggeperioder og delkonstruktioner.

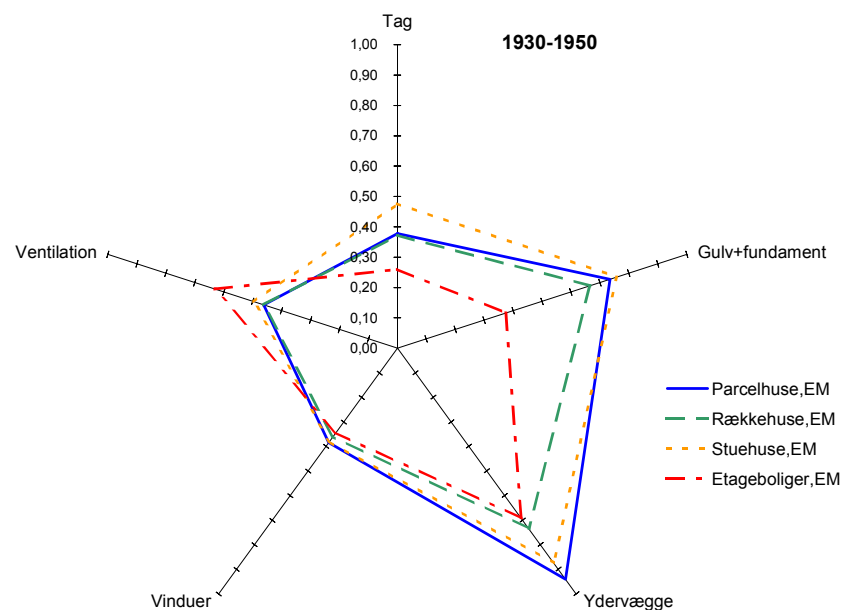
Varmebesparelser i eksisterende boliger

Varmetab gennem klimaskærmen

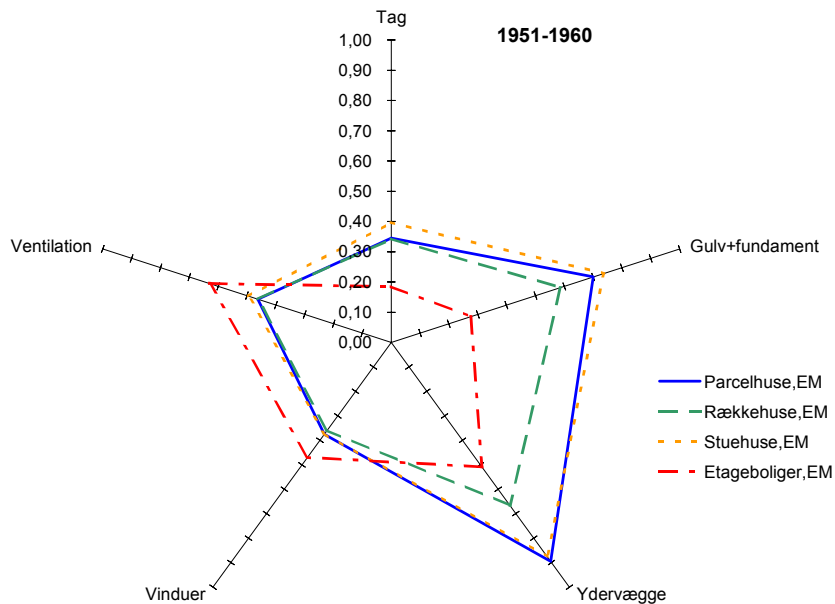
Ud fra data fra Energimærkningsordningen (EM) og bygningsmodellerne i den anvendte beregningsmetode, er det muligt at danne et overblik over P-faktoren for forskellige bygningsdele og ventilation. P-faktoren udtrykker varmetabet gennem bygningsdelen i W pr. m² boligareal pr. grad temperaturforskul mellem inde- og udetemperaturen. I nedenstående figurer ses bidragene til P-faktoren for de fire boligtyper i hver af de syv byggeperioder.



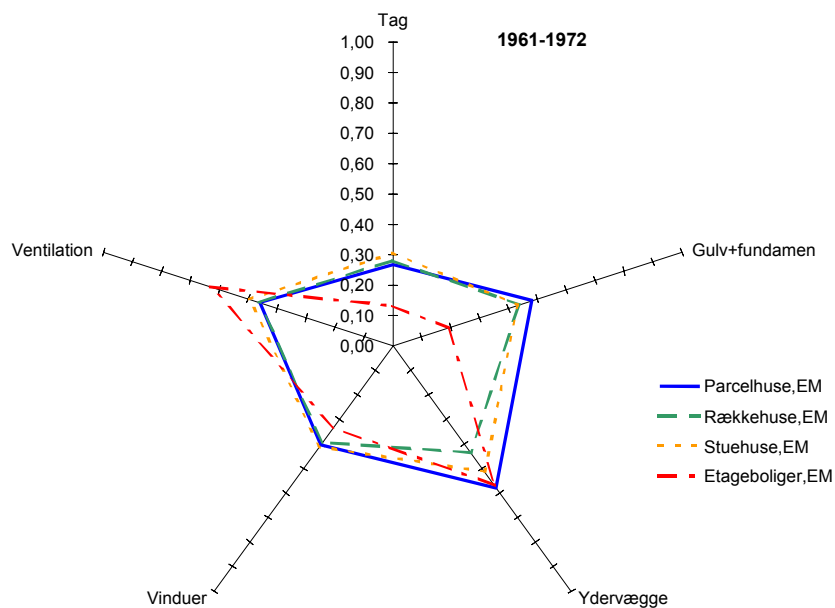
Figur 1. P-faktor [W/m²K] for boliger opført før 1930. Ydervæggene er årsag til det største varmetab pr. m² boligareal.



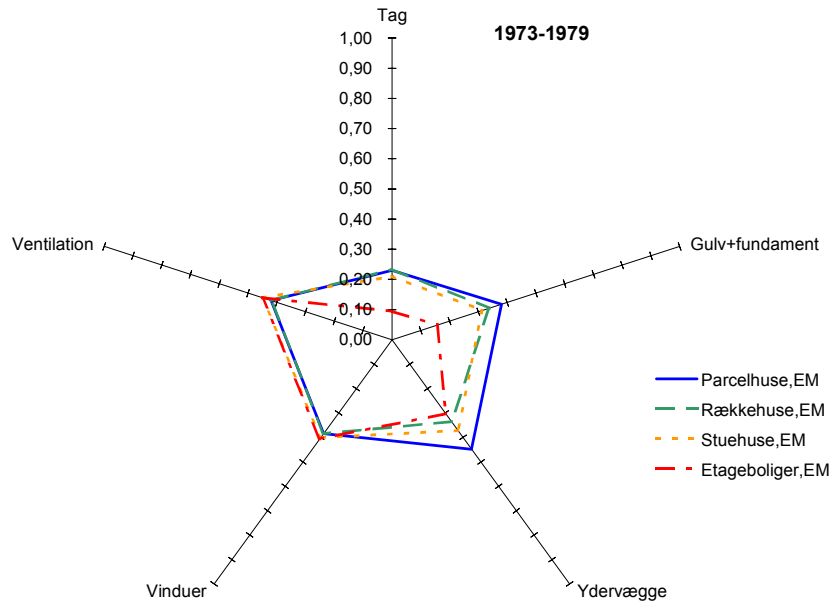
Figur 2. P-faktor [W/m²K] for boliger opført 1931–1950. Ydervæggene er årsag til det største varmetab pr. m² boligareal.



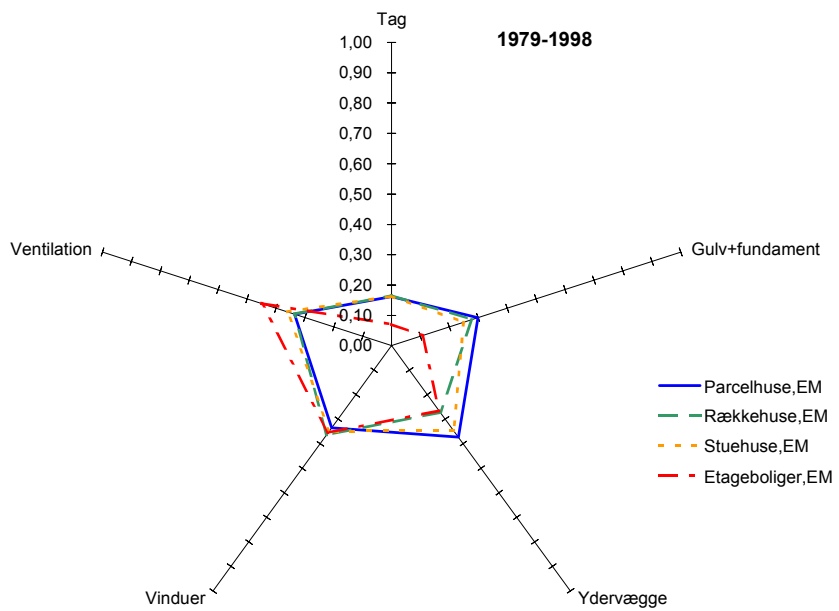
Figur 3. P-faktor [W/m²K] for boliger opført 1951–1960. Ydervæggene er årsag til det største varmetab pr. m² boligareal, men også gulv/fundament giver anledning til store tab i lave boliger.



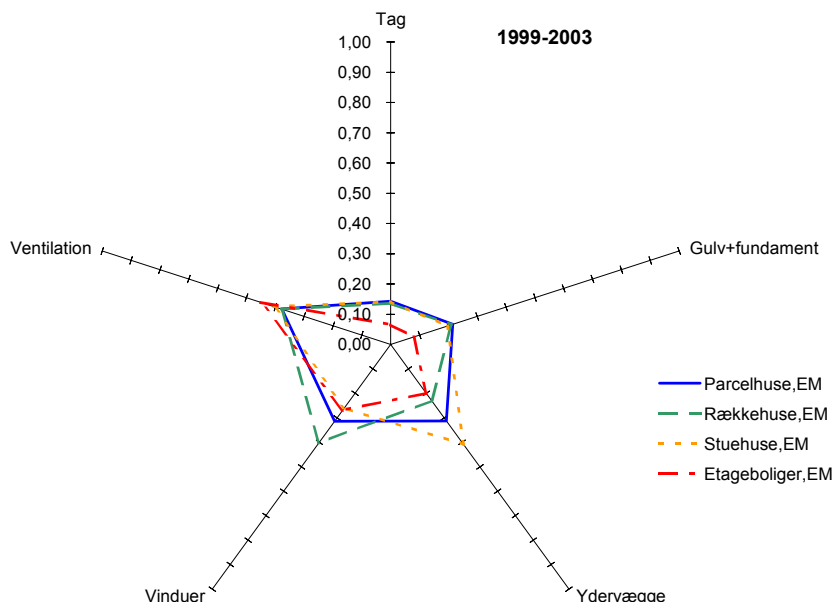
Figur 4. P-faktor [W/m²K] for boliger opført 1961–1972. I etageboliger er ventilationen årsag til det største varmetab pr. m² boligareal. I de lave boliger er tabene ligeligt fordelt på de fem tabskategorier.



Figur 5. P-faktor [W/m²K] for boliger opført 1973–1979. I denne byggeperiode er tabene blevet markant lavere end i de tidligere byggeperioder. Vinduer og ventilation er generelt de største kilder til varmetab.



Figur 6. P-faktor [W/m²K] for boliger opført 1979–1998. Varmetab gennem vinduer og ved ventilation er for bygninger opført i denne periode af samme størrelsesorden. Vinduerne er dog blevet bedre end for boliger opført i perioden 1972–1978 og for de lave boliger er ventilationstabet tillige reduceret.



Figur 7. P-faktor [W/m^2K] for boliger opført 1998–2003. Generelt er ventilationen nu den største bidragsyder til varmetabet i boliger. Datagrundlaget er begrænset, hvorfor tallene må tillægges en vis usikkerhed.

Varmt brugsvand

Energiforbruget til opvarmning af varmt brugsvand kan ud fra de tilgængelige oplysninger kun bestemmes ved overslagsberegninger. I henhold til vejledningen til Energimærkningsordningen kan forbruget af varmt vand skønnes til 45 liter pr. person pr. dag og den gennemsnitlige opvarmning af koldt vand fra vandforsyningen med $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det resulterer i et energiforbrug til opvarmning af varmt brugsvand på ca. 850 kWh pr. person pr. år. Hertil kommer et tab ved fordeling af det varme vand. Fordelingstabene kan opdeles i to bidrag, et som kan udnyttes af boligen i opvarmningssæsonen og et som tabes helt. Tabene er hver især af samme størrelsesorden som energiforbruget til opvarmningen af det varme brugsvand.

I følge Danmarks Statistik er den gennemsnitlige fordeling af husstande på de fire boligtyper i 2003 som følger:

Tabel 1. Husstande i 2003 med antal (1 – 8+) beboere fordelt på fire boligtyper og vægtet gennemsnit.

	1 pers.	2 pers.	3 pers.	4 pers.	5 pers.	6 pers.	7 pers.	8+ pers.	Gns.
Parcelhuse	177.802	400.237	158.875	189.545	61.406	12.480	2.742	1.774	2,62
Rækkehuse	138.642	101.882	39.450	31.541	8.265	1.928	554	368	2,00
Stuehuse	20.804	43.312	17.911	20.527	11.386	3.513	925	603	2,80
Etageboliger	524.779	257.660	80.340	44.591	15.825	5.947	2.197	1.308	1,72
I alt	862.027	703.091	296.576	286.204	96.882	23.868	6.418	4.054	2,19

Der er ikke muligt at opgøre sammensætningen af husstandene efter boligernes byggeår.

Energiforbruget til opvarmning af varmt vand kan herefter beregnes for hver boligtype i hver af de 7 byggeperioder, under hensyntagen til boligarealet i hver periode.

Tabel 2. Skønnet energiforbrug til opvarmning af varmt brugsvand med tilhørende fordelingstab fordelt efter boligareal i byggeperioderne og gennemsnitlig husstandsstørrelse (TJ).

	-1930	1931-1950	1951-1961	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
Parcelhuse	1.725	959	808	2.802	1.138	967	146	8.544
Rækkehuse	177	83	93	172	134	415	38	1.111
Stuehuse	801	114	40	39	27	42	42	1.107
Etageboliger	1.619	972	523	935	298	527	527	5.401
I alt	4.322	2.128	1.464	3.948	1.597	1.951	753	16.163

Energiforbruget til opvarmning af varmt brugsvand udgør ca. 10 % af det samlede opvarmningsbehov i de oprindelige boliger og ca. 15 % i de renoverede boliger.

Muligheden for energibesparelser til fremstilling og distribution af varmt vand kan deles i to, dels en besparelse i vandforbruget og dels en besparelse ved isolering af fordelingsrørene.

Reduktion i forbruget af varmt (og koldt) vand kan opnås dels ved en holdningsbearbejdning og dels ved generel udbredelse af vandbesparende armaturer.

En reduktion i varmetabene ved fordeling af varmt vand kan ske ved øget isolering af rørene. Dette tiltag vil påvirke op mod 2/3 af det samlede energiforbrug til varmt brugsvand. Heraf kan ca. halvdelen anses for tabt og resten som udnyttet til opvarmning af boligen. Reduktion af dette sidste "tab" skal således kompenseres fra varmeanlægget.

I vurderingen af potentialet for energibesparelser er ikke medtaget en reduktion i energiforbruget til produktion af varmt brugsvand.

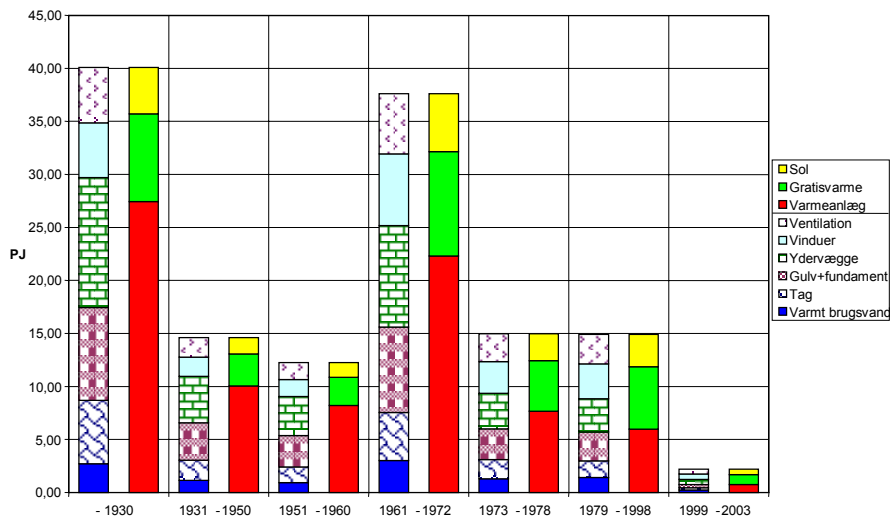
Energibalance for boliger

På baggrund af resultaterne fra beregningsmetoden er det muligt at opstille en total energibalance for alle boliger af en bestemt type opført i en given byggeperiode, som vist i nedenstående figurer og tabeller.

Bidraget fra gratisvarme er som en gennemsnitsværdi fastsat til 55 kWh pr. m² bebygget areal, hvoraf 28 kWh antages at hidrøre fra udnyttelse af passiv solvarme. Tilskuddet fra varmeanlægget er opgjort som forskellen mellem varmetab og varmetilskud fra gratisvarme.

Tabel 3. Beregnet varmebalance (PJ) for lave (parcelhuse, rækkehuse og stuehuse) boliger i forskellige byggeperioder.

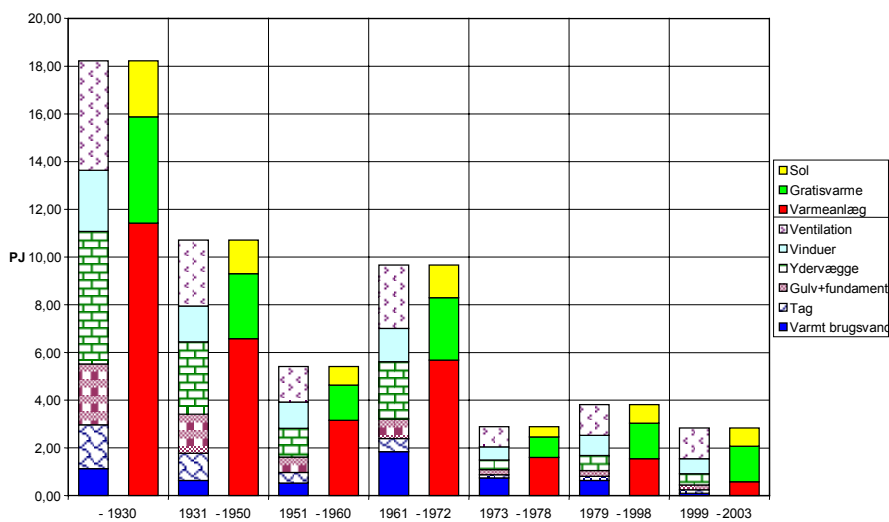
	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	Total
Tag	5,97	1,89	1,49	4,52	1,79	1,55	0,22	17,42
Gulv+								
fundament	8,77	3,52	2,94	8,07	2,90	2,74	0,32	29,25
Ydervægge	12,25	4,37	3,68	9,56	3,35	3,13	0,48	36,82
Vinduer	5,15	1,84	1,60	6,77	3,00	3,30	0,49	22,15
Ventilation	6,41	2,25	1,99	7,80	3,28	3,19	0,58	25,50
Varmt brugsvand	2,70	1,16	0,94	3,01	1,30	1,42	0,23	10,76
Σ Tab	41,25	15,03	12,64	39,73	15,62	15,33	2,32	141,9
Sol	4,36	1,56	1,38	5,45	2,52	3,06	0,49	18,83
Gratisvarme	8,29	3,02	2,68	9,86	4,80	5,87	0,97	35,49
Varmeanlæg	28,6	10,45	8,58	24,42	8,3	6,4	0,86	87,61



Figur 8. Beregnet energibalance for lave boliger (parcelhuse, rækkehuse og stuehuse) i forskellige byggeperioder.

Tabel 4. Beregnet varmebalance (PJ) for etageboliger i forskellige byggeperioder.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	Total
Tag	1,84	1,14	0,43	0,55	0,13	0,17	0,16	4,42
Gulv+								
fundament	2,54	1,64	0,65	0,82	0,21	0,25	0,19	6,30
Ydervægge	5,56	3,03	1,20	2,40	0,41	0,63	0,47	13,69
Vinduer	2,56	1,51	1,11	1,40	0,55	0,84	0,64	8,59
Ventilation	4,60	2,76	1,48	2,65	0,60	1,07	1,07	14,23
Varmt brugsvand	1,13	0,63	0,53	1,84	0,75	0,63	0,10	5,61
Σ Tab	18,23	10,71	5,4	9,66	2,65	3,59	2,63	52,84
Sol	2,36	1,42	0,76	1,36	0,43	0,77	0,77	7,86
Gratisvarme	4,44	2,72	1,48	2,62	0,85	1,49	1,49	15,08
Varmeanlæg	11,43	6,57	3,16	5,68	1,37	1,33	0,37	29,91



Figur 9. Beregnet energibalance for etageboliger i forskellige byggeperioder.

Potentielle energibesparelser

Ved vurdering af de mulige energibesparelser antages det at 50 % af alle ydervægge og gulve med en U-værdi på 1,0 W/m²K og derover kan forbedres til en U-værdi svarende til 0,45 W/m²K. Tilsvarende antages det at 50 % af alle tage med en U-værdi over 1,0 W/m²K kan forbedres til 0,35 W/m²K. Alle vinduer forudsættes at kunne udskiftes til dagens standard, svarende til en gennemsnitlig U-værdi på 1,6 W/m²K. For alle U-værdier af forbedrede konstruktioner gælder at der er tale om gennemsnitlige værdier hvor der er taget højde for kuldebroer og linjetab som ikke, eller kun vanskeligt kan forbedres i forbindelse med energirenoeringen.

Antagelsen om at kun 50 % af konstruktionerne forbedres og kun de konstruktioner som har den højeste U-værdi er noget konservativ, men kan betragtes som en antagelse på den sikre side med hensyn til energiforbedringer. Der vil altid være en vis modstand imod investeringer når dette skal vejes op imod andre mulige investeringer. Når kun konstruktioner med U-værdier over 1 W/m²K antages forbedret, skyldes det at disse konstruktioner normalt vil have en særlig gunstig tilbagebetalingstid.

Der er ikke regnet med reduktion af varmetab til ventilation ved etablering af varmegenvinding, da dette indgreb – især i lave boliger – normalt medfører en omfattende ombygning. I forbindelse med renovering af etageboliger er det noget anderledes idet, der ofte etableres mekanisk udsugning under alle omstændigheder. Balanceret ventilation med varmegenvinding kræver dog en væsentlig ekstra investering, hvorfor der også er set bort fra denne mulighed i etageboliger.

Disse ændringer i de eksisterende boliger vil resultere i besparelser op til 32 %, afhængig af bygningstype og byggeperiode. I nedenstående tabel og figur ses besparelserne opgjort på bygningstype og byggeperiode.

Tabel 5. Potentielle energibesparelser for boliger opført i 7 byggeperioder (TJ). At der, imod forventning, kan opnås energibesparelser i parcelhuse og rækkehuse opført i perioden 1999–2003, skyldes, at en del vinduer er registreret i EM med U-værdier over 1,6 W/m²K.

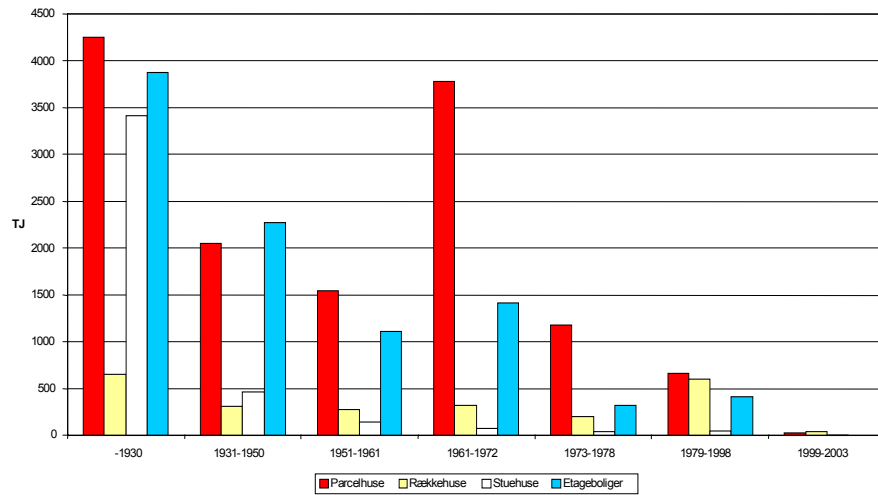
	-1930	1931-1950	1951-1961	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
Parcelhuse	4.253	2.051	1.541	3.776	1.172	660	25	13.478
Rækkehuse	642	308	270	317	205	601	39	2.382
Stuehuse	3.412	457	137	65	40	47	1	4.159
Etageboliger	3.868	2.269	1.106	1.415	316	405	0	9.379
I alt	12.175	5.085	3.054	5.573	1.733	1.713	65	29.398

Det fremgår tydeligt at der kan opnås store energibesparelser i de ældste boliger, men også i gruppen af parcelhuse opført i perioden 1961 og 1972. Potentialet i denne sidste gruppe skyldes ikke at konstruktionerne som blev benyttet i denne periode er markant ringere end andre perioder. Den procentvise besparelse for perioden er blot 16 %. Årsagen er derimod det meget store antal parcelhuse som blev opført i perioden med et beboet areal på næsten 50 millioner m² eller 36 % af det samlede beboede areal i parcelhuse. Generelt er der det største besparelspotentiale i parcelhuse, hvilket skyldes den meget store andel af det samlede beboede areal (48,7 %) som findes i denne boligtype.

Tabel 6 viser varmetabet gennem forskellige konstruktionstyper for de fire boligtyper opført i de syv byggeperioder.

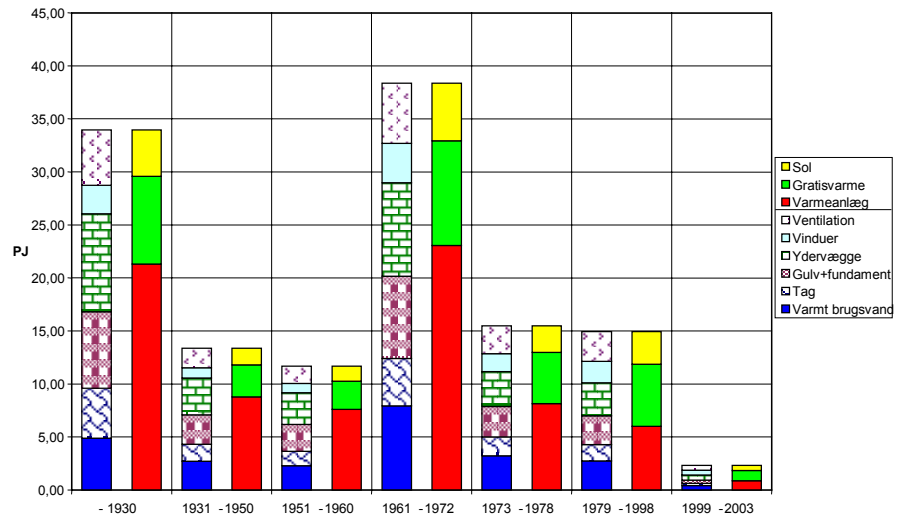
Tabel 6. Potentielle reduktioner i varmetabet (TJ) opdelt i byggeperioder, bygningstyper gennem konstruktioner og ventilation.

-1930	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	513	815	1.616	1.309	0	4.253
Rækkehuse	75	129	252	186	0	642
Stuehuse	668	624	1.140	980	0	3.412
Etageboliger	419	572	1.639	1.238	0	3.868
I alt	1.675	2.140	4.647	3.713	0	12.175
1931-1950	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	214	510	679	648	0	2.051
Rækkehuse	32	75	104	97	0	308
Stuehuse	69	123	143	122	0	457
Etageboliger	259	398	902	711	0	2.269
I alt	574	1.106	1.828	1.578	0	5.085
1951-1960	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	97	309	541	594	0	1.541
Rækkehuse	18	46	99	108	0	270
Stuehuse	13	38	45	41	0	137
Etageboliger	63	106	295	642	0	1.106
I alt	191	499	980	1.385	0	3.054
1961-1972	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	41	283	698	2.753	0	3.776
Rækkehuse	3	17	56	242	0	317
Stuehuse	6	7	6	47	0	65
Etageboliger	47	82	670	617	0	1.415
I alt	97	389	1.430	3.659	0	5.573
1973-1978	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	5	39	63	1.065	0	1.172
Rækkehuse	1	5	7	192	0	205
Stuehuse	1	1	3	35	0	40
Etageboliger	0	13	37	267	0	316
I alt	7	58	110	1.559	0	1.733
1979-1998	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	3	13	17	626	0	660
Rækkehuse	1	5	3	592	0	601
Stuehuse	1	2	3	40	0	47
Etageboliger	0	0	51	354	0	405
I alt	5	20	74	1.612	0	1.713
1999-2003	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	1	1	1	22	0	25
Rækkehuse	0	0	0	39	0	39
Stuehuse	0	0	0	1	0	1
Etageboliger	0	0	0	0	0	0
I alt	1	1	1	62	0	65
Alle byggeår	Tag	Gulv+fundament	Ydervægge	Vinduer	Ventilation	I alt
Parcelhuse	874	1.970	3.615	7.017	0	13.476
Rækkehuse	130	277	521	1.456	0	2.384
Stuehuse	758	795	1.340	1.626	0	4.519
Etageboliger	788	1.171	3.594	3.829	0	9.382
I alt	2.550	4.213	9.070	13.928	0	29.761

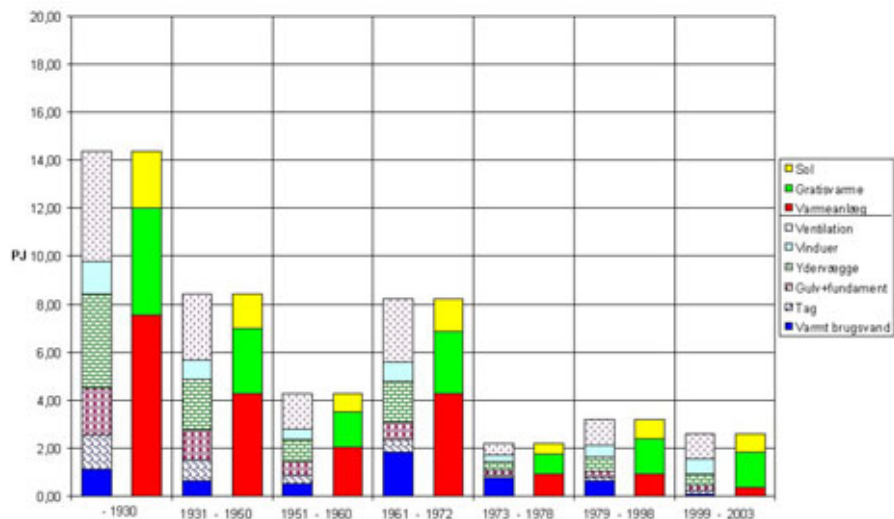


Figur 10. Energibesparelspotentialet ved energirenovering af parcelhuse, rækkehuse, stuehuse og etageboliger opført i syv byggeperioder.

Hvis energibesparelserne gennemføres, vil de totale varmebalancer for lave boliger hhv. etageboliger fordelt på byggeperioder, ændres som angivet i nedenstående figurer.



Figur 11. Beregnet energibalance for lave boliger (parcelhuse, rækkehuse og stuehuse) efter forbedring af 50 % af de arealer der tabes varme igennem.



Figur 12. Beregnet energibalance for etageboliger efter forbedring af 50 % af de arealer der tabes varme igennem.

Data fra energimærkningsordningen

Data fra Energimærkningsordningen (EM) er gennemgået og sorteret med henblik på opgørelse af isoleringsstandard og arealer for konstruktionerne i de energimærkede bygninger. Der er gennemført en sortering efter konstruktionstype og husets byggeår. Herefter er U-værdierne inddelt i typiske klasser som gør det muligt at identificere de typiske bygningskonstruktioner for byggeperioderne og de forbedringer som er gennemført for en del konstruktionerne.

I appendiks 1 vises en vurdering af den usikkerhed som er forbundet med registreringerne i det anvendte udtræk fra EM.

Konstruktioner

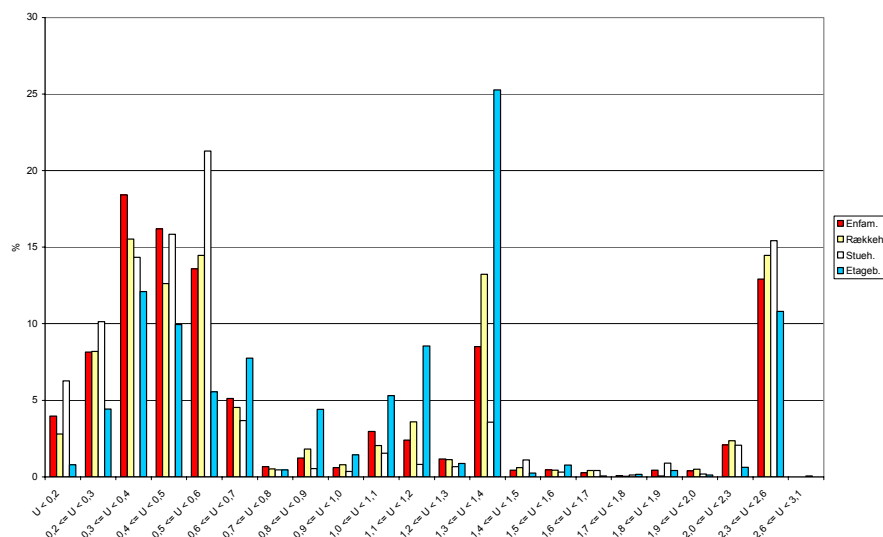
Der indsamles data fra en række forskellige typer af bygningskonstruktioner under Energimærkningsordningen. Disse undertyper er sorterings- og beregningsmæssigt samlet i fire hovedgrupper: gulve, ydervægge, tage og vinduer.

Gulve

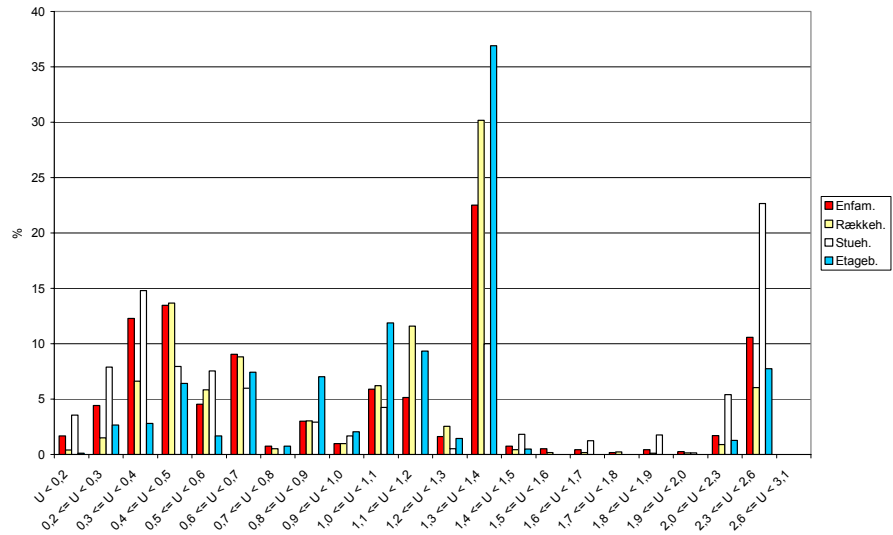
Konstruktionsgruppen gulve består af følgende konstruktionstyper, hvor tallet repræsenterer identifikationen i EM:

- 201 Gulv mod kælder
- 202 Gulv mod krybekælder
- 203 Terrændæk
- 204 Ydre randfelt
- 205 Indre randfelt
- 206 Midter randfelt
- 207 Gulv mod det fri
- 208 Kældergulv

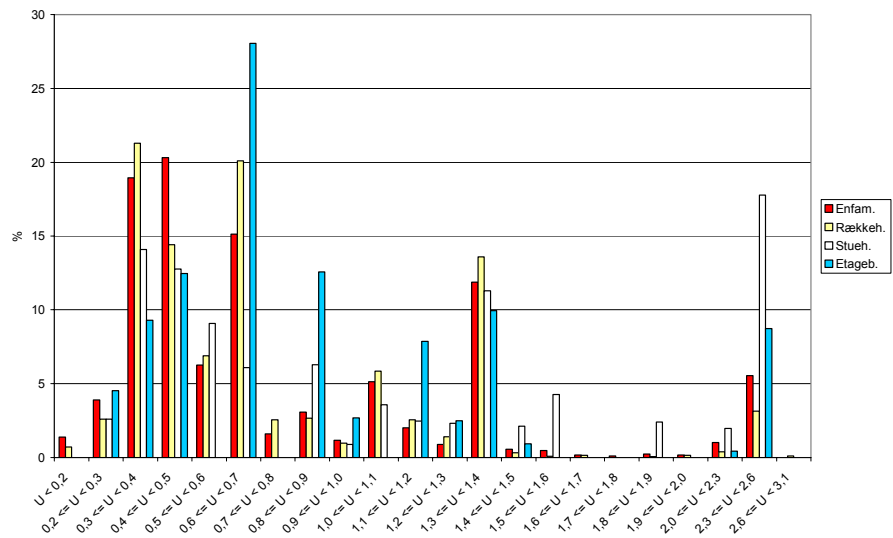
Beregningsmæssigt er alle gulve samlet i bygningstyper og byggeperioder hvor beregning af de areal-vægtede U-værdier er sket.



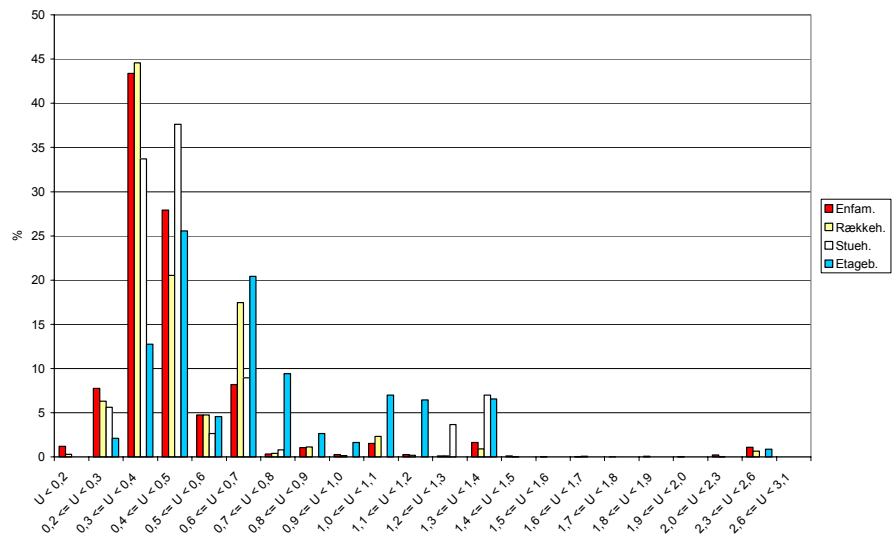
Figur 13. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført før 1930, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



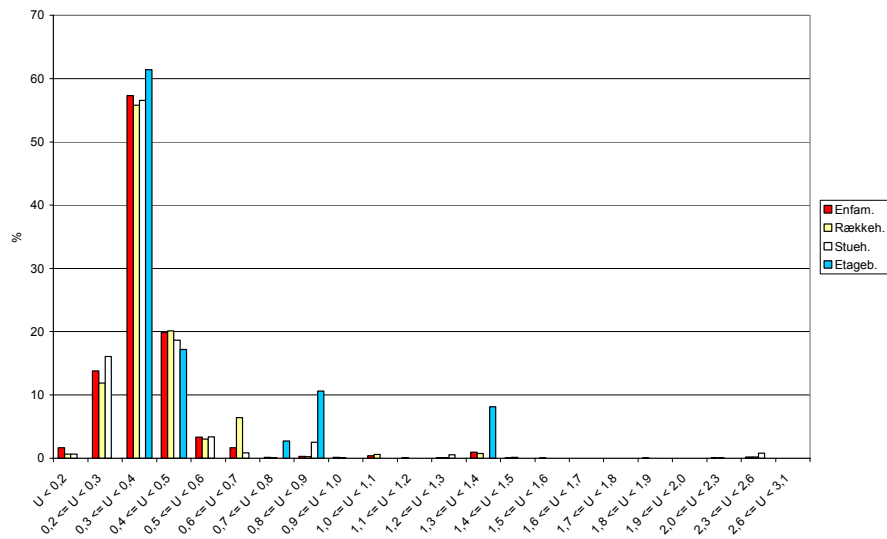
Figur 14. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført mellem 1931 og 1950, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



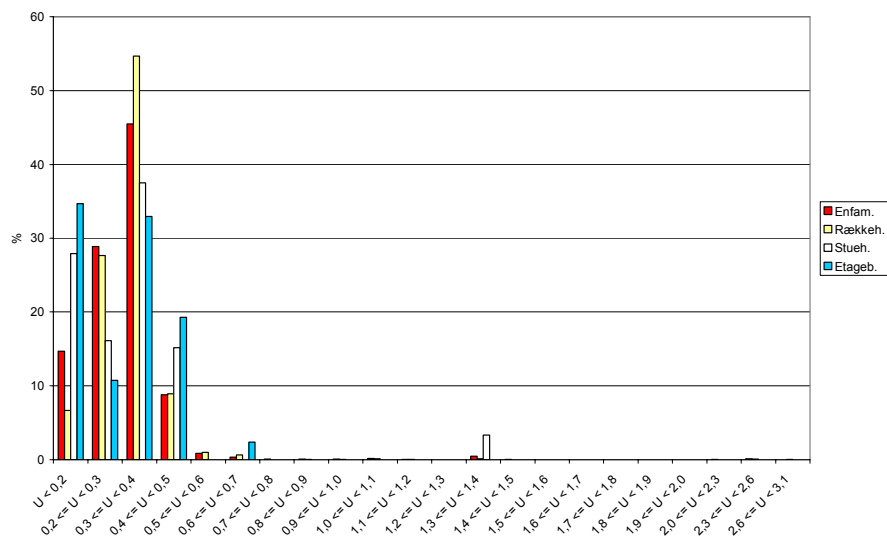
Figur 15. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført mellem 1951 og 1960, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



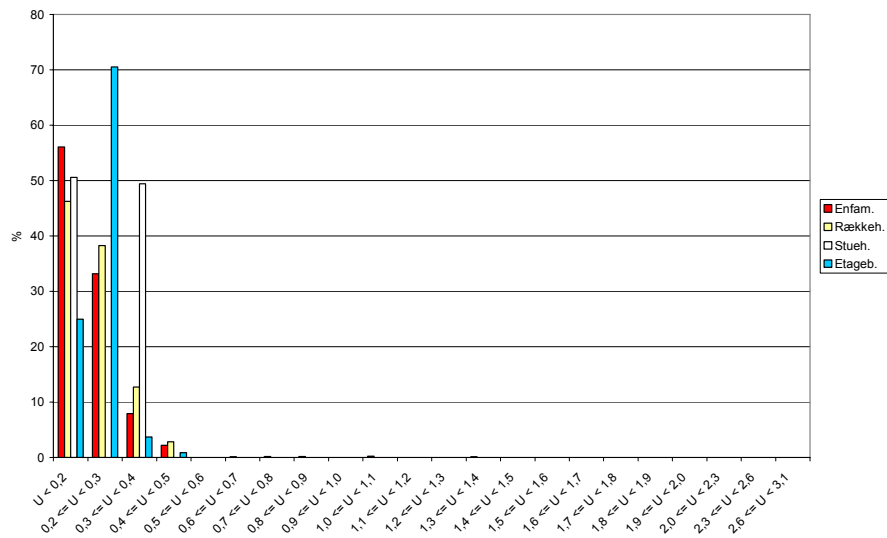
Figur 16. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført mellem 1961 og 1972, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 17. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført mellem 1973 og 1978, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 18. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført mellem 1979 og 1998, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 19. Procentvis fordeling af U-værdier for gulve i bygninger opført mellem 1999 og 2003, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).

I figur 13 til figur 15 (boliger opført frem til 1960) ses at en stor del af gulvene har U-værdier mellem 1,3 og 1,4 W/m²K. U-værdier af denne størrelse kan fx stamme fra en gulvkonstruktion over en uopvarmet kælder som er typisk for perioden: 25 mm gulvbrædder på 10 x 12,5 cm bjælker pr. 90 cm. Loftet med rør og puds på spredt forskalling. Tilsvarende ses en stor del konstruktioner med U-værdier mellem 2,4 og 2,8 W/m²K. Det svarer fx til en anden typisk konstruktion: 25 mm gulvbrædder på 10 x 10 cm bjælker pr. 90 cm. Begge konstruktioner er uisolerede og relativt enkle og billige at efterisolere (se fx tabel 43).

U-værdier

Tabel 7. Arealvægtet U-værdi for alle gulve registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.) opdelt på bygningstype og periode.

EM	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,88	1,02	0,79	0,47	0,39	0,31	0,21
Rækkehuse	0,96	1,04	0,76	0,48	0,40	0,33	0,22
Stuehuse	0,86	1,17	1,13	0,52	0,39	0,33	0,25
Etageboliger	1,05	1,16	0,91	0,69	0,51	0,30	0,23

Ved vurdering af potentialet for energiforbedring af gulve antages det at halvdelen af alle gulve med en U-værdi over 1,0 W/m²K kan forbedres til en U-værdi på 0,45 W/m²K. Med denne antagelse bliver de arealvægtede U-værdier for en renoveret bygningsmasse som vist i nedenstående tabel.

Tabel 8. Gennemsnitlig U-værdi for fire bygningstyper og syv byggeperioder efter renovering af 50 % af alle arealer med en oprindelig U-værdi over 1,0 W/m²K.

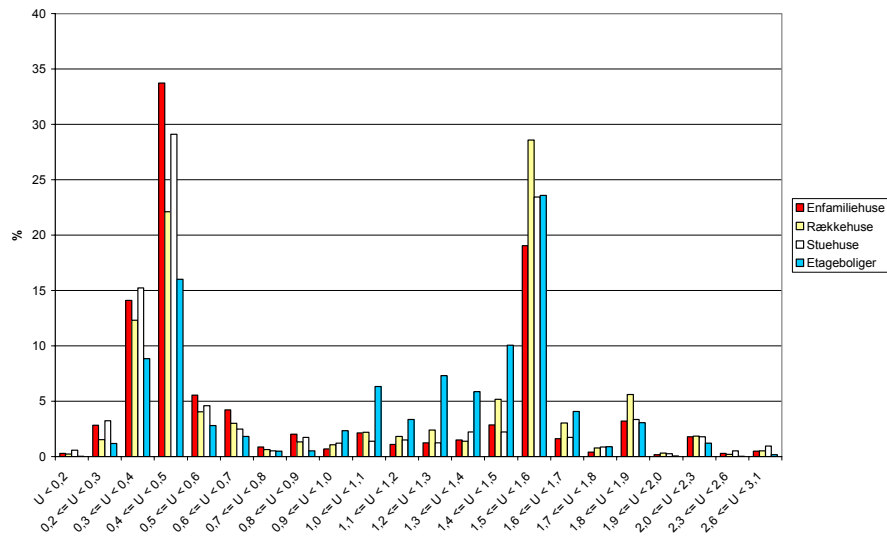
Renoveret	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,66	0,74	0,63	0,44	0,38	0,31	0,21
Rækkehuse	0,71	0,76	0,63	0,46	0,39	0,32	0,22
Stuehuse	0,65	0,81	0,81	0,47	0,38	0,31	0,25
Etageboliger	0,76	0,83	0,73	0,61	0,48	0,30	0,23

Ydervægge

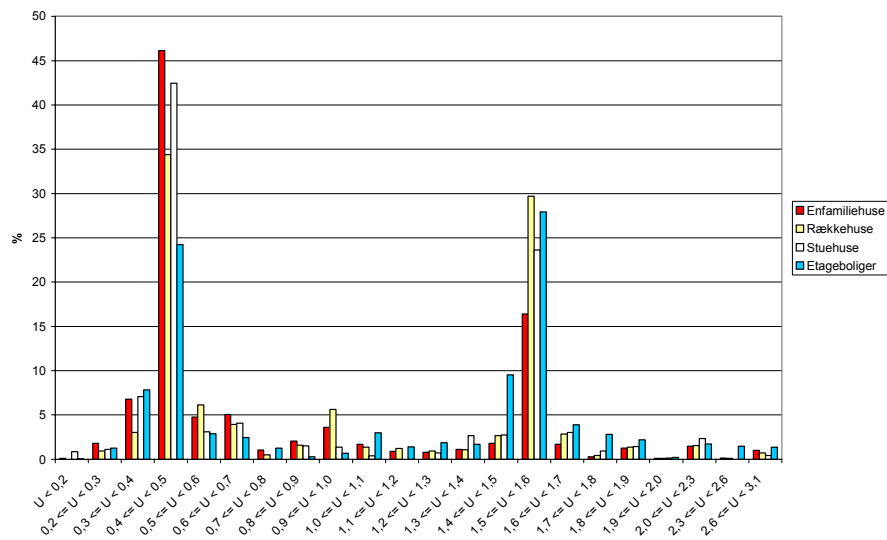
Konstruktionsgruppen ydervægge består af følgende konstruktionstyper, hvor tallet repræsenterer identifikationen i EM:

- 101 Ydermur
- 103 Ydervæg mod uopvarmet rum
- 104 Kælderydervæg over jord
- 105 Kælderydervæg under jord
- 108 Kælderydervæg mod uopvarmet rum

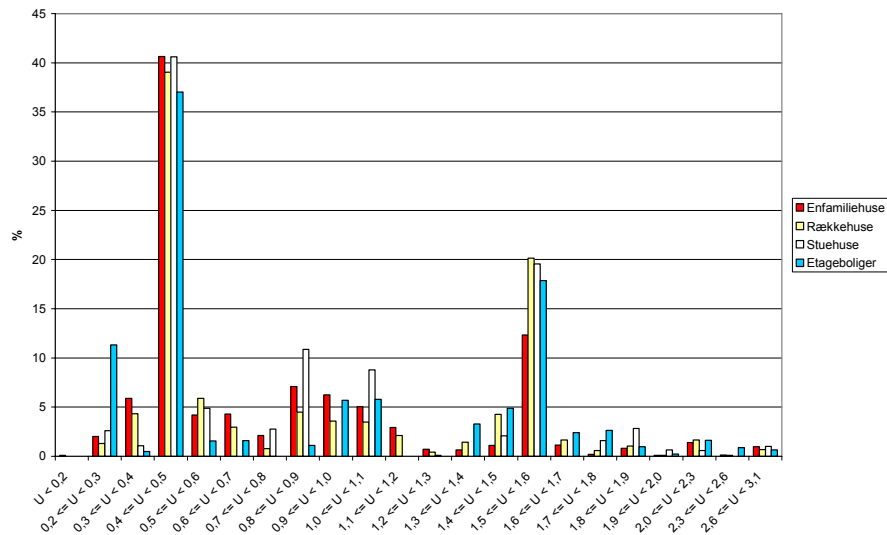
Beregningsmæssigt er alle ydervægge samlet i bygningstyper og byggeperioder hvor beregning af de areal-vægtede U-værdier er sket.



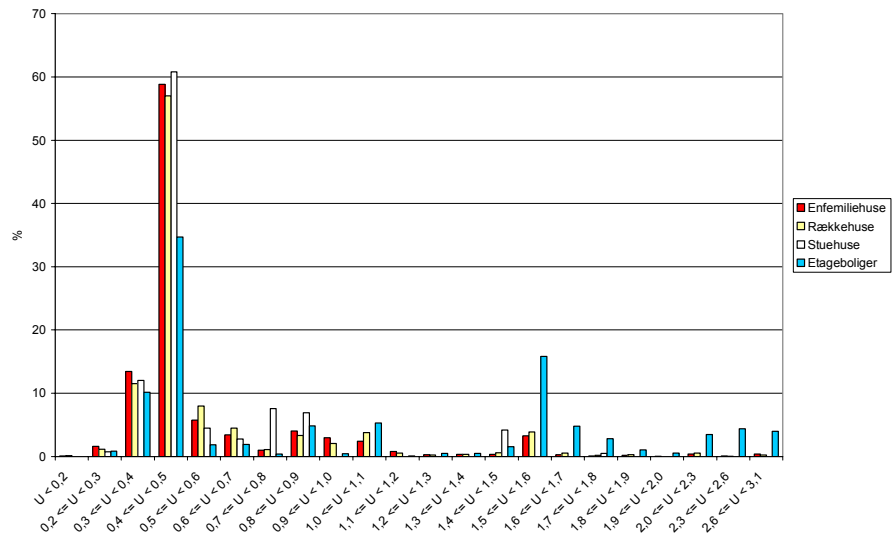
Figur 20. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført før 1930, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



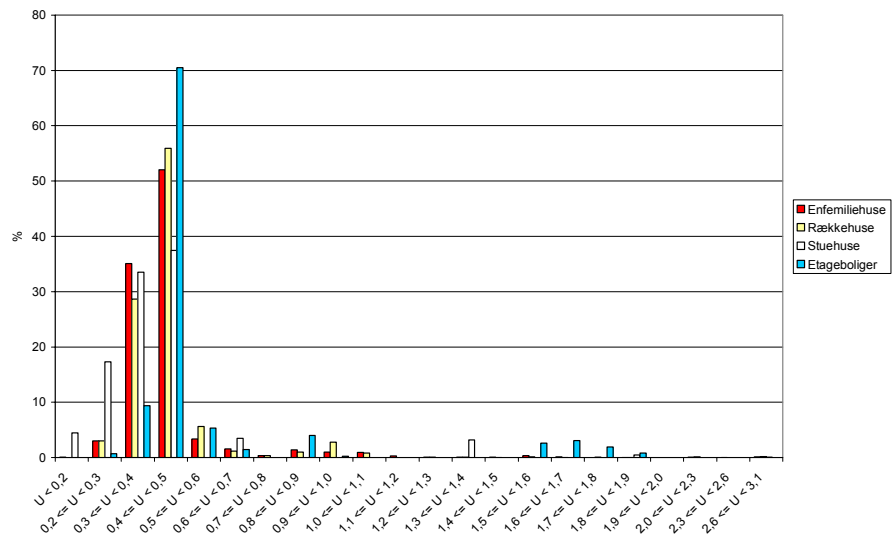
Figur 21. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført mellem 1931 og 1950, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



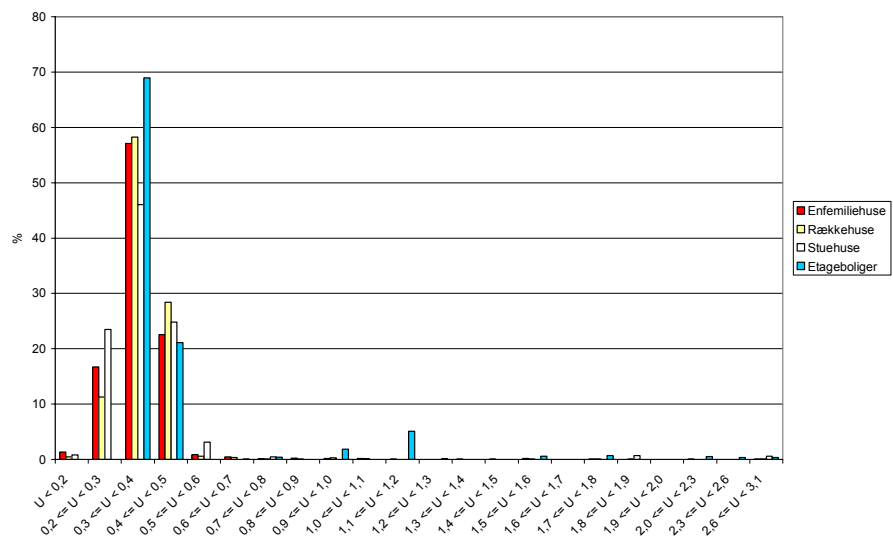
Figur 22. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført mellem 1951 og 1960, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



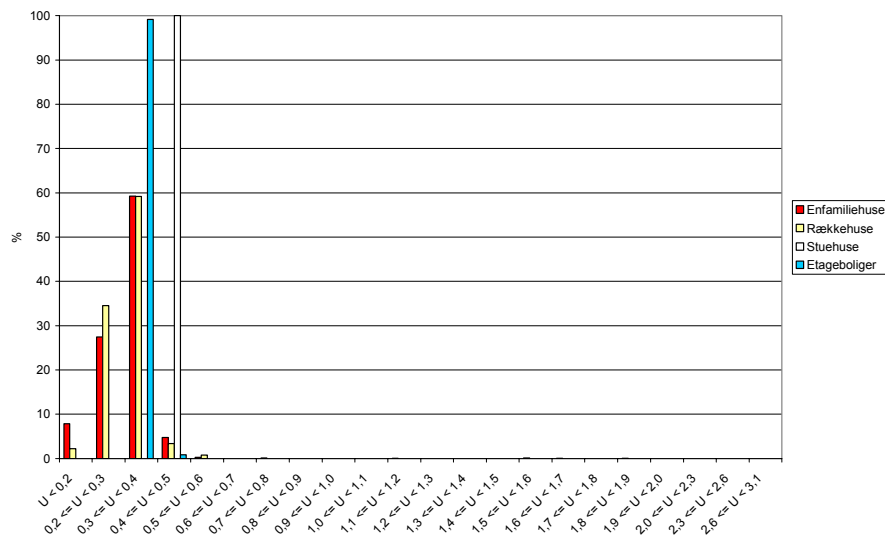
Figur 23. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført mellem 1961 og 1972, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 24. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført mellem 1973 og 1978, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 25. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført mellem 1979 og 1998, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 26. Procentvis fordeling af U-værdier for ydervægge i bygninger opført mellem 1999 og 2003, registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.). Værdierne for stuehuse og etageboliger er meget usikre på grund af et lille datagrundlag fra perioden.

I figur 20 til figur 22 ses det at en stor del af ydervæggene i boliger opført før 1960 har U-værdier mellem 1,5 og 1,6 W/m²K. Det tyder på at der er tale om hulmure med større eller mindre andel udmuring eller tre-stens massiv teglvæg.

Hulmuren er indført i dansk byggeri omkring 1930 (figur 21 og figur 22). Det er relativt enkelt at efterisolere en hulmur ved indblæsning af granuleret isoleringsmateriale.

Den massive ydermur er derimod vanskeligere at efterisolere. Udvendig efterisolering påvirker bygningens udseende og indvendig efterisolering kræver, at beboerne fraflytter boligen under arbejdet og reducerer efterfølgende det beboelige areal med isoleringens tykkelse.

U-værdier

Tabel 9. Arealvægtet U-værdi for alle ydervægge registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.) opdelt på bygningstype og periode.

EM	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,86	0,81	0,81	0,57	0,45	0,37	0,32
Rækkehuse	1,06	0,99	0,90	0,59	0,46	0,37	0,32
Stuehuse	0,92	0,90	0,89	0,55	0,41	0,38	0,45
Etageboliger	1,12	1,12	0,91	1,06	0,57	0,47	0,35

Ved vurdering af potentialet for energiforbedring af ydervægge er det forudsat at halvdelen af alle ydervægge med en U-værdi over 1,0 W/m²K kan forbedres til en U-værdi på 0,45 W/m²K. Når kun halvdelen af de mulige arealer forudsættes forbedret, skyldes det at den resterende del antages at være utilgængelige af forskellige årsager (fredning, arkitektonisk værdi, osv.) eller uacceptabelt dyre at forbedre. Med denne antagelse bliver de arealvægtede U-værdier for en renoveret bygningstype som vist i tabel 10.

Tabel 10. Gennemsnitlig U-værdi for fire bygningstyper og syv byggeperioder efter renovering af 50 % af alle ydervægsarealer med en oprindelig U-værdi over 1,0 W/m²K.

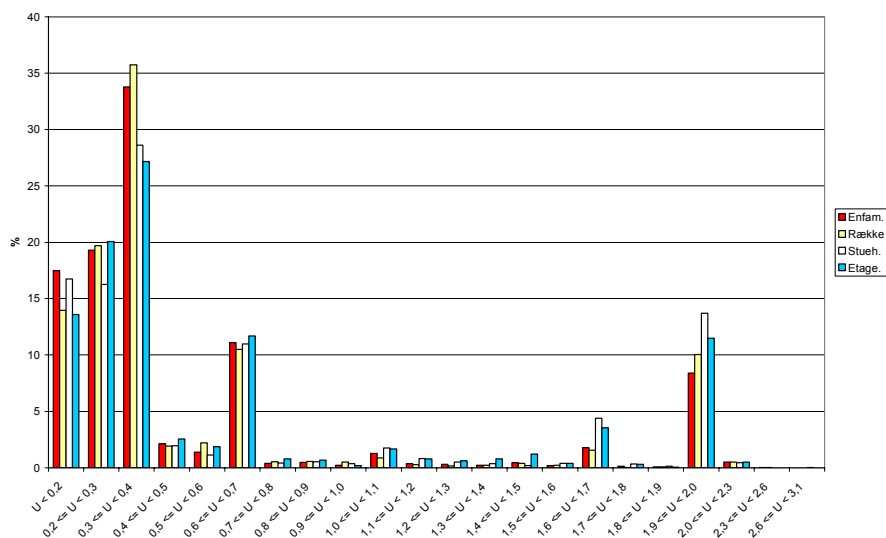
Renoveret	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,66	0,65	0,66	0,52	0,44	0,36	0,31
Rækkehuse	0,76	0,74	0,70	0,53	0,45	0,37	0,32
Stuehuse	0,69	0,68	0,70	0,52	0,39	0,37	0,45
Etageboliger	0,79	0,79	0,69	0,76	0,52	0,43	0,35

Tage

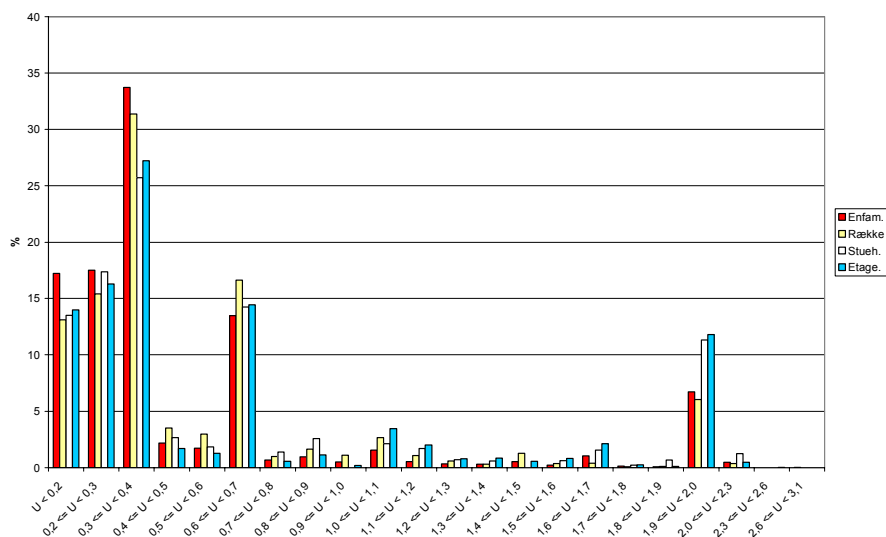
Konstruktionsgruppen tage består af følgende konstruktionstyper, hvor tallet repræsenterer identifikationen i EM:

- 301 Hanebånd og vandret loft
- 302 Skråvæg
- 303 Lodret skunk
- 304 Vandret skunk
- 305 Væg mod uopvarmet luftrum
- 306 Etagedskillelse mod uopvarmet loftsrum
- 307 Fladt tag
- 309 Kvistflunke

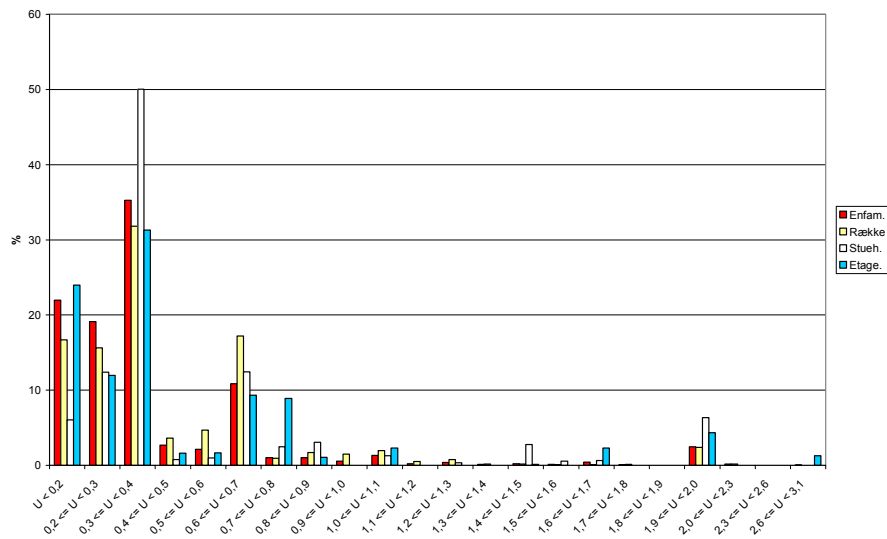
Beregningsmæssigt er alle tage samlet i bygningstyper og byggeperioder hvor beregning af de arealvægtede U-værdier er sket.



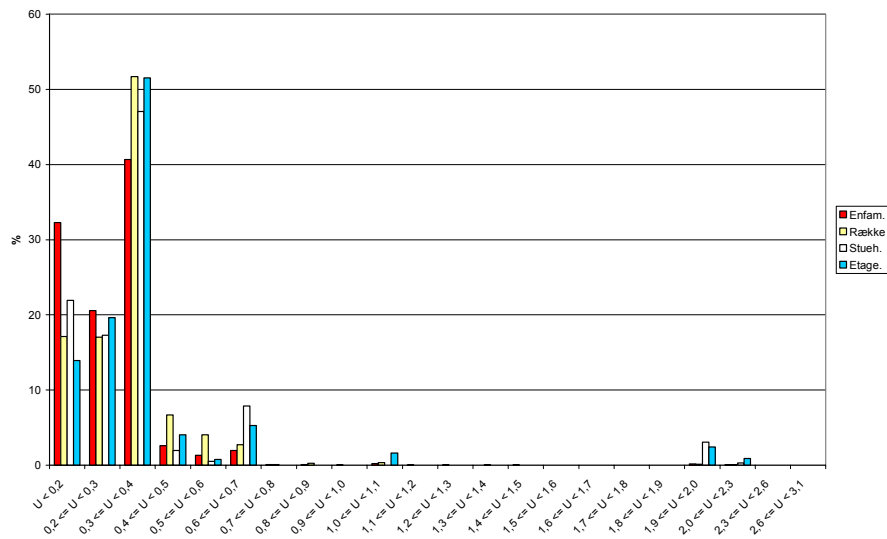
Figur 27. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført før 1930, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



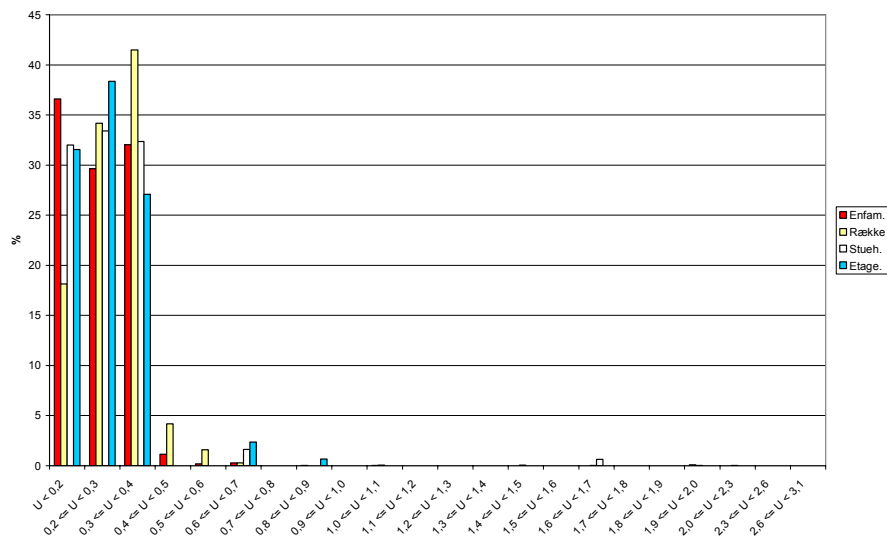
Figur 28. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført mellem 1931 og 1950, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



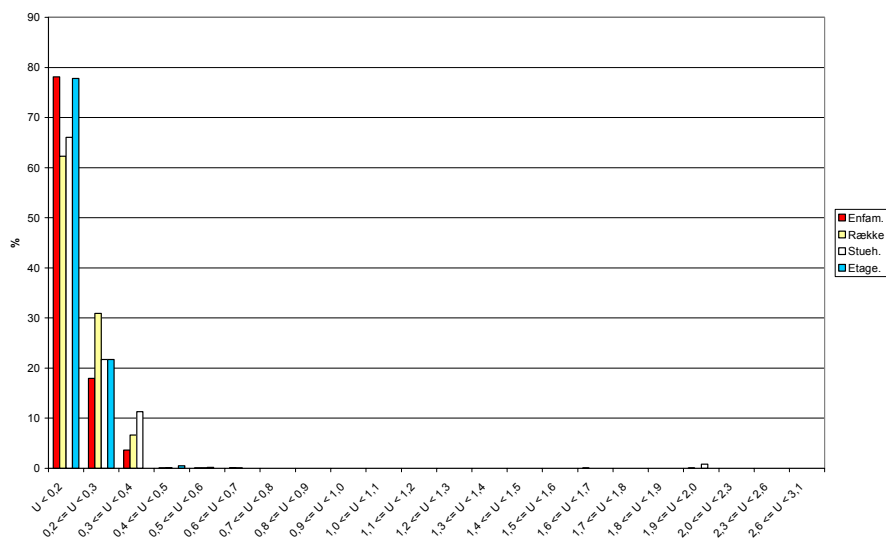
Figur 29. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført mellem 1951 og 1960, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



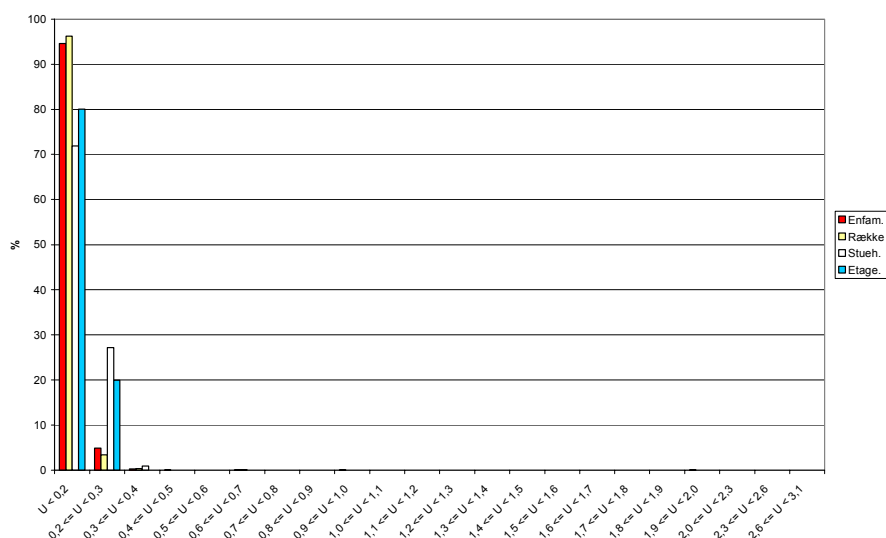
Figur 30. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført mellem 1961 og 1972, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 31. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført mellem 1973 og 1978, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 32. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført mellem 1979 og 1998, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 33. Procentvis fordeling af U-værdier for tage i bygninger opført mellem 1999 og 2002, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.). Data er meget usikre da de er baseret på et lille datagrundlag, men er dog sandsynlige i forhold til kravene i BR95.

I forhold til gulve og ydervægge viser U-værdierne for tage ikke en tilsvarende stor mængde konstruktioner med høje U-værdier. Det tyder på at en stor del af tagene allerede er blevet efterisoleret. Der er dog stadig en betydelig andel (ca. 10 % i boliger opført før 1950) af tagene som har U-værdier omkring $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Her er det relativt enkelt at efterisolere til en U-værdi på ca. $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ og dermed mere end halvere varmetabet gennem disse arealer.

U-værdier

Tabel 11. Arealvægtede U-værdier for alle tage registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.) opdelt på bygningstype og periode.

EM	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,53	0,52	0,41	0,28	0,25	0,18	0,16
Rækkehuse	0,56	0,55	0,46	0,33	0,29	0,20	0,15
Stuehuse	0,67	0,66	0,55	0,37	0,27	0,21	0,18
Etageboliger	0,65	0,66	0,51	0,39	0,26	0,17	0,17

Ved vurdering af potentialet for energiforbedring af tage antages det at halvdelen af alle tage med en U-værdi over $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ kan forbedres til en U-

værdi på 0,35 W/m²K. Med denne antagelse bliver de arealvægtede U-værdier for en renoveret bygningsmasse som vist i tabel 12.

Tabel 12. Gennemsnitlig U-værdi for fire bygningstyper og syv byggeperioder efter renovering af 50 % af alle tagarealer med en oprindelig U-værdi over 1,0 W/m²K.

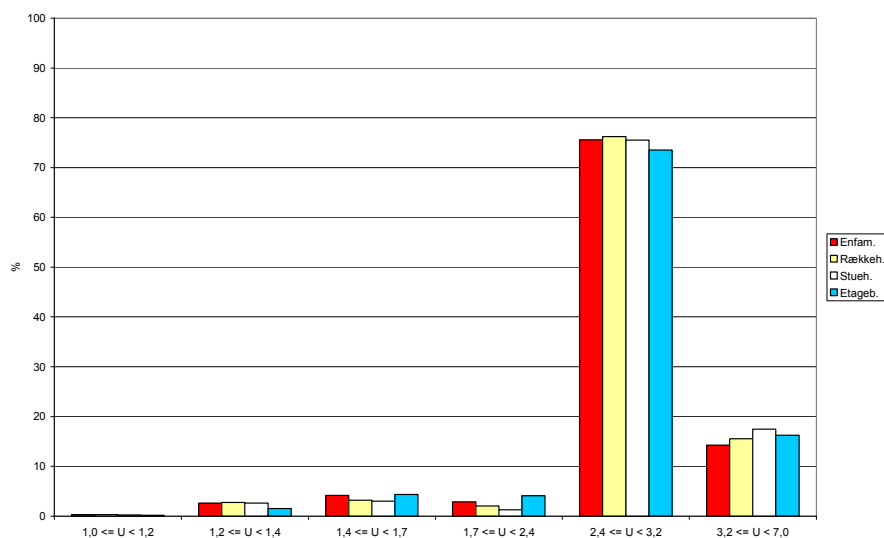
Renoveret	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,44	0,44	0,37	0,28	0,25	0,18	0,16
Rækkehuse	0,45	0,47	0,42	0,33	0,29	0,20	0,15
Stuehuse	0,51	0,52	0,47	0,34	0,26	0,20	0,18
Etageboliger	0,50	0,51	0,44	0,36	0,26	0,17	0,17

Vinduer

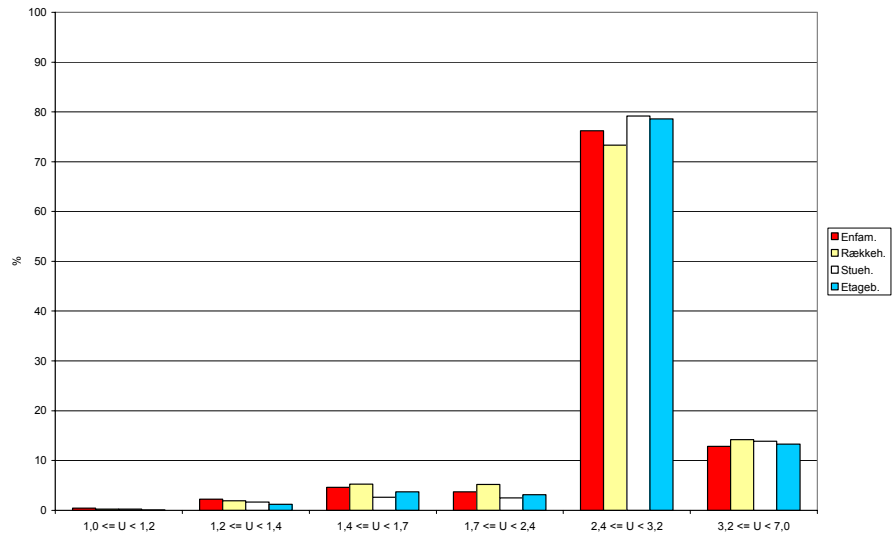
Konstruktionsgruppen vinduer består af følgende konstruktionstyper, hvor tallet repræsenterer identifikationen i EM:

- 401 Vinduer/glasdøre mod vest og øst
- 403 Vinduer/glasdøre mod nord
- 404 Vinduer/glasdøre mod syd
- 405 Vinduer/glasdøre mod nø-nv
- 406 Vinduer/glasdøre mod sø-sv
- 407 Yderdøre
- 408 Ovenlys mod vest & øst
- 410 Ovenlys mod nord
- 411 Ovenlys mod syd
- 412 Ovenlys mod nø-nv
- 413 Ovenlys mod sø-sv
- 414 Ovenlys vandret

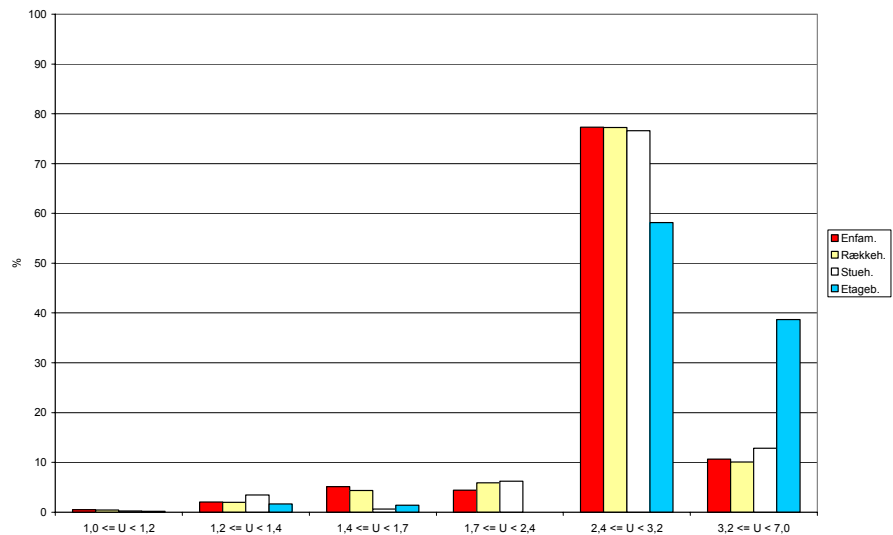
Beregningsmæssigt er alle vinduer samlet i bygningstyper og byggeperioder hvor beregning af de areal-vægtede U-værdier er gennemført.



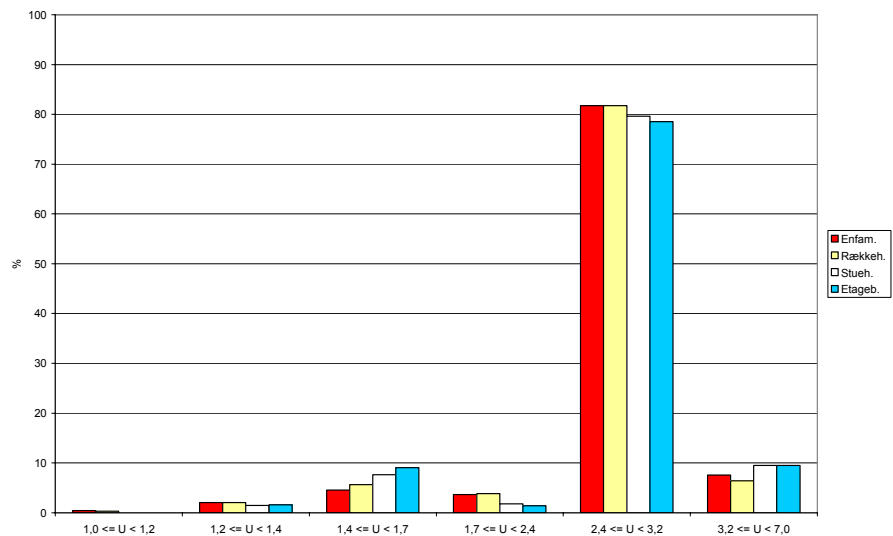
Figur 34. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført før 1930, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



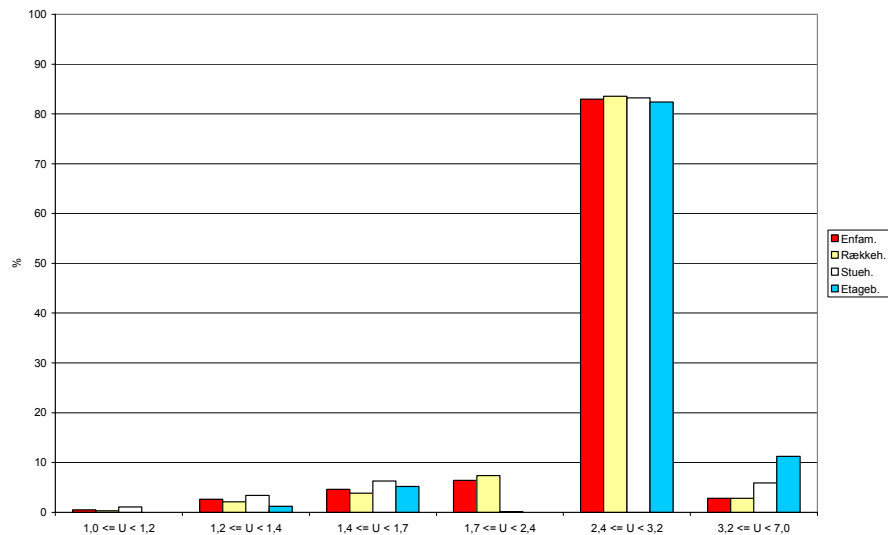
Figur 35. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført mellem 1931 og 1950, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



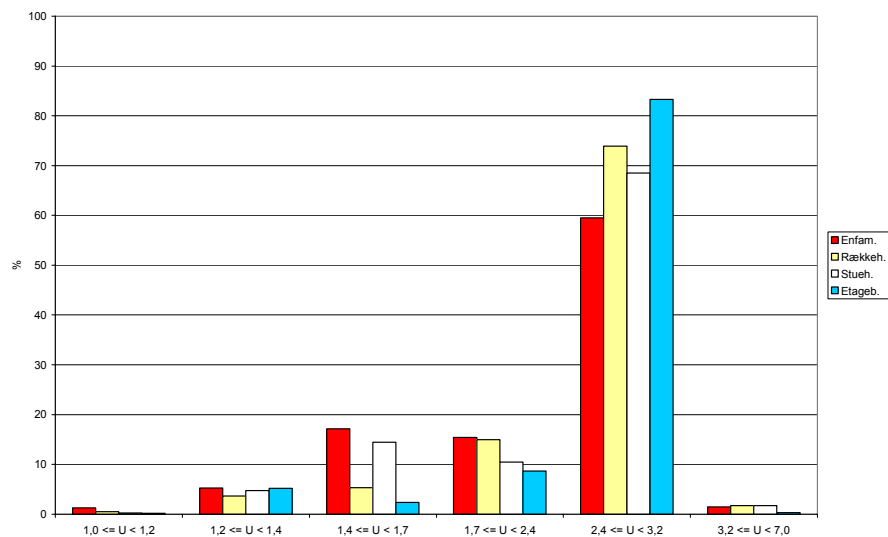
Figur 36. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført mellem 1951 og 1960, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



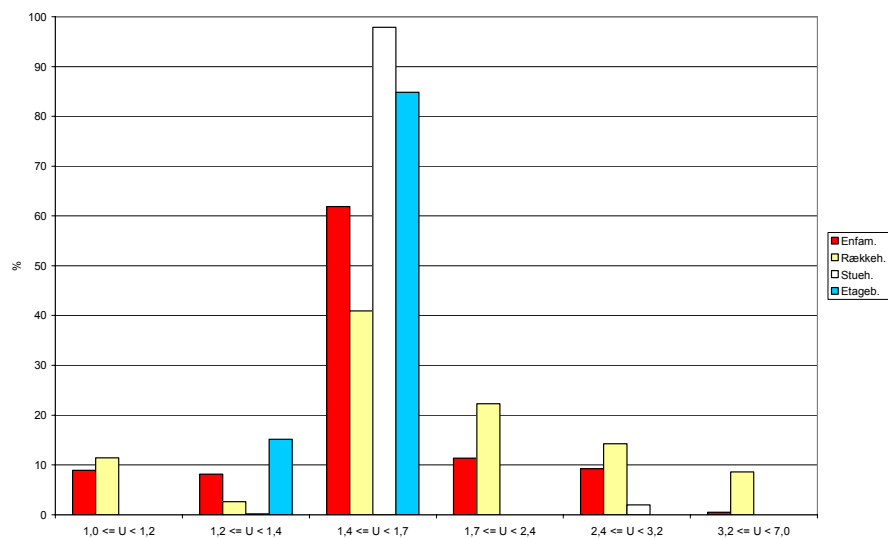
Figur 37. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført mellem 1961 og 1972, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 38. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført mellem 1973 og 1978, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 39. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført mellem 1979 og 1998, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.).



Figur 40. Procentvis fordeling af U-værdier for vinduer i bygninger opført mellem 1999 og 2002, registreret i EM i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.). Det bør bemærkes at en del registreringer af vinduer i boliger opført 1999–2003 i EM er over kravene (1,8 W/m²K) i BR-S 98.

I alle oversigterne for vinduer i boliger opført frem til 1998 (figur 34 til figur 39) ses at hovedparten har U-værdier omkring 3,0 W/m²K. Det svarer til U-værdien for en traditionel termorude eller et vindue med enkeltglas og et forsatsvindue.

I alle perioder frem til 1972 ses at omkring 10 % af vinduesarealerne har U-værdier over 3,2 W/m²K for alle boligtyper. Tilsvarende har omkring 10 % af vinduesarealerne U-værdier under 2,4 W/m²K. Fordelingen af U-værdier under 2,4 W/m²K viser fordelingen af vinduer som er blevet udskiftet med forskellige generationer af lavenergivinduer.

Kun i boliger opført efter 1998 afviger vinduernes U-værdier fra ovenstående mønster. Her ligger tyngdepunktet af vinduerne med U-værdier omkring 1,5 W/m²K.

Omkring 10 % af det samlede vinduesareal i danske boliger har U-værdier over 3,2 W/m²K og dermed et meget højt potentiale for energiforbedringer. Op imod 80 % af vinduesarealet i danske boliger udgøres af traditionelle termoruder eller enkeltlags vinduer med forsatsvinduer med en U-værdi omkring 3,0 W/m²K og har dermed et højt potentiale for energiforbedringer. I begge tilfælde er det muligt at udskifte vinduerne til dagens standard med en gennemsnitlig U-værdi omkring 1,6 W/m²K.

U-værdier

Tabel 13. Arealvægtede U-værdier for alle vinduer registreret i Energimærkningsordningen i perioden januar 1998 til juni 2002 (inkl.) opdelt på bygningstype og periode.

EM	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	3,00	2,97	2,91	2,85	2,71	2,40	1,68
Rækkehuse	3,06	2,99	2,90	2,81	2,72	2,60	2,08
Stuehuse	3,11	3,04	2,98	2,89	2,79	2,51	1,57
Etageboliger	3,06	3,02	3,64	2,87	2,97	2,63	1,51

Ved vurdering af potentialet for energiforbedring af vinduer antages det at alle vinduer kan udskiftes til vinduer med en samlet U-værdi på 1,6 W/m²K.

BBR-oplysninger

Af udtræk (september 2003) fra BBR-registeret er det muligt at bestemme den gennemsnitlige størrelse for bygninger til forskellige anvendelsesformål (BBR felt 203). Inden for de forskellige typer af bygningsanvendelse er informationerne igen sorteret i de udvalgte karakteristiske byggeperioder, og på denne måde er den karakteristiske størrelse for de forskellige boliger bestemt. For hver boligtype er areal- og etagefordeling opgjort i hver af de syv byggeperioder.

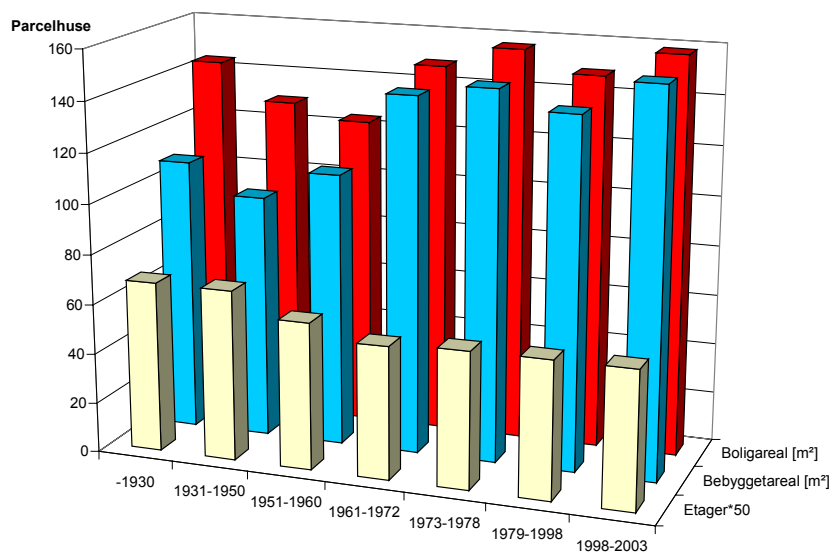
Udtrækket fra BBR-registeret indeholder også information om bygningernes ydervægs- og tagkonstruktion samt varmesystem. Information om konstruktionerne kan udnyttes til at vurdere muligheden for energirenovering og varmesystemet for muligheden for konvertering. Disse informationer behandles ligeledes for hver bygningstype.

Parcelhuse

Tabel 14. Areal- og etageopgørelse for parcelhuse registreret i BBR i september 2003. Tabellens rækker viser: samlet boligareal, gennemsnitligt boligareal, samlet bebygget areal, gennemsnitligt bebygget areal, alle i m² og gennemsnitligt antal etager.

Byggeår	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1998-2003
Σ bolig	31.103.638	15.437.234	12.372.595	50.423.650	21.858.450	17.339.890	2.683.501
Gns. bolig	144	129	124	146	157	148	158
Σ bebygget	23.297.049	11.526.945	10.912.192	48.945.767	20.726.914	16.769.898	2.769.425
Gns. bebygget	109	97	109	141	147	140	153
Etager	1,37	1,37	1,18	1,06	1,09	1,10	1,10

Der er således registret et samlet boligareal i parcelhuse på 151,2 millioner m² med et gennemsnitligt boligareal på 142 m² fordelt på 1,21 etager. Dette boligareal optager 134,9 millioner m² bebygget areal (i gennemsnit 122 m² pr. bolig).

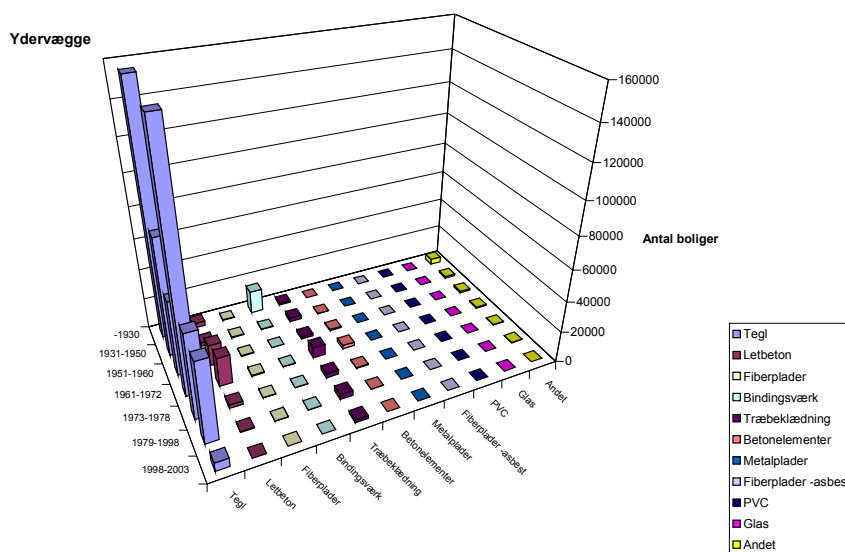


Figur 41. Parcelhuses gennemsnitlige boligareal, bebyggede areal og antal etager opdelt på byggeperioder.

Konstruktioner

Ydervægsmaterialerne i parcelhuse er stærkt domineret af tegl med 85,7 % af alle parcelhuse i BBR. Dette dækker over store forskelle i byggetradition, fra massive mure i de ældste perioder over uisolerede hulmure, til fuldt isolerede ydervægge. En del af disse ydervægge er blevet efterisoleret, men det skønnes at der stadig er et stort potentiale, især i de ældste huse.

I registreringerne fra EM-ordningen ses en tydelig tendens til at ydervægenes U-værdier samler sig om to tyngdepunkter. Op imod 20 % af det samlede ydervægsareal i disse perioder har en registreret U-værdi på 1,5-1,6 W/m²K. Det svarer til U-værdien for en 29 cm uisoleret hulmur med faste bindere eller trådbindere og udmurede vinduesfalse, som angivet i *Håndbog for Energikonsulenter*. En anden stor mængde ydervægge (op imod 50 % af det samlede ydervægsareal) er registreret med en U-værdi mellem 0,3 og 0,5 W/m²K. Denne U-værdi svarer stort set til værdien for isolerede hulmure samt nogle typer kældervægge.

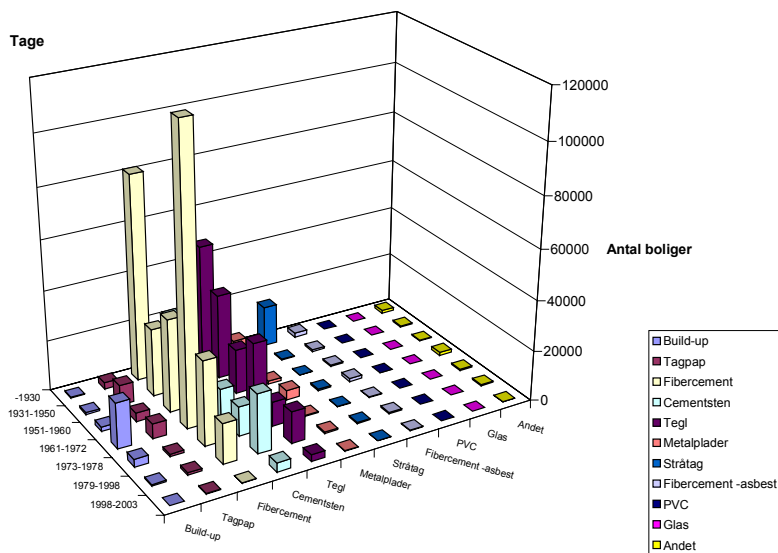


Figur 42. Antal parcelhuse med forskellige ydervægsmaterialer i de forskellige byggeperioder.

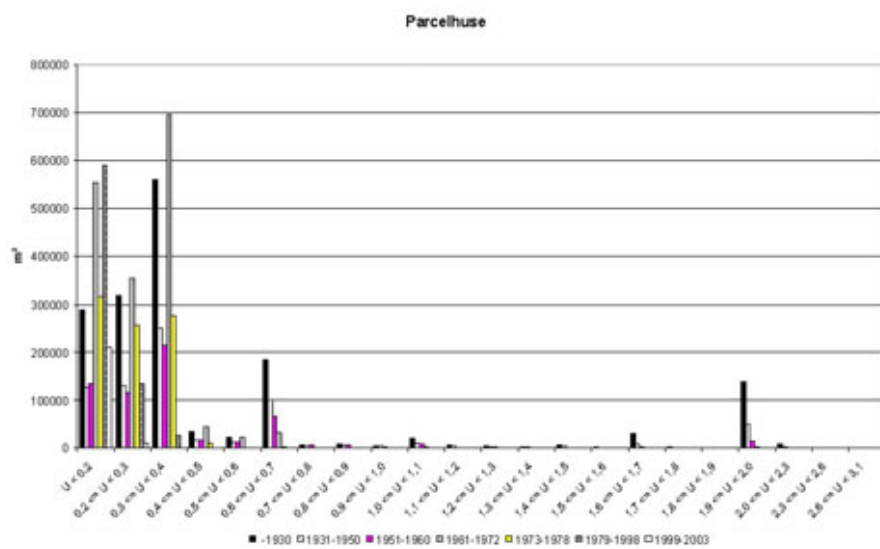
Tagkonstruktioner i parcelhuse består af tre dominerende materialer med en samlet andel på 86,3 %. De tre materialer er fibercement (48,8 %), cementsten (13,9 %) og tegl (23,6 %). Disse materialer skal alle lægges med en vis hældning for at der kan opnås tæthed. Der bør være mulighed for efterisolering i denne type konstruktioner, idet der ofte vil være et helt eller delvist uudnyttet loftrum hvortil det er muligt at få adgang.

En del af tagarealerne har en registreret U-værdi over 0,6 W/m²K. En U-værdi på 0,63 svarer til en tagkonstruktion med ca. 50 mm isolering. Det skønnes derfor at der er et potentiale for forbedring af disse tagkonstruktioner, dels i de tagkonstruktioner som er uisolerede og dels ved forbedring af de tagkonstruktioner, som kun har 50 mm isolering.

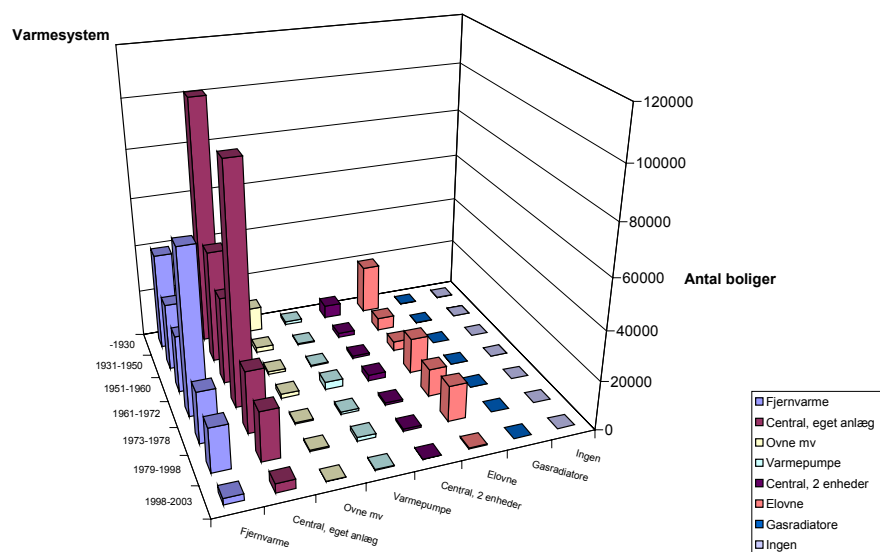
Varmesystemerne i parcelhusene udviser også stor ensartethed. 83,1 % af parcelhusene har enten fjernvarme (31,4 %) eller central, eget anlæg (51,7 %). Det skal dog bemærkes, at 11 % af samtlige parcelhuse er registreret med elovne som opvarmingskilde. Der ligger et ikke ubetydeligt energibesparelsespotentiale ved konvertering af disse til anden opvarmingsform.



Figur 43. Antal parcelhuse med forskellige tagmaterialer i de forskellige byggeperioder.



Figur 44. EM registrerede U-værdier for tage i parcelhuse.



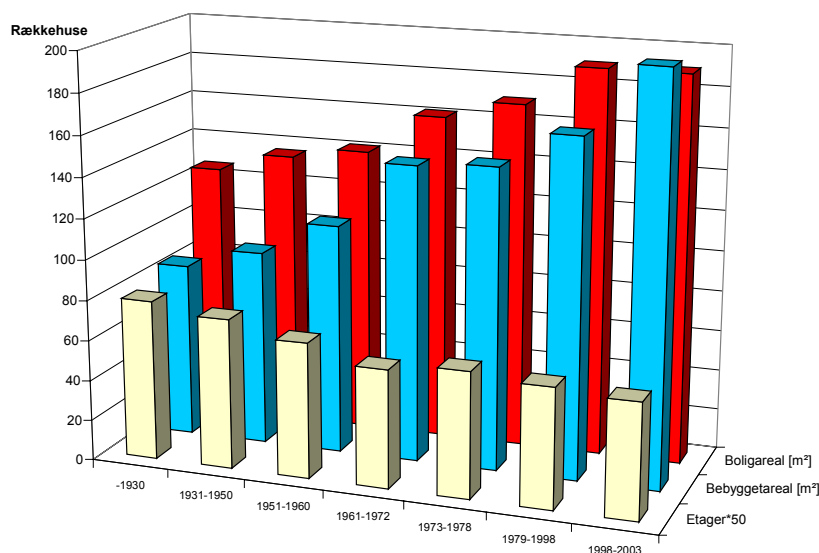
Figur 45. Antal parcelhuse med forskellige varmesystem i de forskellige byggeperioder.

Rækkehuse

Tabel 15. Areal- og etageopgørelse for rækkehuse registreret i BBR i juli 2003. Tabellens rækker viser: samlet boligareal, gennemsnitligt boligareal, samlet bebygget areal, gennemsnitligt bebygget areal og gennemsnitligt antal etager.

Byggeår	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1998-2003
Σ bolig	3.618.522	1.827.170	2.113.504	4.482.479	3.678.833	12.746.714	12.746.714
Gns. bolig	126	136	141	161	170	190	190
Σ bebygget	2.390.223	1.249.184	1.637.675	3.851.581	2.933.388	10.931.144	1.116.361
Gns. bebygget	86	96	113	146	148	166	208
Etager	1,58	1,48	1,34	1,17	1,24	1,18	1,14

Der er således registret et samlet boligareal i rækkehuse på 41,2 millioner m² med et gennemsnitligt boligareal på 153 m² fordelt på 1,37 etager. Dette boligareal optager 24,1 millioner m² bebygget areal (i gennemsnit 123 m² pr. bolig).



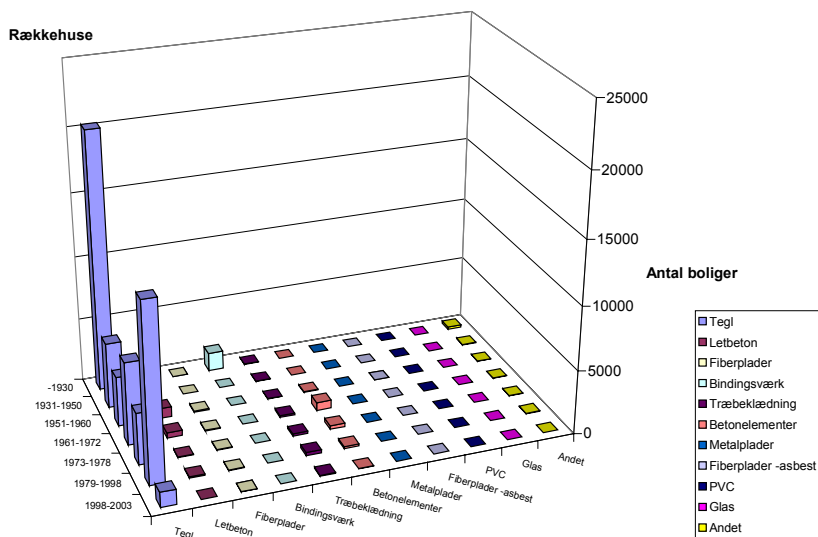
Figur 46. Rækkehuses boligareal, bebyggede areal og antal etager opdelt på byggeperioder.

Konstruktioner

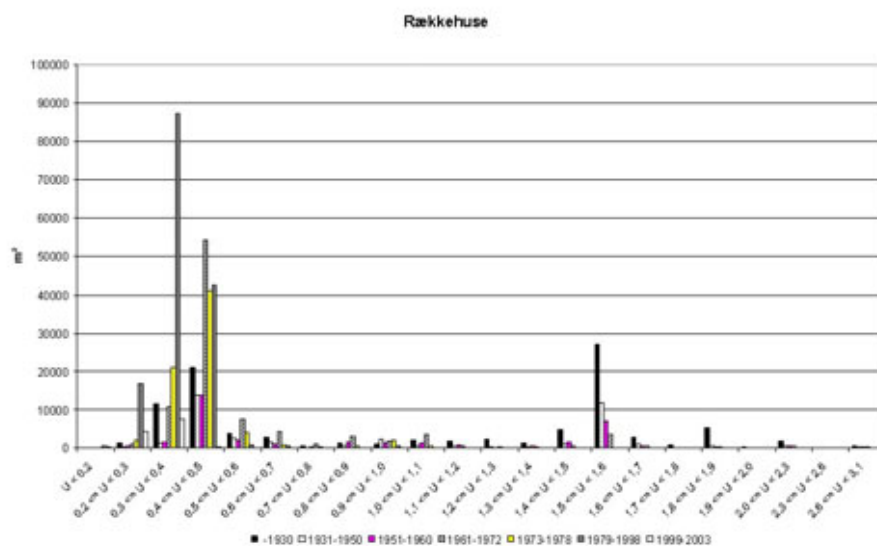
Det overvejende ydervægsmateriale i rækkehuse er tegl med hele 90,8 % af samtlige rækkehuse. Langt størstedelen af alle ydervæggene har en U-værdi under 0,5 W/m²K (figur 48). Besparelspotentialet i rækkehuse må derfor anses som begrænset.

De foretrukne tagmaterialer i rækkehuse er fibercement (37,2 %), cementsten (15,1 %) og tegl (33,9 %). Størstedelen af dette areal (se figur 50) har registrerede U-værdier under 0,4 W/m²K, svarende til en konstruktion med op til 75 mm isolering. Besparelspotentialet i rækkehuse må derfor anses som begrænset.

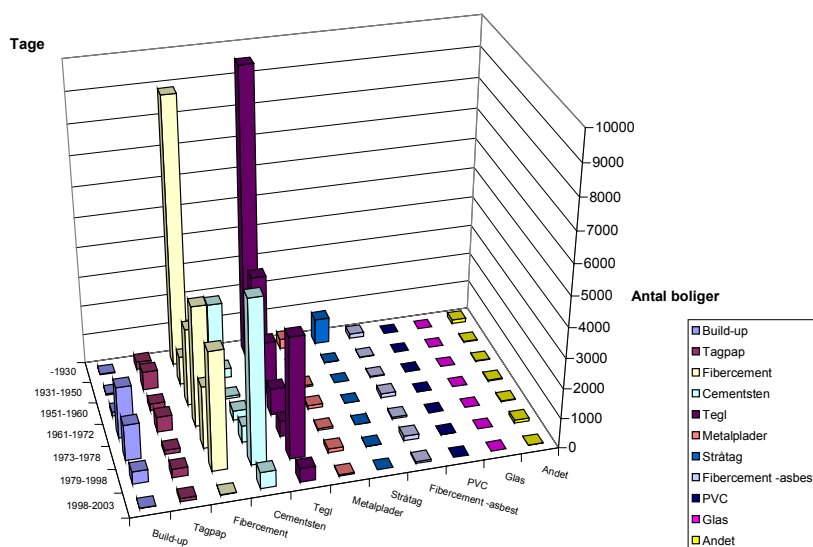
De to mest benyttede varmesystemer i rækkehuse er fjernvarme (53,1 %) og central, eget anlæg (31,2 %). Desuden har 12,5 % af rækkehusene elovne som opvarmningsmiddel. Der er et besparelspotentiale ved konvertering til andre opvarmningsystemer.



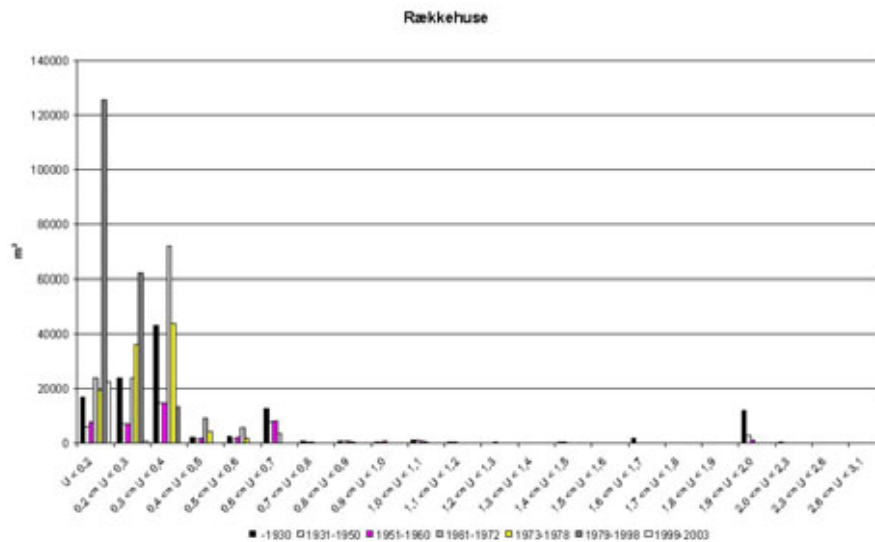
Figur 47. Antal rækkehuse med forskellige ydervægsmaterialer i de forskellige byggeperioder.



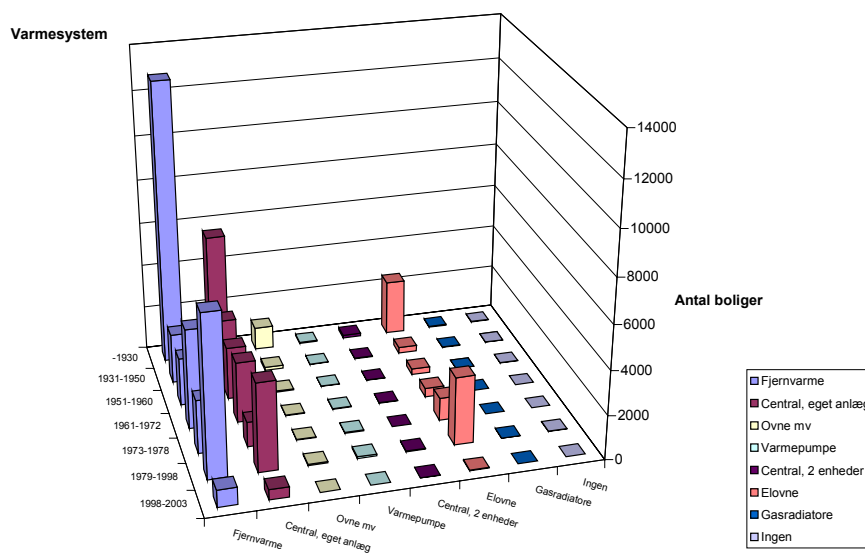
Figur 48. Størstedelen af alle U-værdier i rækkehuses ydervægge er ifølge EM mindre end 0,5 W/m²K.



Figur 49. Antal rækkehuse med forskellige tagmaterialer i de forskellige byggeperioder.



Figur 50. Størstedelen af alle EM registrerede U-værdier i rækkehuses tage er mindre end 0,4 W/m²K.



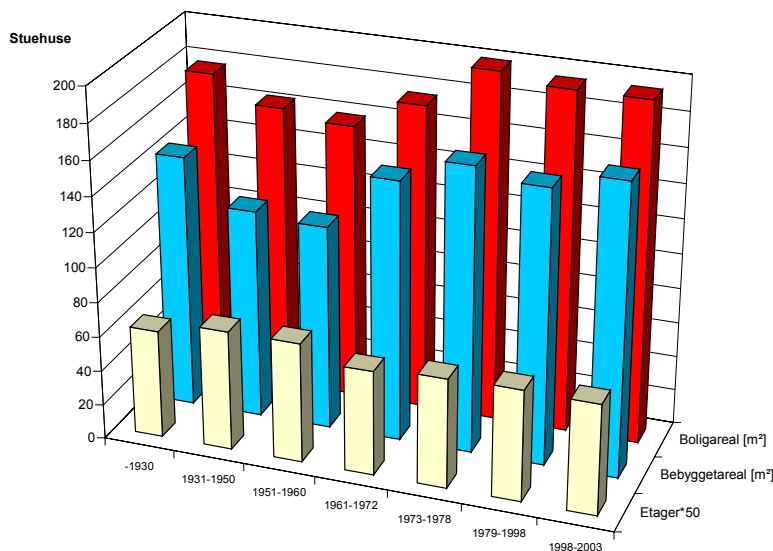
Figur 51. Antal rækkehuse med forskellige varmesystemer i de forskellige byggeperioder.

Stuehuse

Tabel 16. Areal- og etageopgørelse for stuehuse registreret i BBR i juli 2003. Tabellens rækker viser: samlet boligareal, gennemsnitligt boligareal, samlet bebygget areal, gennemsnitligt bebygget areal og gennemsnitligt antal etager.

Byggeår	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1998-2003
Σ bolig	16.484.169	2.152.663	742.333	796.575	633.520	951.389	951.389
Gns. bolig	177	163	158	175	200	195	195
Σ bebygget	13.523.024	1.590.832	549.724	677.486	516.686	768.912	134.853
Gns. bebygget	145	120	117	149	163	157	167
Etager	1,25	1,38	1,38	1,21	1,26	1,28	1,27

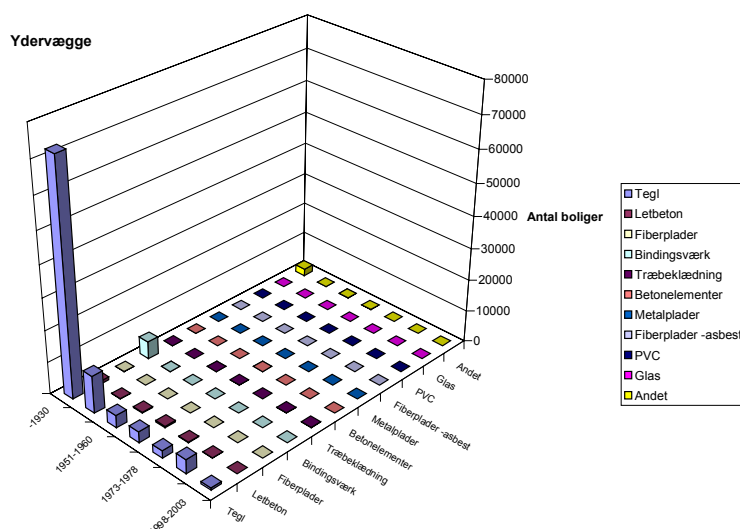
Der er således registreret et samlet boligareal i stuehuse på 22,7 millioner m² med et gennemsnitligt boligareal på 176 m² fordelt på 1,29 etager. Dette boligareal optager 17,8 millioner m² bebygget areal (i gennemsnit 143 m² pr. bolig).



Figur 52. Stuehuses boligareal, bebyggede areal og antal etager opdelt på byggeperioder.

Konstruktioner

Det helt dominerende ydervægsmateriale i stuehuse er tegl med 90,5 % af samtlige stuehuse (figur 53).



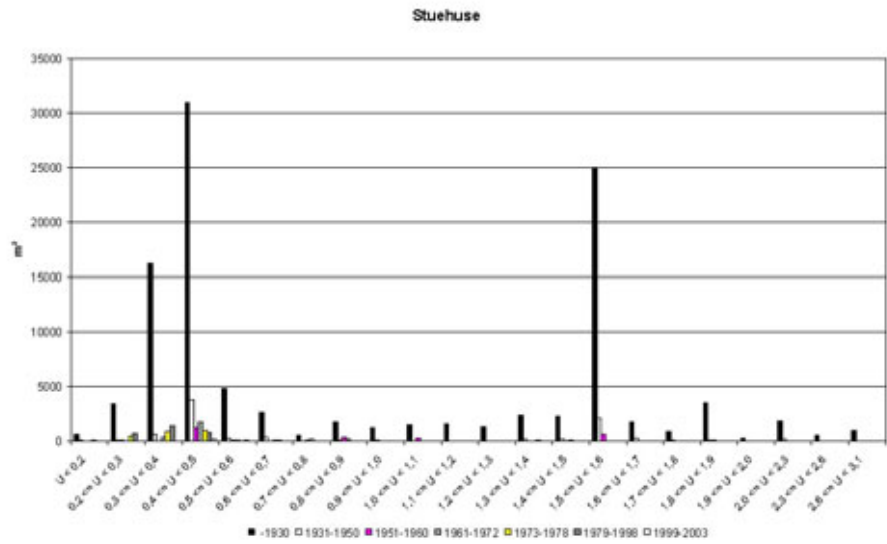
Figur 53. Antal stuehuse med forskellige ydervægsmaterialer i de forskellige byggeperioder.

En relativt stort andel af stuehusenes ydervægsareal har en U-værdi over 0,6 W/m²K.

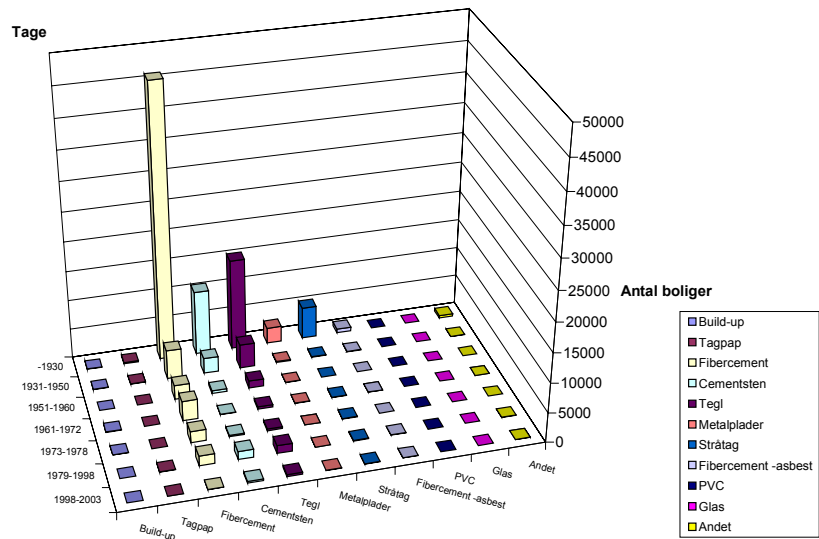
En del af ydervægsarealet med høje U-værdier kan formodentlig tilskrives massive teglvægge som kun vanskeligt kan efterisoleres. En udvendig efterisolering vil ændre bygningernes udseende og en indvendig efterisolering kræver omfattende ombygning, giver et reduceret beboeligt areal og frembyder risiko for introduktion af kuldebroer med deraf følgende kondensrisiko.

Besparelsespotentialet ved isolering af ydervæggene i stuehuse er relativt set stort, men da der samlet set er tale om et lille areal er den absolutte størrelse af besparelsen begrænset.

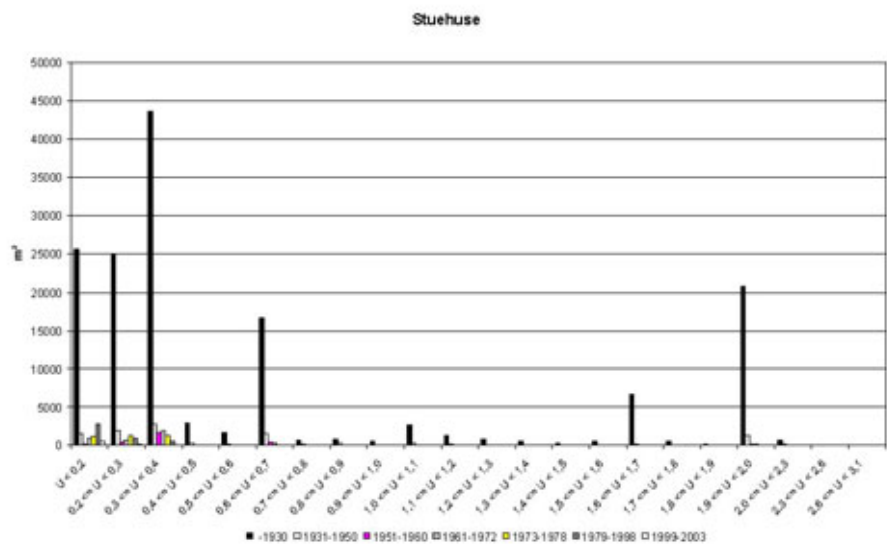
De foretrukne tagmaterialer i stuehuse er fibercement (54,9 %), cementsten (14,4 %) og tegl (20,9 %). Alle materialetyper giver mulighed for efterisolering idet de skal oplægges med fald hvorved der skabes et tagrum som der relativt enkelt kan skaffes adgang til for efterisolering.



Figur 54. Registrerede U-værdier i EM for stuehuses ydervægge.



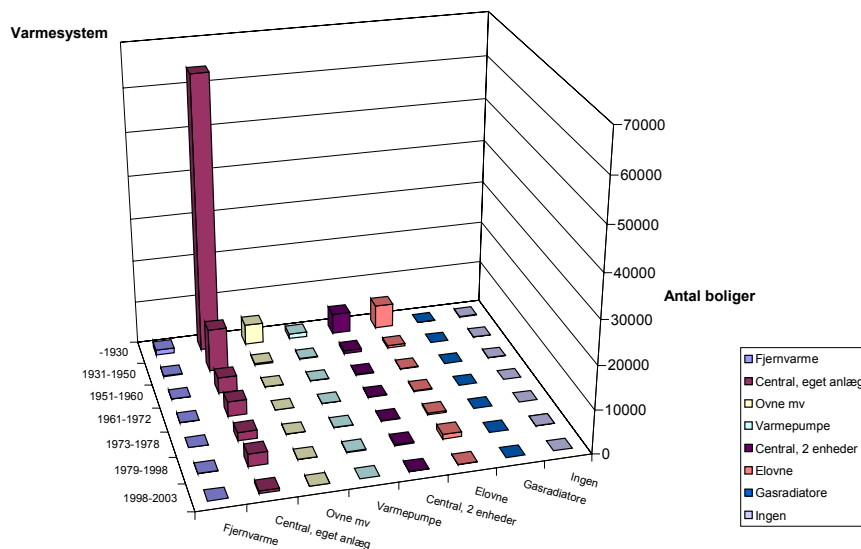
Figur 55. Antal stuehuse med forskellige tagmaterialer i de forskellige byggeperioder.



Figur 56. EM registrerede U-værdier for stuehuses tage.

Omkring 33 % af stuehusenes tage har en registreret U-værdi på 0,6 W/m²K eller derover. Der er dermed et relativt stort potentiale for energibesparelser i denne boligtype.

De fleste stuehuse (79,1 %) er opvarmet ved centralvarme fra eget anlæg. Andelen af stuehuse med elovne er relativt lavere (7,1 %) end det ses i parcelhuse og rækkehuse. Denne boligtypes typiske placering i område 4 gør at, muligheden for konvertering af disse opvarmningsformer er relativt begrænsede.



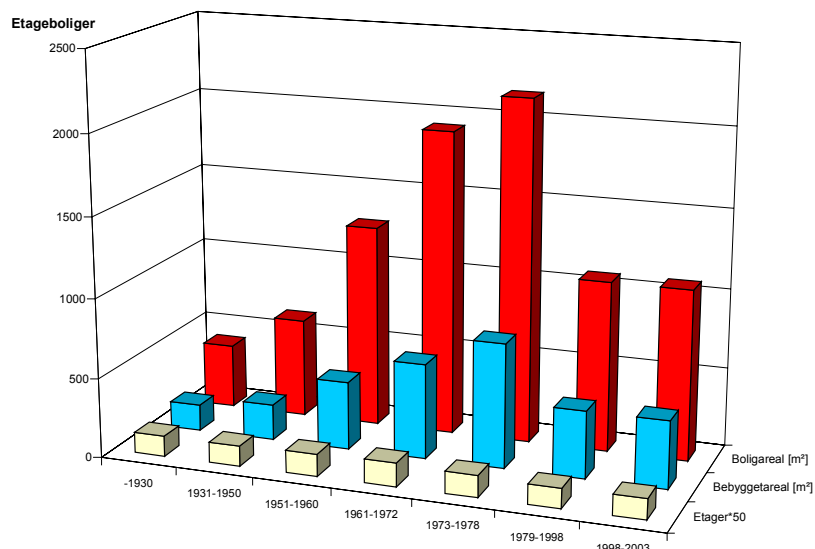
Figur 57. Antal stuehuse med forskellige varmesystemer i de forskellige byggeperioder.

Etageboliger

Tabel 17. Areal- og etageopgørelse for etageboliger registreret i BBR i juli 2003. Tabellens rækker viser: samlet boligareal, gennemsnitligt boligareal, samlet bebygget areal, gennemsnitligt bebygget areal og gennemsnitligt antal etager.

Byggeår	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1998-2003
Σ bolig	23.450.354	14.082.056	7.567.891	13.546.258	4.316.888	7.631.531	7.631.531
Gns. bolig	403	623	1.272	1.918	2.155	1.071	1.071
Σ bebygget	8.050.120	4.497.274	2.473.632	4.122.888	1.526.696	3.050.991	360.908
Gns. bebygget	165	224	427	596	780	422	423
Etager	2,56	2,55	2,77	2,96	2,73	2,47	2,60

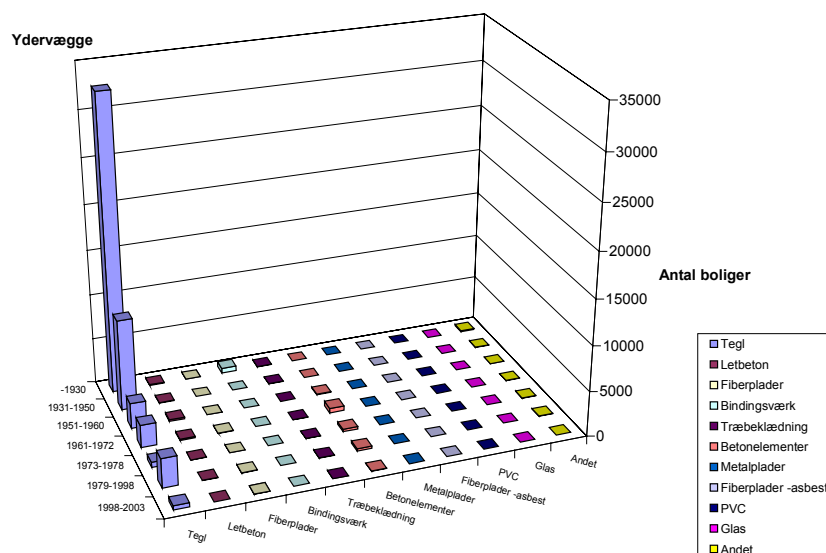
Der er således registreret et samlet boligareal i etageboliger på 78,2 millioner m² med et gennemsnitligt boligareal på 659 m² fordelt på 2,59 etager. Dette boligareal optager 24,1 millioner m² bebygget areal.



Figur 58. Etageboligers boligareal, bebyggede areal og antal etager opdelt på byggeperioder.

Konstruktioner

Det fremgår af udtrækket fra BBR, at 95,1 % af alle ydervægge i etageejendomme udført i tegl.

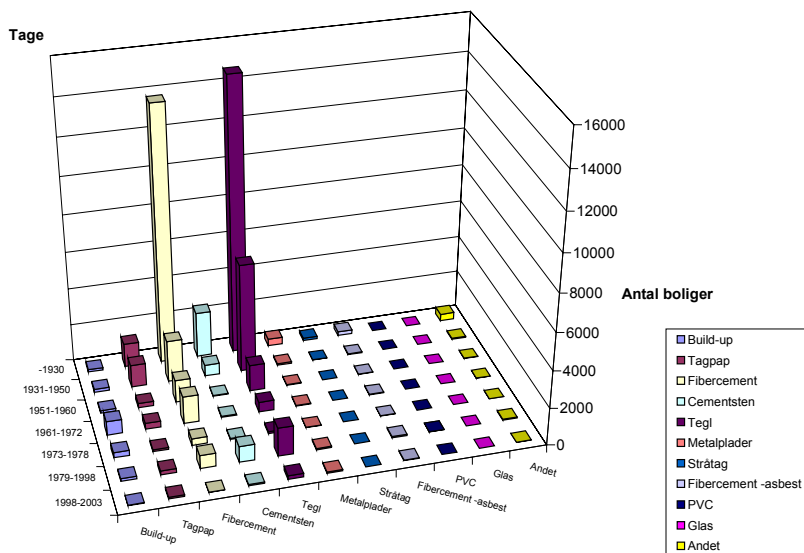


Figur 59. Antal etageboliger med forskellige ydervægsmaterialer i de forskellige byggeperioder.

Ydermurerne i størstedelen af disse ejendomme består antageligt primært af massive 1½-stens mure, med en U-værdi på 1,5 W/m²K. Denne U-værdi optræder primært i de to byggeperioder frem til 1930 hvor hulumuren vandt indpas i dansk byggeri.

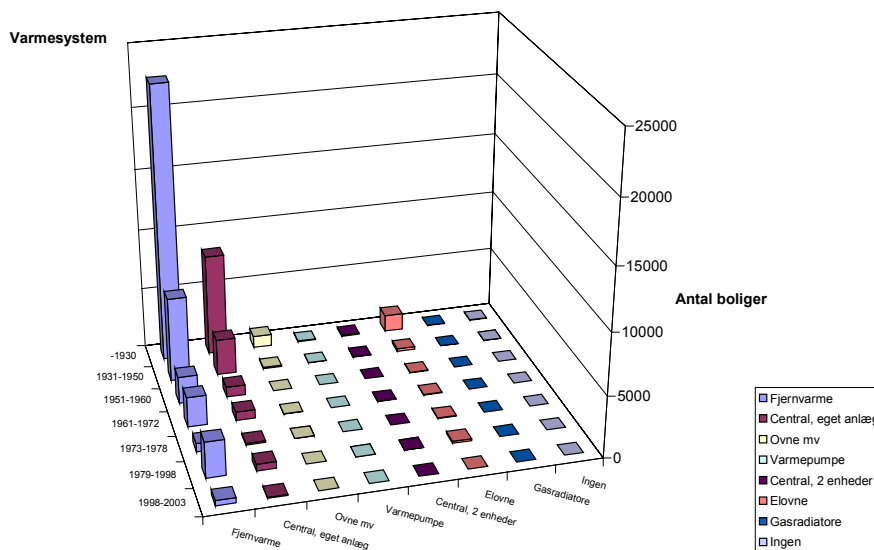
Datagrundlaget fra EM er meget usikkert, især fra 1930 og fremefter når det gælder etageboliger. Det er derfor ikke muligt at give et sikkert skøn over fordelingen af U-værdier for konstruktionerne i denne boligtype.

De to mest benyttede materialer til tagdækning i etageejendomme er fibercement (35,9 %) og tegl (44,3 %). Alle andre materialer har en udbredelse under 10 %. Begge materialer benyttes i tagkonstruktioner med hældning, hvilket giver mulighed for adgang til tagrummet for efterisolering. Adgangen til tagrummet kan dog i en del tilfælde være vanskeliggjort af tilstedeværelsen af pulterrum. En ofte benyttet form for efterisolering i disse tilfælde er indblæsning af isoleringsmateriale i hulrummet mellem gulv i tagrum og loft i den øverste beboelsesetage.



Figur 60. Antal etageboliger med forskellige tagmaterialer i de forskellige byggeperioder.

De to fremherskende varmesystemer i etageboliger er fjernvarme (69,4 %) og centralvarme fra eget anlæg (24,6 %). I 3,4 % af etageboligerne benyttes elovne som varmekilde.



Figur 61. Antal etageboliger med forskellige varmesystemer i de forskellige byggeperioder.

Energiberegninger

Med udgangspunkt i modellerne beskrevet i SBI-rapport 106, *Energibesparende foranstaltninger i større bygninger* er der opbygget en beregningsmodel i et regneark. Modellen beregner P-faktoren og et estimeret energiforbrug for gennemsnitlige boliger. På baggrund af udtræk fra energimærkningsordningen (EM) og BBR-registeret er der opbygget tidstypiske modeller af den eksisterende danske boligmasse i beregningsmodellen.

Regnearksmodellen er inddelt i en række individuelle regneark, som indeholder de forskellige bygningstyper. Hver boligtype optræder på to ark fx som "Parcelhuse,opr" hhv. "Parcelhuse,ren". "Parcelhuse,opr" henviser til beregningerne med konstruktioner i henhold registreringerne som er foretaget af energikonsulenterne. I "Parcelhuse,ren" findes den tilsvarende beregning for de tænkte renoverede boliger.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
	1000-1930	1931-1950	1951-1961	1961-1972	1973-1978	1979-1990	1999-2003	
11 Tag	0,44	0,44	0,37	0,28	0,25	0,18	0,16	W/m ² K
12 Gulv	0,66	0,74	0,63	0,44	0,38	0,31	0,21	W/m ² K
13 Vinduer	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,56	W/m ² K
14 Ydervægge	0,66	0,65	0,66	0,52	0,44	0,36	0,31	W/m ² K
15 Fundament	0,7	0,7	0,7	0,5	0,4	0,3	0,25	W/m ² K
16 Vinduesfåse	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15	0,1	0,03	W/m ² K
17 Vinduesfaktor	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,22	-
18 Luftskifte	0,55	0,55	0,55	0,55	0,5	0,4	0,45	1/h
20 Den renoverede gennemsnitsbolig								
21 Gns/BebAreal	109	97	109	141	147	140	153	m ²
22 Etager	1,37	1,37	1,16	1,06	1,09	1,1	1,1	-
23 BehAreal	23297049	11526945	10912192	48945767	20726914	16769090	2769425	m ²
25 P-faktor	2,25	2,33	2,32	1,96	1,68	1,38	1,33	W/m ² K
26 E-faktor	140	146	146	113	90	64	60	kWh/m ²
27								Σ
28 Energibehov	54751	51001	57211	57400	47824	32306	33197	MJ/bolig
29 Σ Energibehov	11702	6061	5727	19925	6743	3670	601	54629 TJ
30 Besparelse	27%	25%	21%	16%	15%	15%	4%	20%

Figur 62. Regneark for energirenoverede parcelhuse. Felter markeret med lys gul (C11:I14) er renoveret i forhold til registreringerne fra EM-ordningen. Rosa felter (C29:I29) viser det samlede energibehov til rumopvarmning i normalåret. Grønne felter (C30:I30) viser den potentielle procentvise besparelse ved gennemførelse af ændringerne vist i de gule felter.

For at vurdere muligheden for varmebesparelser ved en type tiltag i en gruppe af eksisterende boliger, ændres U-værdien for den energirenoverede bygningskonstruktion fx i arkene "Parcelhuse,ren". Herved kan der laves en sammenligning med det beregnede energiforbrug i den ikke renoverede boligtype.

De teoretiske beregninger af boligmassens energiforbrug er sammenlignet med oplysninger fra energistatistikken. For enfamiliehuse (parcelhuse, rækkehuse og stuehuse) er der god overensstemmelse mellem registreringer og beregninger som er 4,9 % højere end registreringen i energistatistikken. For etageboliger er der en næsten tilsvarende overensstemmelse idet det beregnede behov er 5,3 % under det registrerede. Det vil være relativt let at kompensere for disse forskelle, alene ved en justering af ventilationen.

I (Bergsøe, 1994) beskrives resultaterne af ventilationsmålinger i ca. 150 beboede enfamiliehuse, som bl.a. viser et noget lavere luftskifte end det som er benyttet i forbindelse med beregningerne i denne rapport. Tilsvarende vil luftskiftet i etageboliger det med en vis sandsynlighed kunne øges i forhold til nærværende beregninger idet introduktion af mekanisk ventilation ikke nødvendigvis har indflydelse på beboernes betjening af vinduer mm. Dermed bliver luftskiftet end del højere end det som alene kan tilskrives den mekaniske ventilation (se fx (Wittchen, 2001)).

Litteratur

- Bergsøe N.C. (1994). *Ventilationsforhold i nyere, naturligt ventilerede enfamiliehuse*. (SBI-rapport 236). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- Boligministeriet, Bygge- og Boligstyrelsen. (1995). *Bygningsreglement 1995*. København.
- Boligministeriet, Bygge- og Boligstyrelsen (1998). *Bygningsreglement for småhuse 1998*. København.
- Energimærkningsordningen. (1998). *Håndbog for Energikonsulenter*. København: Sekretariatet for Energimærkning.
- Nielsen J.S.R., Christophersen E. & Jensen O. (1981) *Energibesparende foranstaltninger i større bygninger*. (SBI-rapport 106). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- V&S Byggedata. (2004). *V&S Prisbog. Renovering & Drift, Brutto 2004*. Ballerup.
- Wittchen K.B. (2001). *Facaderenovering med glas. Resultater*. (By og Byg Resultater 005). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- Økonomi- og Erhvervsministeriet, Energistyrelsen (2003). *Energistatistik 2002*. København.

Appendiks 1: Datavariation i EM-data

Usikkerheden på de beregnede middelværdier for U-værdierne i de forskellige bygningsdele er afhængig dels af antallet af bygningsdele i de forskellige kategorier og dels af nøjagtigheden i energikonsulenternes registreringer.

Det er ikke umiddelbart muligt at vurdere nøjagtigheden af den enkelte registrering, så længe den registrerede U-værdi ligger inden for de fysiske grænser for den aktuelle konstruktionstype. Registrerede U-værdier som skønnes at ligge uden for disse grænser er udeladt af opgørelserne. Det drejer sig om U-værdier lig med 0,0 W/m²K samt U-værdier over 3,1 W/m²K (for vinduer og yderdøre over 7,0 W/m²K). Ved beregning af standardafvigelsen for de enkelte grupper af registreringer er tallene renset for usandsynlige værdier.

U-værdier på 0 W/m²K er ikke nødvendigvis en fejl i registreringen af konstruktionens U-værdi. Ofte er det tale om en forkert nummerering af en anden "konstruktion", fx en emhætte, hvorved denne kommer til at optræde i en forkert kategori af bygningskonstruktioner.

Stuehuse og etageboliger er relativt sparsomt repræsenteret i registreringerne fra energimærkningsordningen. Dette gælder især boliger af disse typer opført efter 1930. Registrerede U-værdier fra disse perioder er derfor behæftet med en væsentlig usikkerhed. De U-værdier som er benyttet i beregningerne bygger derfor i lige så høj grad på erfaring om byggeskik og krav i bygningsreglementet for perioderne.

Gulve

Registreringen af gulve i EM omfatter 112.785 gulve fordelt på byggeperioder og bygningstyper som angivet i tabel 18.

Tabel 18. Antal gulve registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
Enfamiliehuse	28.493	14.079	11.497	23.532	9.463	8.127	750	95.941
Rækkehuse	2.757	1.025	1.031	2.475	1.781	3.266	267	12.602
Stuehuse	2.152	204	68	41	34	34	2	2.535
Etageboliger	1.174	392	45	45	16	23	12	1.707
I alt	34.576	15.700	12.641	26.093	11.294	11.450	1.031	112.785

Tabel 19. Standardafvigelse for U-værdien af gulvkonstruktioner registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,70	0,65	0,56	0,35	0,21	0,16	0,12
Rækkehuse	0,71	0,55	0,52	0,29	0,20	0,13	0,07
Stuehuse	0,72	0,78	0,66	0,29	0,39	0,27	0,12
Etageboliger	0,64	0,54	0,58	0,38	0,32	0,12	0,10

Standardafvigelsen i de enkelte perioder og bygningstyper er, bortset fra *enfamiliehuse* i periode 5, alle mindre end middelværdien af U-værdierne i perioden. Dermed tyder det på at registreringerne af U-værdier for gulve er relative sikre, eller at mulighederne for variationer er relativt begrænsede i Energikonsulenternes baggrundsmateriale.

Registreringen af U-værdiernes størrelse er i visse tilfælde behæftet med nogen usikkerhed. For konstruktioner tilhørende grupperne af gulve er der 29 konstruktioner med en U-værdi større end 3,1 W/m²K og 4961 med en U-værdi på 0 W/m²K (se tabel 20).

Tabel 20. Antallet af gulvkonstruktioner med for høje (> 3,1 W/m²K) og for lave (= 0 W/m²K) U-værdier registreret i EM. Antallet af konstruktioner med umiddelbart forkerte U-værdier udgør 4,4 % af det samlede antal gulve registret i perioden (5,4 % af det samlede registrerede gulvareal).

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
For høje	11	5	4	6	3	0	0	29
For lave	904	373	454	1.494	724	902	110	4.961

Ydervægge

Registreringen af ydervægge i EM omfatter 123.101 ydervægge fordelt på byggeperioder og bygningstyper som angivet i tabel 21.

Tabel 21. Antal ydervægge registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
Enfamiliehuse	25.846	15.054	12.792	27.534	11.577	9.105	810	102.718
Rækkehuse	2.553	1.210	1.178	3.399	2.568	4.106	361	15.375
Stuehuse	1.807	157	64	46	29	40	1	2.144
Etageboliger	1.579	835	82	255	50	47	16	2.864
I alt	31.785	17.256	14.116	31.234	14.224	13.298	1.188	123.101

Tabel 22. Standardafvigelse for U-værdien af ydervægskonstruktioner registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,61	0,65	0,62	0,46	0,32	0,23	0,12
Rækkehuse	0,62	0,62	0,58	0,42	0,29	0,17	0,06
Stuehuse	0,63	0,63	0,65	0,27	0,54	0,46	0,00
Etageboliger	0,57	0,67	0,71	0,74	0,47	0,64	0,03

Standardafvigelsen i de enkelte perioder og bygningstyper er for det meste mindre end middelværdien af U-værdierne i perioden. Undtagelserne er *Stuehuse* i periode 5 og 6 (1973–1998) samt *etageboliger* i periode 6 (1979–1998). Det er ikke umiddelbart muligt at forklare hvorfor afvigelserne er så store på netop disse perioder og bygningstyper.

Registreringen af U-værdiernes størrelse er i visse tilfælde behæftet med nogen usikkerhed. For konstruktioner tilhørende grupperne af ydervægge er der 151 konstruktioner med en U-værdi større end 3,1 W/m²K og 4961 med en U-værdi på 0 W/m²K (se tabel 23).

Tabel 23. Antallet af ydervægskonstruktioner med for høje (> 3,1 W/m²K) og for lave (= 0 W/m²K) U-værdier registreret i EM. Antallet af konstruktioner med umiddelbart forkerte U-værdier udgør 4,7 % af det samlede antal ydervægge registret i perioden (4,9 % af det samlede registrerede ydervægsareal).

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
For høje	20	26	36	50	13	6	0	151
For lave	834	583	513	1.701	899	1.040	116	5.686

Tage

Registreringen af tage i EM omfatter 182.091 tage fordelt på byggeperioder og bygningstyper som angivet i tabel 24.

Tabel 24. Antal tage registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
Enfamiliehuse	59.608	26.908	16.344	23.643	11.655	10.909	2.715	151.782
Rækkehuse	6.268	2.187	1.868	2.915	2.517	5.444	544	21.743
Stuehuse	3.871	369	133	79	53	97	26	4.628
Etageboliger	2.813	838	115	74	25	51	22	3.938
I alt	72.560	30.302	18.460	26.711	14.250	16.501	3.307	182.091

Tabel 25. Standardafvigelse for U-værdien af tagkonstruktioner registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	0,55	0,55	0,45	0,31	0,25	0,20	0,18
Rækkehuse	0,57	0,56	0,43	0,23	0,21	0,20	0,05
Stuehuse	0,62	0,61	0,47	0,45	0,21	0,19	0,61
Etageboliger	0,62	0,68	0,62	0,32	0,14	0,06	0,02

Standardafvigelsen i de enkelte perioder og bygningstyper er generelt høje for tagkonstruktionerne. Især i *enfamiliehusene* ses en stor spredning (i alle perioder er spredningen større end middelværdien) i de registrerede U-værdier. Årsagen til de store variationer i tagkonstruktionernes U-værdier skal findes dels i de mange forskellige muligheder for at opbygge en tagkonstruktion, og dels i variationen i de undergrupper som tage er inddelt i.

Registreringen af U-værdiernes størrelse er i visse tilfælde behæftet med nogen usikkerhed. For konstruktioner tilhørende grupperne af tage er der 139 konstruktioner med en U-værdi større end 3,1 W/m²K og 8887 med en U-værdi på 0 W/m²K (se tabel 26).

Tabel 26. Antallet af tagkonstruktioner med for høje (> 3,1 W/m²K) og for lave (= 0 W/m²K) U-værdier registreret i EM. Antallet af konstruktioner med umiddelbart forkerte U-værdier udgør 5,0 % af det samlede antal tage registret i perioden (5,9 % af det samlede registrerede tagareal).

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
For høje	29	44	17	33	6	9	1	139
For lave	2533	1199	917	1741	981	1218	298	8887

Vinduer

Registreringen af vinduer i EM omfatter 258.115 vinduer fordelt på byggeperioder og bygningstyper som angivet i tabel 27.

Tabel 27. Antal vinduer registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
Enfamiliehuse	25.637	40.601	33.196	50.008	29.389	27.602	2.758	209.191
Rækkehuse	7.486	3.123	2.895	6.767	4.630	9.579	963	35.443
Stuehuse	5.580	468	164	151	116	136	35	6.650
Etageboliger	4.415	1.696	200	336	75	105	4	6.831
I alt	43.118	45.888	36.455	57.262	34.210	37.422	3.760	258.115

Tabel 28. Standardafvigelse for U-værdien af vinduer registreret i EM fordelt på byggeperiode og bygningstype.

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003
Enfamiliehuse	1,24	1,20	1,16	0,55	0,70	0,73	0,54
Rækkehuse	1,22	1,18	1,11	0,99	0,68	0,62	0,82
Stuehuse	1,32	1,19	1,19	1,21	0,89	0,69	0,51
Etageboliger	1,27	1,19	1,19	1,06	0,68	0,60	0,13

Standardafvigelsen i de enkelte perioder og bygningstyper er i alle tilfælde mindre end middelværdien af U-værdierne. Vinduernes U-værdier registreret i EM må derfor anses for relativt sikre. Det ser dog ud til at en del U-værdier er opgivet som center U-værdier og ikke en samlet U-værdi for hele vinduet.

Registreringen af U-værdiernes størrelse er i visse tilfælde behæftet med nogen usikkerhed. For konstruktioner tilhørende grupperne af vinduer er der 71 konstruktioner med en U-værdi større end 7,0 W/m²K (op til 60 W/m²K) og 418 med en U-værdi på 0 W/m²K (se tabel 29).

Tabel 29. Antallet af vinduer med for høje (> 7,0 W/m²K) og for lave (= 0 W/m²K) U-værdier registreret i EM. Antallet af vinduer med umiddelbart forkerte U-værdier udgør 0,2 % af det samlede antal vinduer registret i perioden (6,5 % af det samlede registrerede vinduesareal).

	-1930	1931-1950	1951-1960	1961-1972	1973-1978	1979-1998	1999-2003	I alt
For høje	33	31	7	0	0	0	0	71
For lave	39	77	52	125	53	66	6	418

Appendiks 2: Datavariation i BBR udtræk

Usikkerheden på registreringerne fra BBR-registeret er vurderet for den enkelte bygningstype og byggeperiode. Det fremgår af nedenstående tabeller at registreringerne dækker over store forskelle og standardafvigelsen i alle tilfælde er større end gennemsnitsværdien. Det tyder også på at der er nogen usikkerhed omkring selve registreringen idet minimumsværdien for enhedens areal og etager er 0 i de fleste perioder.

Parcelhuse

Tabel 30. Minimum, middel, maksimum og standardafvigelse for bygningsareal, enhedsareal, bebygget areal og antal etager for parcelhuse i de syv byggeperioder. Enhedsarealet betegner boligarealet divideret med antallet af bygninger registreret på matriklen.

	Min	Middel	Maks	StdAfv
Før 1930				
Bygningsareal	10	133,9	15.873	153,8
Enhedsareal	0	144,0	3.444	56,9
Bebygget areal	10	130,0	15.848	148,0
Etager	0	1,4	6,6	0,32
1931–1950				
Bygningsareal	15	142,6	20.748	294,4
Enhedsareal	0	129,4	1.066	44,8
Bebygget areal	15	137,9	19.570	280,0
Etager	0	1,4	7,8	0,32
1951–1960				
Bygningsareal	13	166,5	23.522	314,7
Enhedsareal	0	123,8	2.046	39,0
Bebygget areal	13	165,6	23.522	314,5
Etager	0	1,2	15,4	0,30
1961–1972				
Bygningsareal	12	299,6	51.539	815,9
Enhedsareal	0	146,3	812	38,6
Bebygget areal	12	299,0	51.539	816,0
Etager	0,3125	1,1	3,3	0,22
1973–1978				
Bygningsareal	11	346,0	43.262	846,6
Enhedsareal	0	156,7	652	36,2
Bebygget areal	11	345,3	43.262	846,0
Etager	0	1,1	3,3	0,26
1979–1998				
Bygningsareal	7	301,8	36.261	664,1
Enhedsareal	0	148,4	820	37,9
Bebygget areal	7	300,7	36.261	664,2
Etager	0	1,1	4,0	0,28
1999–2003				
Bygningsareal	9	385,3	24.590	814,3
Enhedsareal	9	158,5	600	40,5
Bebygget areal	9	382,1	24.590	814,9
Etager	0,46	1,1	9,5	0,35

Rækkehuse

Tabel 31. Minimum, middel, maksimum og standardafvigelse for bygningsareal, enhedsareal, bebygget areal og antal etager for parcelhuse i de syv byggeperioder. Enhedsarealet betegner boligarealet divideret med antallet af bygninger registreret på matriklen.

	Min	Middel	Maks	StdAfvP
Før 1930				
Bygningsareal	11	122,0	13.126	200,9
Enhedsareal	11	126,3	2.420	77,3
Bebygget areal	11	107,6	11.065	153,4
Etager	0,3	1,6	5,0	0,44
1931–1950				
Bygningsareal	20	274,5	37.841	988,7
Enhedsareal	20	135,9	6.897	160,9
Bebygget areal	20	234,2	21.929	739,1
Etager	0,4	1,5	3,1	0,37
1951–1960				
Bygningsareal	30	378,2	37.211	1.268,2
Enhedsareal	30	141,3	2.756	147,0
Bebygget areal	30	334,9	37.211	1.114,1
Etager	0,4	1,3	3,2	0,38
1961–1972				
Bygningsareal	32	564,2	72.813	2.263,4
Enhedsareal	1	161,4	5.436	221,2
Bebygget areal	32	498,0	72.813	1.901,3
Etager	0,0	1,2	3,3	0,37
1973–1978				
Bygningsareal	30	737,1	41.125	2.172,1
Enhedsareal	36,5	170,3	12.734	261,7
Bebygget areal	30	632,6	41.125	1.764,2
Etager	0,6	1,2	3,1	0,40
1979–1998				
Bygningsareal	10	820,3	31.011	1.514,9
Enhedsareal	0	190,1	23.878	267,0
Bebygget areal	15	753,1	30.911	1.367,2
Etager	0,0	1,2	14,3	0,38
1999–2003				
Bygningsareal	40	948,1	19.607	1.305,2
Enhedsareal	38,66667	217,5	3.638	264,6
Bebygget areal	40	887,4	19.448	1.251,4
Etager	0,5	1,1	3,7	0,36

Stuehuse

Tabel 32. Minimum, middel, maksimum og standardafvigelse for bygningsareal, enhedsareal, bebygget areal og antal etager for parcelhuse i de syv byggeperioder. Enhedsarealet betegner boligarealet divideret med antallet af bygninger registreret på matriklen.

	Min	Middel	Maks	StdAfvP
Før 1930				
Bygningsareal	5	167,2	4.555	119,0
Enhedsareal	0	177,4	3.119	85,8
Bebygget areal	5	165,6	4.555	110,3
Etager	0,1	1,2	10,0	0,27
1931–1950				
Bygningsareal	24	134,5	1.050	66,8
Enhedsareal	24	163,1	1.034	57,9
Bebygget areal	24	133,9	939	65,2
Etager	0,2	1,4	3,0	0,27
1951–1960				
Bygningsareal	29	131,7	714	62,8
Enhedsareal	19	158,5	495	51,5
Bebygget areal	29	131,2	714	62,1
Etager	0,5	1,4	2,9	0,27
1961–1972				
Bygningsareal	19	171,0	1.146	86,8
Enhedsareal	15	175,5	658	63,7
Bebygget areal	19	170,2	1.146	86,0
Etager	0,2	1,2	2,8	0,30
1973–1978				
Bygningsareal	40	205,4	1.513	129,6
Enhedsareal	40	199,6	600	62,8
Bebygget areal	40	204,7	1.513	129,4
Etager	0,7	1,3	2,8	0,33
1979–1998				
Bygningsareal	18	167,5	1.100	70,0
Enhedsareal	0	194,7	904	66,3
Bebygget areal	18	166,4	1.005	68,3
Etager	0,0	1,3	2,9	0,35
1999–2003				
Bygningsareal	33	178,2	1.014	82,6
Enhedsareal	33	201,7	1.146	80,0
Bebygget areal	33	174,5	909	76,4
Etager	0,3	1,3	2,9	0,39

Etageboliger

Tabel 33. Minimum, middel, maksimum og standardafvigelse for bygningsareal, enhedsareal, bebygget areal og antal etager for parcelhuse i de syv byggeperioder. Enhedsarealet betegner boligarealet divideret med antallet af bygninger registreret på matriklen.

	Min	Middel	Maks	StdAfvP
Før 1930				
Bygningsareal	3	678,6	169.132	3.646,1
Enhedsareal	0	403,3	1.6.72	525,8
Bebygget areal	11	240,4	32.281	763,8
Etager	0,2	2,6	7,4	1,17
1931–1950				
Bygningsareal	14	1.326,2	245.492	6.588,0
Enhedsareal	0	622,6	18.269	965,3
Bebygget areal	21	441,7	48.376	1.573,1
Etager	0,1	2,6	9,4	1,04
1951–1960				
Bygningsareal	37	2.410,3	53.733	4.269,1
Enhedsareal	-200	1.272,3	23.047	1.658,1
Bebygget areal	37	806,8	18.181	1.276,9
Etager	0,5	2,8	16,7	1,50
1961–1972				
Bygningsareal	19	4.398,6	154.320	8.397,7
Enhedsareal	0	1.917,9	33.532	2.299,1
Bebygget areal	19	1.292,4	30.061	2.092,0
Etager	0,4	3,0	19,4	1,79
1973–1978				
Bygningsareal	20	5.152,8	150.008	9.395,6
Enhedsareal	0	2.154,9	57.362	3.291,1
Bebygget areal	20	1.696,3	87.321	3.724,0
Etager	0,7	2,7	13,7	1,38
1979–1998				
Bygningsareal	14	2.069,6	48.130	2.992,8
Enhedsareal	0	1.070,9	20.000	1.259,9
Bebygget areal	14	844,7	12.745	1.016,9
Etager	0,3	2,5	10,4	1,01
1999–2003				
Bygningsareal	4	1.749,9	15.112	1.931,8
Enhedsareal	4	1.093,4	17.826	1.381,7
Bebygget areal	27	706,3	5.879	709,2
Etager	0,1	2,6	7,7	1,13

Appendiks 3: Omkostninger ved energiforbedringer

Ved vurdering af omkostninger forbundet med energirenovering af en bolig er der taget udgangspunkt i de konstruktioner som er typiske, og dermed dominerende i udbredelse, for de forskellige byggeperioder.

Der er ikke gennemført egentlige beregninger af tilbagebetalingstiden for de forskellige indgreb for energiforbedringer. Dette kræver en højere detaljeringsgrad i forhold til hvordan bygningskonstruktionerne er opbygget end blot deres U-værdier. Generelt er det ikke nødvendigvis økonomisk rentabelt at gennemføre energiforbedringer, hvis det alene sker med dette formål. Der opnås en betydelig forbedring af økonomien hvis forbedringerne gennemføres i forbindelse med anden nødvendig renovering.

Prisinformationerne stammer fra *V&S prisbog, Renovering og Drift, Brutto 2004* og er opgjort uden moms. Der er typisk seks kolonner med data i hver tabel, med følgende indhold:

- 1 *Enhed* angiver hvilket antal enheder priserne i kolonnerne BMP, tid, Mx, My og Mz (fx M2, M10 og M20) vises for.
- 2 *BMP* viser bruttomaterialeprisen, der består af nettoprisen tillagt 10 % til byggepladsspild og 10 % til salær til dækning af virksomhedens generelle administrative aktivitet.
- 3 *Tid* viser det forventede tidsforbrug pr. enhed til udførelsen af arbejdet.
- 4-6 Ved de fleste emner i prisbogen er der angivet en "jobstørrelse", dvs. den mængde, der er forudsat udført i de tilgrundliggende beregninger. Prisbogen indeholder priser for små, mellem og store jobs. De tre kolonner mærket med *M* angiver den enhedsstørrelse som ligger til grund for totalprisen i kolonnen.

For en del arbejders vedkommende, vil der ud over de rene materiale- og lønomkostninger, være behov for stillads og eventuel indretning af byggeplads. Der gives ikke et overslag over udgifterne til etablering af byggeplads, men udgifterne til stillads kan skønsmæssigt ses af tabel 34 og tabel 35. Ved beregning af lejeprisen for stillads skal det anslåede tidsforbrug i påbegyndte arbejdsdage beregnes og summeres for de enkelte delarbejder, afhængig af jobbet størrelse.

Tabel 34. Omkostninger til opsætning/nedtagning af stålstillads samt leje pr. dag. Der skal regnes med udgift til et eller flere stilladser, afhængig af arbejdernes omfang.

Stålstillads	Enhed	M200
Stålstillads 0,7 m br., opstille/nedtage	m ²	71,11
Stålstillads 0,7 m br., leje pr. dag/m ²	m ²	1,15
Stålstillads 1,2 m br., opstille/nedtage	m ²	78,65
Stålstillads 1,2 m br., leje pr. dag/m ²	m ²	1,26
Stålstillads 2,2 m br., opstille/nedtage	m ²	96,14
Stålstillads 2,2 m br., leje pr. dag/m ²	m ²	1,43

Tabel 35. Omkostninger til opstilling/nedtagning af rullestillads samt leje pr. dag. Der skal regnes med udgift til et eller flere stilladser, afhængig af arbejdernes omfang.

Rullestillads	Enhed	M2	M10	M20
Rullestillads h = 2,47m opstille/nedtage	stk	805	740	715
Rullestillads h = 2,47 m, leje pr. dag	stk	97,54	89,7	86,7
Rullestillads h = 4,76m opstille/nedtage	stk	1116	1.026	991
Rullestillads h = 4,76 m, leje pr. dag	stk	131	121	116
Rullestillads h = 7,05m opstille/nedtage	stk	1.734	1.595	1.541
Rullestillads h = 7,05 m, leje pr. dag	stk	183	168	162
Rullestillads h = 2,47m opstille/nedtage	stk	1.028	946	914
Rullestillads h = 2,47 m, leje pr. dag	stk	114	105	101
Rullestillads h = 7,81m opstille/nedtage	stk	2.105	1.936	1.871
Rullestillads h = 7,81 m, leje pr. dag	stk	217	200	193
Rullestillads h = 10,47m opstille/nedtage	stk	2.978	2.739	2.647
Rullestillads h = 10,47 m, leje pr. dag	stk	251	231	223

Isolering af hulmure

Indblæsning af granuleret isolering i hulmure er en relativt enkel metode til efterisolering af ydervægge. Ved denne operation ændres ydervæggens U-værdi typisk fra 1,5 W/m²K til 0,6 W/m²K for hulmure med trådbindere og udmurede vinduesfåse, og til 0,7 W/m²K for hulmure med faste bindere og udmurede vinduesfåse. Det betyder at varmetabet gennem arealer med denne konstruktionstype vil blive mere end halveret. Besparelsen bliver således mellem 69 og 78 kWh/m² ydervæg (250-280 MJ/m²) pr. år. Omkostningerne ved dette arbejde fremgår af tabel 36.

Tabel 36. Omkostninger for indblæsning af granuleret mineraluld i hulmur samt udtagning og indmuring af enkelte sten.

	Enhed	BMP	Tid	M20	M100	M200
Indblæsning af 80 mm granuleret mineraluld	m ²	44,22	0,275	205	147	132
Hulmursisolering, udtage/indmure sten	m ²	1,54	0,15	86,08	57,23	49,95

Ud over de direkte omkostninger til udførelse af hulmursisolering vil der normalt være behov for et stillads (fast eller rulle). Udgifter til stillads fremgår af tabel 34 eller tabel 35.

Efterisolering af loft mod tagrum

I bygninger med skråt tag, vil der normalt være et tagrum som det er muligt at få adgang til for efterisolering af loftet til den øverste beboelsesetage. Etablering af isolering mellem tagrum og øverste beboelsesetage vil typisk forbedre U-værdien fra ca. 1,2 W/m²K til 0,63 W/m²K ved 50 mm isolering og til ca. 0,4 W/m²K ved 100 mm isolering. Besparelsen vil i disse tilfælde være 49 hhv. 74 kWh/m² loft (177 hhv. 267 MJ/m²) pr. år.

Ved denne type konstruktioner er der to muligheder for udførelse af arbejdet afhængigt af om tagrummet er udnyttet til pulterrum eller ikke.

Hvis tagrummet benyttes til pulterrum vil der ofte være etableret et bræddegulv i tagrummet. Der vil normalt være et hulrum mellem gulvbrædderne og den underliggende loftkonstruktion hvor det er muligt at isolere. En effektiv måde at gennemføre dette arbejde på, er ved indblæsning af granuleret isoleringsmateriale i hulrummet under gulvbrædderne.

Tabel 37. Omkostninger ved indblæsning af granuleret isolering i hulrummet under gulvet i tagrum. Der skal regnes med en udgift til et af de viste arbejder.

Indblæsning af isolering under gulv i tagrum	Enhed	BMP	Tid	M50	M200	M500
100 mm mineraluldsgrenulat indblæse loft	m ²	46,03	0,296	170	150	139
150 mm mineraluldsgrenulat indblæse loft	m ²	67,65	0,316	201	178	166
200 mm mineraluldsgrenulat indblæse loft	m ²	88,93	0,336	232	206	192

Hvis tagrummet er uudnyttet kan der i stedet at udlægges isoleringsmateriale mellem spærene og langs skråvægge og skunkrum. I tabel 38 ses en opgørelse med omkostningerne ved denne type efterisoleringsarbejde.

Tabel 38. Omkostninger ved efterisolering i tagrum. Prisen afhænger bl.a. af isoleringens tykkelse. Der skal regnes med højst et arbejde inden for hver vandret delestreg.

Udlægning af isolering i tagrum	Enhed	BMP	Tid	M50	M200	M500
Efterisolere lofter, 50 mm mineraluld	m ²	24,80	0,117	71,84	63,75	59,4
Efterisolere lofter, 75 mm mineraluld	m ²	37,12	0,137	92,87	82,78	77,33
Efterisolere lofter, 100 mm mineraluld	m ²	51,81	0,155	115	103	96,6
Efterisolere lofter, 125 mm mineraluld	m ²	64,68	0,167	134	120	112
Efterisolere lofter, 150 mm mineraluld	m ²	77,66	0,223	169	151	142
Efterisolere skråvæg, 50 mm mineraluld	m ²	28,49	0,172	96,95	85,66	79,62
Efterisolere skunkrum, 50 mm mineraluld	m ²	26,56	0,165	92,44	81,62	75,85
Efterisolere skunkrum, 75 mm mineraluld	m ²	39,94	0,178	110	98,12	91,45
Efterisolere skunkrum, 100 mm mineraluld	m ²	53,57	0,203	135	121	113
Efterisolere skunkrum, 125 mm mineraluld	m ²	66,49	0,219	155	139	130
Efterisolere skunkrum, 150 mm mineraluld	m ²	79,42	0,237	176	158	148

I nogle tilfælde er det nødvendigt at fjerne eksisterende lerindskud eller isoleringsmateriale inden der udlægges ny isolering (tabel 39).

Tabel 39. Omkostninger ved fjernelse af lerindskud eller eksisterende isolering inden udlægning af ny isolering mellem bjælker. Nederst ses omkostningerne ved leje af container til byggeaffald. Denne pris indeholder ikke udgifter til kørsel og evt. deponering. Der skal regnes med udgift til et arbejde inden for hver vandret delestreg.

Evt. fjernelse af eksisterende isolering	Enhed	Tid	M10	M50	M100
Mineraluld 100 mm udlagt på loft, fjerne	m ²	0,099	70,56	60,81	55,71
Mineraluld 150 mm udlagt på loft, fjerne	m ²	0,121	78,34	67,52	61,85
Indskudsler i etagedæk, fjerne manuelt	m ²	0,12	66,91	56,19	52,55
Indskudsler i etagedæk, fjerne ved udsugning	m ²	0,03	51,32	43,1	40,31
Container m/åbent lad < 20 m ³ , levering	stk	0	860	800	733
Container m/åbent lad < 20 m ³ , leje/dag	dag	0	35,75	30,03	26,27

Udskiftning af vinduer

Udskiftning af vinduer er en af de mest effektive metoder til reduktion af opvarmningsbehovet i boliger, især i de tilfælde hvor der er tale om udskiftning af vinduer med enkeltglas eller enkeltglas med gamle forsatsvinduer.

Ved udskiftning af vinduer med enkeltlags ruder forbedres U-værdien fra ca. 5,1 W/m²K (trævinduer) til ca. 1,6 W/m²K (lavenergirude i træramme). På årsbasis fås en besparelse på ca. 300 kWh/m² vindue (ca. 1090 MJ/m²). Ved udskiftning af ældre termoruder (U-værdi ca. 2,8 W/m²K) kan der opnås årlige besparelser på ca. 105 kWh/m² vindue (ca. 380 MJ/m²).

I besparelserne er *ikke* modregnet tabet af passiv solvarme på grund af reduktionen i solindfald som følge af de ekstra glaslag og belægninger. Reduktionen vil typisk være 10–15 % af solindfaldet i forhold til situationen før udskiftningen. Det er ikke umiddelbart muligt at forudsige hvor stor indflydel-

se denne reduktion i solindfaldet vil have på energiforbruget i den enkelte bolig, da det bl.a. afhænger af boligens evne til at udnytte solindfaldet og vinduernes orientering.

Tabel 40. Omkostninger ved udskiftning af vinduer til vinduer med lavenergiruder. Der skal regnes med udgift til et arbejde inden for hver vandret delestreg.

Udskiftning af vinduer	Enhed	BMP	Tid	M1	M5	M10
Vindue 1,2 x 1,2 m, demontere	stk	0	0,556	201	169	158
Vindue 1,2 x 2,4 m, demontere	stk	0	0,671	243	204	191
Glas > 1,0 m ² , udtage fra vinduesramme	m ²	0	0,411	143	120	112
Termorude > 1,0 m ² , udtage fra ramme	m ²	0	0,522	181	152	142
Vendevindue 1.308 x 1.188 mm	stk	3.256	2,552	4.549	4.103	3.939
Topstyret vindue 1.188 x 1.188 mm	stk	2.640	2,552	3.879	3.487	3.343
Stopning med mineraluld, døre/vinduer	lbm	25,46	0,069	29,7	25,46	23,98
15 mm fugemasse omkring døre/vinduer	lbm	14,13	0,088	68,36	45,57	40,3

I de fleste tilfælde hvor vinduer skal udskiftes vil der være behov for stillads (fast eller rulle). Udgifter til stillads fremgår af tabel 34 eller tabel 35.

Udskiftning af ruder

Hvis rammerne i de eksisterende vinduer er i god stand er det ofte muligt at isætte moderne lavenergiruder i de eksisterende trærammer. Det er dog ofte nødvendigt at fræse falsene.

Forbedringen i vinduernes U-værdi ligger på samme niveau som ved udskiftningen af hele vinduer. Og der gælder samme betragtninger omkring reduktionen i det passive solvarmetilskud.

Tabel 41. Omkostninger ved udskiftning af ruder. Der skal regnes med udgift til et arbejde inden for hver vandret delestreg.

Udskiftning af ruder	Enhed	BMP	Tid	M2	M10	M20
Glas > 1,0 m ² , udtage fra vinduesramme	m ²	0	0,411	143	120	112
Termorude > 1,0 m ² , udtage fra ramme	m ²	0	0,522	181	152	142
Afhøvl fals på vinduesramme < 40 mm	lbm	0	0,031	11,29	10,51	9,06
Optitherm, gas, 2-lags rude 0,5-1,0 m ²	m ²	1.210	1,151	1.716	1.546	1.484
Optitherm, gas, 2-lags rude 1,0-1,5 m ²	m ²	1.030	1,043	1.483	1.335	1.280
Optitherm, gas, 2-lags rude 1,5-2,0 m ²	m ²	1.004	1,012	1.445	1.300	1.247

I de fleste tilfælde hvor ruder skal udskiftes vil der være behov for stillads (fast eller rulle). Udgifter til stillads fremgår af tabel 34 eller tabel 35.

Forsatsruder

En prisbillig metode til forbedring af varmeisoleringssevnen for eksisterende vinduer er forsatsvinduer, enten med et enkelt glaslag med hård coating eller med en lavenergirude. I begge tilfælde monteres forsatsvinduet på indersiden af det eksisterende vindue.

Isoleringssevnen for vinduer med forsatsvindue forbedres typisk fra 5,1 W/m²K (enkeltglas i trærammer) til 1,8 W/m²K med forsatsvindue med enkelt hard coated glas eller til 1,1 W/m²K med forsatsvindue med lavenergirude. Den årlige besparelse bliver herved ca. 285 kWh/m² vindue (ca. 1025 MJ/m²) med et enkelt hard coated glaslag og ca. 345 kWh/m² vindue (ca. 1240 MJ/m²) med en lavenergirude. Hvis den eksisterende rude er en ældre termorude med en U-værdi på 2,9 W/m²K forbedres U-værdien til 1,4 W/m²K med et hard coated glaslag hhv. 0,95 W/m²K med en lavenergirude. De årlige besparelser bliver ca. 130 kWh/m² vindue (ca. 465 MJ/m²) hhv. ca. 168 kWh/m² vindue (ca. 605 MJ/m²).

I besparelserne er *ikke* modregnet tabet af passiv solvarme på grund af reduceret solindfald på grund af ekstra glaslag og belægninger. Reduktionen er typisk 10–15 % i forhold til solindfaldet gennem de oprindelige vinduer. Det er ikke umiddelbart muligt at forudsige indflydelsen af denne reduktion i solindfaldet på energiforbruget i den enkelte bolig, da det bl.a. afhænger af boligens evne til at udnytte solindfaldet og vinduernes orientering.

Fordelen ved denne metode til efterisolering er at indgrebet ikke påvirker bygningens arkitektur og at der ikke er behov for stillads.

Tabel 42. Omkostninger ved levering og opsætning af forsatsvinduer i aluminiumsrammer med et enkelt hard coated glaslag (øverste del) eller en lavenergirude (nederste del).

Forsatsrude	Enhed	BMP	Tid	M2	M10	M20
Forsatsvindue, alu/glas, 450 x 390 mm	stk.	424	0,308	569	514	494
Forsatsvindue, alu/glas, 450 x 920 mm	stk.	588	0,308	474	678	653
Forsatsvindue, alu/glas, 450 x 1.420 mm	stk.	838	0,342	1.030	938	903
Forsatsvindue, alu/glas 1.020 x 1.420 mm	stk.	1.320	0,342	1.554	1.419	1.369
Forsatsvindue, alu/termo, 450 x 390 mm	stk.	849	0,308	1.030	939	905
Forsatsvindue, alu/termo, 450 x 920 mm	stk.	1.177	0,308	1.387	1.267	1.221
Forsatsvindue, alu/termo, 450 x 1.420 mm	stk.	1.672	0,342	1.937	1.771	1.709
Forsatsvindue alu/termo 1.020 x 1.420 mm	stk.	2.552	0,342	2.894	2.651	2.559

Isolering af gulve mod kælder

Hvis kælderen i en bolig ikke er opvarmet som resten af boligen, er isolering af gulvet mellem den nederste etage og kælderen en mulighed for reduktion af varmebehovet og til forbedring af komforten i den nederste etage.

Den enkleste, og billigste måde at isolere kældergulve er i de tilfælde hvor der er mulighed for efterisolering under loftet i kælderen. Er dette ikke muligt vil en efterisolering på dette sted i boligen være både dyr og vanskelig, idet det vil være nødvendigt at bryde gulvet op. Da kælderen er varmere end udeluften og varmetabet dermed er mindre end gennem en tilsvarende konstruktion der vender imod det fri, behandles kun den billige løsning med isolering under loft i kælder.

Gulvkonstruktionen i ældre boliger består typisk af et bræddegulv over et lag indskudsler samt loft af rør og puds på spredt forskalling. Denne konstruktion har en U-værdi på 1,3 W/m²K og kan forbedres til 0,3 W/m²K. Det vil resultere i en årlig besparelse på ca. 44 kWh/m² gulv (ca. 158 MJ/m²) ved en gennemsnitlig kældertemperatur på 15 °C.

Tabel 43. Omkostninger ved efterisolering af gulve imod kælder.

Isolering af gulve mod kælder	Enhed	BMP	Tid	M50	M200	M500
Efterisolere lofter, 50 mm mineraluld	m ²	24,8	0,117	71,84	63,75	59,4
Efterisolere lofter, 75 mm mineraluld	m ²	37,12	0,137	92,87	82,78	77,33
Efterisolere lofter, 100 mm mineraluld	m ²	51,81	0,155	115	103	96,6
Efterisolere lofter, 125 mm mineraluld	m ²	64,68	0,167	134	120	112
Efterisolere lofter, 150 mm mineraluld	m ²	77,66	0,223	169	151	142

For at kunne gennemføre dette arbejde er det nødvendigt at lofthøjden i kælderen er så stor, at der efter arbejdets udførelse stadig vil være en tilstrækkelig lofthøjde samt at der ikke er så mange installationer under loftet i kælderen, at arbejdet vanskeliggøres væsentligt.

Rapporten fremlægger en vurdering af potentialet for energiforbedringer i eksisterende boliger baseret på beregninger. Vurdering viser, at det vil være muligt at spare mindst 30 PJ ved at isolere ydervægge, gulve, tage og forbedre vinduer i eksisterende boliger.

Besparelspotentialet er afhængigt af boligens opførelsesår og type. De største energibesparelser kan opnås i de ældste boliger, bygget før 1930, men også i gruppen af parcelhuse opført i perioden 1961 til 1972 er der store besparelser at hente. Generelt er besparelspotentialet størst i parcelhuse fordi de udgør næsten halvdelen af det samlede beboede areal.

1. udgave, 2004

ISBN 87-563-1206-7

ISSN 1600-8022