

NOTAT om BYGNINGREGLEMENTET 2010

Vurdering af bygningsreglementets indflydelse på vinduer i den ældre bygningsmasse og de fredede og bevaringsværdige bygninger



NOTAT OM BYGNINGSREGLEMENTET 2010

Vurdering af bygningsreglementets indflydelse på vinduer i den ældre bygningstype og de fredede og bevaringsværdige bygninger

Dette notat er udarbejdet af Center for Bygningsbevaring i Raadvad for Realdania i 2011 - 2012.

Formålet med notatet er, at belyse hvordan bygningsreglementet 2010 (BR10) og den tilknyttede energimærkningsordning for facadevinduer påvirker den ældre bygningstype ved kommende vinduesudskiftninger og energiforbedringer af vinduer.

Bygningsreglementet 2010 var i høring i foråret 2010 og blev senere på året vedtaget i en udgave der grundlæggende var sammenfaldende med høringsudkastet, men med ændringer omkring U-værdien for vinduer med forsatsrammer på baggrund af høringsvar fra Center for Bygningsbevaring. Det nye bygningsreglement skulle danne grundlag for en mærkning af facadevinduer og denne ordning trådte i kraft i starten af 2011.

I forbindelse med udarbejdelsen af dette notat, har vi set på indholdet af BR10 i forhold til bevaring og udvikling af den byggede kulturarv – herunder på grundlaget for beregning og vurdering af ramme- og rudeopdelte vinduer til eksisterende bygninger og på samspillet mellem BR10 og energimærkningsordningen for facadevinduer og mærkningsordningens konsekvenser.

Som grundlag for vurdering af vinduer og bygningers bevaringsværdi har vi taget udgangspunkt i Kulturstyrelsens SAVE-vejledning, Kulturstyrelsens ”Information om Bygningsbevaring” samt til Social- og Integrationsministeriets vejledning til byfornyelsesloven ”Bevaringsværdige bygninger – sikring af bevaringsværdier”.

Som grundlag for vurdering af vinduers energiforhold har vi bl.a. anvendt materiale fra forskningsprojekter udført af Raadvad-Centeret, Center for Bygningsbevaring og DTU•BYG under Energistyrelsens ’Projekt Vindue’ i 1999-2002 og Grundejernes Investeringsfond og Boligministeriet i 2003 – 2005.

Som grundlag for opgaven har vi desuden foretaget sammenlignende analyser af de forskellige vinduer på markedet – det vil sige både forsats-koblede løsninger, lyddæmpende og almindelige energirudevinduer samt de nyeste passivhusvinduer. Sammenligningerne er foretaget ud fra de oplysninger, som er tilgængelige på vinduesproducenternes hjemmesider og giver et samlet billede af de forskellige vinduestypers energimæssige forhold og hvordan de forholder sig til den nuværende energimærkningsordning for facadevinduer.

Rapporten er udarbejdet af
Center for Bygningsbevaring ved

Thomas Kampmann, Civilingeniør og arkitekt m.a.a.
Søren Vadstrup, arkitekt m.a.a.

Christian Oxenvad, arkitekt m.a.a., energivejleder i Energitjenesten, har gennemlæst og kommenteret notatet

INDHOLD

Konklusion og sammenfatning	side 3.
Baggrund	
Vinduers bevaringsværdier	side 5.
Vinduers tekniske kvaliteter	side 6.
Vinduers energiforhold	side 7.
Kommentarer til BR10	side 9.
Det anvendte referencevindue	side 9.
Sammenligning undersøgelse mellem referencevinduet og øvrige vinduestyper	side 12.
Sammenlignende undersøgelse af forskellige vinduestyper Mærkning, energibalance og U-værdi Case – Dannebrogsvindue med sprosse	side 14.
Bilag I. Oversigt over forskellige vinduestypers Mærkning, energibalance og U-værdi	Side 16.
Anvendt litteratur og projekter	Side 18.

Sammenfatning og konklusion

Den største udfordring for bevaring og udvikling af bygningskulturen i forhold til BR10 er problematikken omkring nye vinduer i ældre huse. Dette skyldes, at BR10 sammen med energimærkningsordningen er baseret på et ulige beregningsgrundlag for hhv. energirudevinder/termoruder og traditionelle vinduer med forsats-koblede rammer. Man kan sige, at BR10 i sammenhæng med mærkningsordningen, svækker de traditionelle forsatsløsninger, som ikke kan energimærkes, selvom det er påvist, at denne løsning *energimæssigt* er den bedste for sprosseopdelte vinduer og også den løsning, der understøtter bygningens *bevaringsværdier* bedst.

Denne problemstilling, der er aktuel i forhold til dansk bygningskultur fra før 1950, kan sammenfattes i tre punkter, der uddybes i de følgende afsnit.

I **Nye vinduer i traditionel konstruktion i ældre huse i forhold til BR10 og mærkningsordningen for facadevinduer**

Hvis man skal fastholde eller styrke bygningernes bevaringsværdier, bør nye vinduer ved udskiftning som udgangspunkt udføres som de oprindelige. For en stor del af den ældre bygningmasse vil dette være som kitfalsvinduer med sprosser og en indvendig energiforbedring med koblede rammer eller forsatsrammer. Denne løsning er også den energimæssigt bedst for sprossede vinduer.

Problemet ligger i, at man ved vinduesudskiftninger i forbindelse med ombygninger, vedligeholdelse og udskiftninger i eksisterende bygninger med ramme- og rudeopdelte vinduer skal overholde BR10 kap 7.4.2 stk. 4 hvor energitabet gennem vinduet i opvarmningssæsonen ikke må overstige 33 kWh/m²/år.

Ifgl. BR10 kap. 7.4.2 stk. 2 kan 'forsatsvinduer' dog godkendes i nye og renoverede vinduer, hvis de har en U-værdi på 1,65 W/m² K for vinduets faktiske størrelse.

Men den mærkningsordning for nye vinduer, der er etableret i forlængelse af BR10, forholder sig imidlertid kun til BR10 kap 7.4.2 stk. 4 og kravet på de ±33 kWh/m²/år, hvorfor nye koblede vinduer og nye vinduer med forsatsvinduer til ældre bygninger får en meget lav mærkning (C og D) (se side 12), og derfor er vanskelig at sælge.

Skal man imødegå dette bør dette, bør det præciseres klart i BR10, at nye vinduer i ældre bygninger med ramme og sprosse-opdelte vinduer skal opfylde de samme energikrav, som de bevarede og energiforbedrede vinduer med indvendige forsatsruder, de jo erstatter – altså en U-værdi på 1,65 W/m²K.

Mærkningsordningen bør tilsvarende ændres, så flerrudede vinduer med forsatsrammer og koblede rammer kan Energi-mærkes efter det konkrete vindues energiegenskaber for hele vinduet (se senere).

2 **Referencevinduets forfordeling af termovinduer**

Det er endvidere et problem for bevaring og udvikling af dansk bygningskultur, og forvirrende for de fleste forbrugere, at man i BR10 kap 7.4.2 stk. 4 *ikke* beregner nye vinduers energiforhold efter det *konkrete* vindue, der skal sættes i huset, men efter et

<tænkt 'reference-vindue', der dels har en anden størrelse, end det aktuelle vindue, dels en anden udformning og i mange tilfælde også en helt anden rude.

Dette er særligt uhensigtsmæssigt for nye ramme- og sprossedelte vinduer i den ældre bygningsmasse, idet denne beregningsmetode ikke inddrager vinduets sprosseopdeling i energiberegningen, men kun beregner vinduets energiforhold, som om der ikke var sprosser. Derved favoriseres vinduer med falske (pålimede) sprosser anbragt på lavenergiruder frem for f.eks. koblede vinduer med ægte sprosser.

3 Undtagelsesbestemmelser for kirker, fredede og bevaringsværdige bygninger

Den undtagelse, der findes i BR10, som skal sikre kirker samt fredede og bevaringsværdige bygninger mod forringende indgreb, kan reelt bruges til at udskifte vinduerne i specielt bevaringsværdige bygninger (der er den gruppe, som er dårligst sikret af anden lovgivning) med produkter, der er ringere energimæssigt, teknisk og bevaringsmæssigt/ arkitektonisk end f.eks. koblede vinduer og forsatsvinduer med et lag energiglas indvendigt. For at forebygge dette, bør undtagelsen præcisere, at vinduerne skal have en minimums-U-værdi på 1,65 W/m²K.

- 3.a Ved ændret anvendelse af fredede og bevaringsværdige bygninger gælder den ovennævnte undtagelse ikke længere, hvilket er et problem især i forhold til bygningens vinduer. Hvis 'ændret anvendelse' tolkes meget stramt, vil adskillige fine og lødige ombygninger af bevaringsværdige bygninger, hvor f.eks. en erhvervsejendom ændres til beboelse, risikere at miste sine bevaringsværdier.
- 3.b Man skal være opmærksom på, at de fredede og bevaringsværdige bygninger ifølge Kulturstyrelsen blot udgør 0,2 promille af den samlede bygningsmasse, som dermed er undtaget for BR10's krav til nye vinduer i ældre bygninger. Af den samlede bygningsmasse er det kun ca. 360.000 bygninger, som er bevaringsvurderede og af dem er ca. 116.000 bevaringsværdige i kategori I- 4. I store dele af landet, er der slet ikke udpeget bevaringsværdige bygninger (oplyst fra Kulturstyrelsen - FBB)

VINDUERS BEVARINGSVÆRDIER

De instanser i Danmark, der arbejder med bevaring og udvikling af den danske bygningskultur (Kulturstyrelsen, Social- og Integrationsministeriet, Arkitektskolernes institutter for hhv. transformation og arkitektonisk Kulturarv i København og Aarhus, Bygningskultur Danmark, Center for Bygningsbevaring i Raadvad, Landsforeningen for Bygnings- og Landskabskultur, m.fl.) finder samstemmende at bevaringsværdierne for ældre bygninger er tæt knyttet til vinduernes konstruktion, materialer og udtryk. Dette afspejler sig både i de ovennævnte institutioners praksis samt i de forskellige i vejledninger og anbefalinger fra disse institutioner.

Udskifter man de oprindelige vinduer til nye vinduer af træ, plastik, aluminium eller træ/aluminium med termoruder (eller energiruder), som med kraftige sprosser og glaslister eller skinnede metalkanter og pålimede sprosser fremstår med et helt andet udtryk, vil man svække bygningens bevaringsværdier.

Er de oprindelige vinduer udskiftede, eller er de eksisterende vinduer så nedbrudte, at det er nødvendigt at udskifte dem, anbefales det derfor som udgangspunkt, at isætte vinduer, der i konstruktion, materialer, detaljering er udført som de oprindelige (men evt. suppleret med forsatsvinduer eller koblede rammer), som fortsat vil understøtte bygningens bevaringsværdier.

I betragtning af, at gamle, originale vinduer af træ, i kraft af deres gennemtænkte konstruktion og gode materialer, beviseligt kan holde i 150-200 år, ofte mere, er der ingen teknisk eller økonomisk grund til at ændre vinduets materialer til metal eller plastik, med en langt kortere holdbarhed.

Ud fra et ønske om at bevare den byggede kulturarv, bør BR2010 og den tilknyttede mærkningsordning derfor på alle måde understøtte muligheden for man kan isætte nye vinduer i traditionelle materialer og konstruktion med forsatsruder eller koblede rammer i bygninger, der er opført med opdelte og sprossede vinduer.

VINDUERS ENERGIFORHOLD

Traditionelle kitfalsvinduer / termovinduer

Grundlaget for sammenligningen af energiforholdene for nye og gamle vinduer er en række undersøgelser udført under Energistyrelsens 'Projekt Vindue' i 1999-2002 samt for Grundejernes Investeringsfond og Boligministeriet i 2003 – 2005 udført af DTU-BYG og Raadvad-Centeret / Center for Bygningsbevaring. Der er foretaget computer-beregninger, laboratoriemålinger af prototyper i Hot-Box og reelle målinger i konkrete bygninger. Disse er udført af uvildige ingeniører på DTU, mens prototyper og tegninger til disse er udført af Center for Bygningsbevaring.

Traditionelle kitfalsvinduer

Vi opererer i disse forsøg med 3 typer forsatsvinduer, der har tilsvarende værdier for nye koblede vinduer med henholdsvis 2 og 3 lag glas:

- 1: En udvendig ramme med 1 lag glas, + indvendige rammer med energiglas= (1+1)
- 2: En udvendig ramme med 1 lag glas, + indv. rammer med en 2-lags energirude=(1+2)
- 3: En udv. ramme med 1 lag glas + indv. rammer med 2 lag enkelte energiglas= (1+1+1)

For et 6-rudedet vindue i CEN-størrelse (1,23 x 1,48 m) giver det:

- 1: (1+1) har en U-værdi på **1,65 W/m²K** og en energibalace på: **÷57,5 kWh/m² år**
- 2: (1+2) har en U-værdi på **1,28-1,32 W/m²K** og en energibalace på: **÷49,7 kWh/m² år**
- (3): (1+1+1) har en U-værdi på **1,13 W/m²K** og en energibalace på: **÷27 kWh/m² år**

Termovinduer

- (4): Tilsvarende, d.v.s. ramme og sprosseopdelte termovinduer med 6 ruder af træ, plastik eller træ/alu med gennemgående sprosser har en U-værdi på **1,88 W/m²K** og en energibalace på **÷99 kWh/m² år**

I forhold til energibalancetallet koster (4) som det ses **72 kWh/m²** om året **mere** en (3) ($99 \div 27$). For det aktuelle vindue i CEN-størrelse bliver dette **142 kWh/m²** om året, der forsvinder ud af det samlede vindue. Med en kilowattpris på **2 kr/år** og **8 vinduer** i huset bliver dette **2.272 kr.** i merudgift til varmeregningen om året for de nye topisolerende termovinduer, i forhold til en forsatsløsning og bevaring af de eksisterende gode og hårdføre vinduer.

- (5) De nye energitermovinduer kan udføres med falske (pålimede) sprosser, hvad der giver dem bedre energiegenskaber, men dårligere holdbarhed (7-8 år før sprosserne falder af) og løsningen kan ikke anbefales til ældre dansk bygningskultur:
U-værdi på **1,61 W/m²K** og en energibalace på **÷75 kWh/m² år**
Så bliver forskellen, igen i forsatsvinduernes favør på **48 kWh/m² år** svarende til **1.572 kr/år** i merudgift for termorudeløsningen.

Der findes nu 3-lags lavenergivinduer på markedet med gode energiegenskaber. Men disse meget velisolerende vinduer kan ikke bruges til vinduer i ældre bygninger som er født med opsprossede vinduer, hvis man samtidig vil fastholde bevaringsværdierne. Vil man opnå tilsvarende gode energiegenskaber i et ældre hus, kan man i stedet anvende disse velisolerende 3-lagsruder som forsatsruder, samtidigt med at de gamle vinduer bevares – eller i kombination med nyudførte, men traditionelt konstruerede vinduer.

VINDUERS ENERGIFORHOLD

Ruder, vinduer og energibalance

Ruder

I forsats- og koblede vinduer (de omtalte model 1. – 2. – 3. på foregående side) anvendes der som regel et enkelt lag glas indvendigt for at opnå en isolering af vinduet. Det ekstra glas kan enten være et almindeligt glas eller energiglas. Energiglas er forsynet med en hård belægning på den ene side, der begrænser strålingen mellem to lag glas. Belægningen er meget stærk og kan tåle f.eks. vinduespudding.

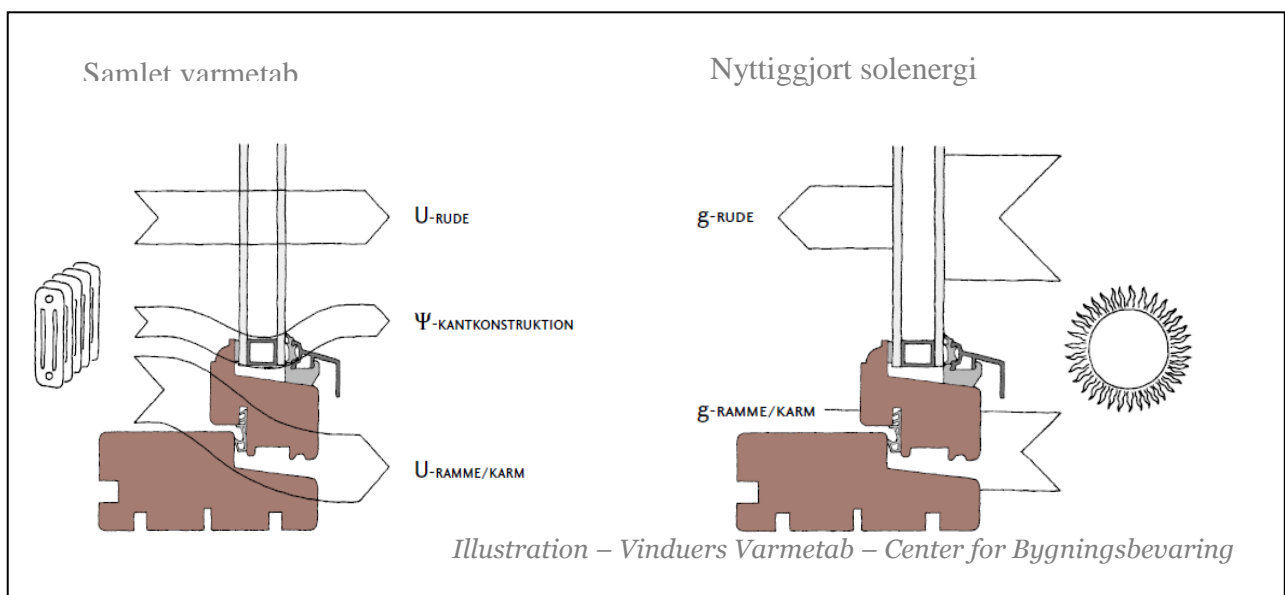
En energirude er en termorude hvor der på tilsvarende måde er en belægning på det ene glas og en ædelgas i mellemrummet mellem de to lag glas. Da man ikke kan komme til at beskadige belægningen mellem de to lag glas, anvender man i energiruder en blød belægning, som er sårbar, men mere energieffektiv end den hårde belægning. Der fremstilles desuden trelags energiruder som svarer til tolags energiruder, men med endnu lavere varmetab.

Vinduer

Et vindue er et komplekst bygningselement, idet der udover at der sker et varmetab, desuden tilføres energi til bygningen gennem den solenergi, der kommer ind gennem vinduerne.

Varmetabet gennem et vindue i fyringssæsonen består dels af varmetabet gennem ruderne og dels af varmetabet gennem ramme og karm. De benævnes U – værdier. For vinduer med termo/energiruder er der desuden et varmetab langs randen af ruderne og hvor de er befæstet i rammerne, det benævnes Ψ , Psi. Kanttabet er afhængig af hvor lang kanten er, den er relativ lille for store et-rammede vinduer og tilsvarende stor for opdelte vinduer som dannebrogsvinduer med mange sprosser.

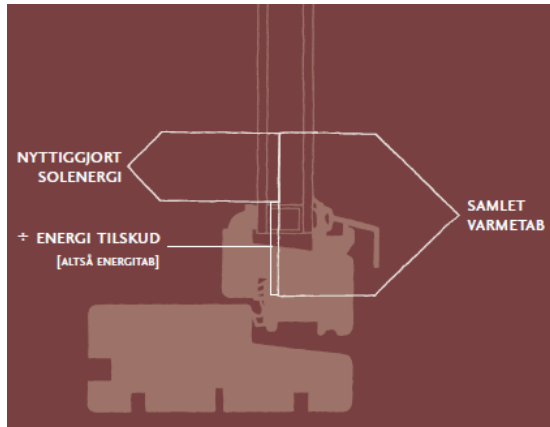
Som nævnt tilføres der energi til vores boliger gennem vinduerne og denne andel angives med g-værdien. Det er den procentdel af solens vandrette indstråling i fyringssæsonen, der kommer ind gennem vinduer. Der antages en normalfordeling af vinduernes orientering efter nord, syd og øst/vest hvor energitilførslen begrænses 30 % pga. skygge fra tagudhæng, bygninger, træer mm.



Energitilskud

Et vindues samlede energitilskud er det samlede varmetab plus den energi der tilføres fra solen i en fyringssæson. Dette er det mest retvisende udtryk for energiforholdene for et vindue og tallet kan umiddelbart bruges til at finde det samlede varmetab gennem vinduerne. For en aktuelle bygning tager man energitilskuddet, ganger med det samlede areal af vinduerne i bygningen og ganger dette tal med energiprisen. Hermed fås let det samlede tab gennem vinduerne.

– Vinduers samlede energitilskud –



*Illustration – Vinduers Varmetab
– Center for Bygningsbevaring*

KOMMENTARER TIL BR10

I det følgende gives en række kommentarer til BR10 og de principper, der ligger til grund for vurderingen af hhv. termovinduer(energirudevinduer) og traditionelt fremstillede vinduer med indvendige forsatsruder eller koblede vinduer og hvordan de afspejles i mærkningsordningen.

Formålet er at illustrer konsekvenserne ved det anvendte referencevindue.

Kommentarerne omhandler

- Det anvendte referencevindue
- Sammenligning mellem referencevinduet og øvrige vinduestyper
- Energiforhold for forskellige vinduestyper
Sammenligning mellem mærkning, energibalance og U-værdi

Det anvendte referencevindue

BR10 afspejler, at der har været et ønske om at lovgive ud fra det mere retvisende *energitilskud*, som flere parter også tidligere havde anbefalet (bl.a. BYG DTU, Energitjenesten, visse vinduesproducenter samt Center for Bygningsbevaring).

Da *energitilskuddet* ændres markant afhængig af udformningen af vinduet (des flere rammer og sprosser des dårligere energiforhold), har man formodentlig ønsket en forenkling. Energistyrelsen og Erhvervs- og Boligstyrelsen bad BYG DTU om at undersøge, hvordan energitilskuddet for forskellige vinduesstørrelser og opdelinger fordelte sig i forhold til hinanden og om man dermed kunne anvende et referencevindue. Resultatet var, at energiforholdene for de vinduestyper man undersøgte, ikke ændrede rangfølge fra små rudestørrelser til de største.

Populært kan man sige at kurverne ikke ”krydsede” hinanden fra vinduer med relativt store til små ruder. På denne baggrund konkluderede Energistyrelsen og Erhvervs- og Boligstyrelsen, at man kunne anvende energitilskuddet fra et referencevindue som udgangspunkt i bygningsreglementet.

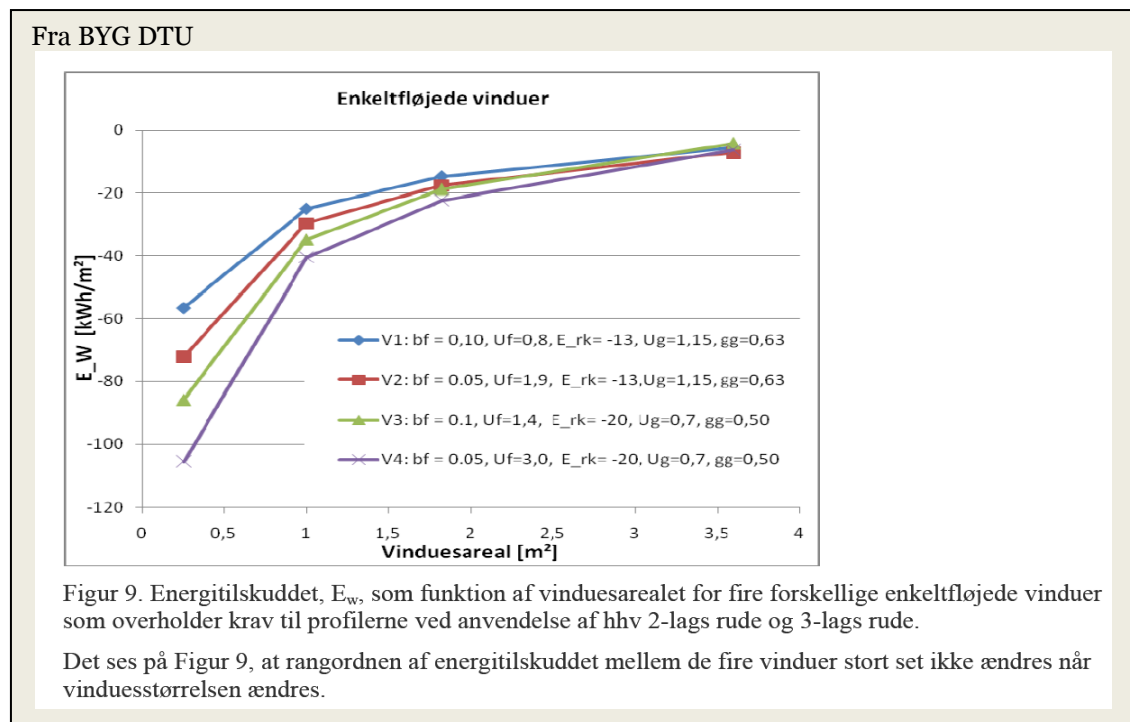
Som referencevindue har man valgt et et-rammet vindue i den europæiske standardstørrelse på 123 x 148 cm og besluttet at et sådant vindue skal have et energitilskud på mindst ± 33 kWh/m² pr. år. Det vil sige at et referencevindue højst må have et energitab på 33 kWh/m² pr. år.

Ligesom i 2006 og 2008 reglementerne skal man heller ikke nu tage hensyn til f.eks. lydæmpende eller solafskærmende ruder, selvom disse kan medføre en markant forøgelse af varmetabet.

Problemet med undersøgelsen fra BYG.DTU er, at de ikke blev bedt om at undersøge forholdene for vinduer forsynet med forsats- eller koblede rammer, men at de kun undersøgte energiforholdene for energirude vinduer.

Hvis vinduer med forsats- eller koblede rammer var blevet undersøgt på samme måde var det blevet tydeligt at kurverne krydsede.

(Dette forhold forklares nærmere i det følgende afsnit med sammenligning af forskellige vinduestypers energiforhold)



Forskelsbehandlingen på energirude/termovinduer og forsatsløsningerne

Medens kravene for energirudevinduer sker ud fra et referencevindue er forholdene for forsats- koblede vinduer anderledes idet de skal vurderes ud fra det faktiske vindue i det faktiske hus. Det vil sige, at hvis vinduet er et dannebrogsvindue med sprosser og skal være lydæmpende skal alle disse forhold tages i betragtning – og man bruger ikke energitilskuddet men derimod kun U - værdien som parameter. Minimumskravet er sat til $1,65 \text{ W/m}^2$.

Eftersom forsats- koblede vinduer har relativt dårligere U – værdi og større input af energi fra solen end energirudevinduer/termovinduer, betyder det, at de fremstår dårligere når der ikke tages hensyn til dette faktum i vurderingen. Da energitilskuddet for forsats- koblede vinduer ikke forringes nævneværdigt med flere opdelinger og sprosser i forhold til energirude vinduer, kommer disse vinduer herved til at fremstå markant dårligere i forhold til både bygningsreglementet samt mærkningsordningen.

Ud fra disse oplysninger som afspejles i BR10 og i mærkningsordningen, må man antage, at de fleste forbrugere vil foretrække termoruder frem for forsatsløsninger, hvilket er til skade for både bygningskulturen og for energiforbruget

Som noget nyt er der ikke noget minimumskrav til U – værdien for vinduer ved ombygning. Den eneste undtagelse er for vinduer, der sidder indendørs og vender ud mod rum der er

opvarmet til 5 grader mindre end det rum vinduet sidder i! Det er ikke helt klart hvilke slags vinduer dette er relevant for samt hvor stor del af det samlede salg af vinduer bestemmelsen dækker? Det kunne f.eks. være et vindue ud til en trappe, men det er bemærkelsesværdigt at man finder det mere relevant at lovgive for disse meget sjældne tilfælde hvor varmetabet tilmed er meget lille, da det er til rum inde i bygninger, og ikke for vinduer der vender mod det fri.

Loven medfører at vinduer der var forbudt ifølge Bygningsreglementet 2008 nu er tilladte - og endda kan få et C - mærke.

SAMMENLIGNING MELLEM REFERENCEVINDUET OG ANDRE VINDUESTYPER

For at illustrere problemet med brugen af referencevinduet, har vi lavet en sammenlignende undersøgelse af almindelige vinduers energitilskud, hvor der både er undersøgt forsatskoblede løsninger, lyddæpende og almindelige energirude vinduer samt de nyeste passivhus vinduer.

Diagrammet svarer til diagrammet fra BYG. DTU, vist på side 10, bortset fra at energitilskuddet ikke direkte vises som funktion af størrelsen, men som funktion af opdelingen med poste, sprosser mm.

Skemaets opbygning

Diagrammet anvender energitilskudstallene fra oversigtsskemaet med sammenligning af energibalance, U-Værdi og mærkningsordning (Bilag I. side 16,) men her vist som grafer. Energiforholdene er vist for almindelige vinduesopdelinger fra det etrammede referencevindue til et småsprosset dannebrogsvindue.

De $\pm 33 \text{ kWh/m}^2$, der angiver grænsen for om et referencevindue må anvendes ifølge bygningsreglementet samt om det kan mærkes er angivet med rødt. Energitilskuddet skal være højere en denne grænse.

Kurver med trekantede symboler er for trelags energiruder (passivhusvinduer), firkantede symboler er for normale tolags energiruder medens de runde symboler er for forsats- og koblede løsninger med to til tre lag glas/energiglas. Hvis kurverne er afbrudte eller der kun optræder punkter skyldes det at producenten kun fremstiller eller kun opgiver energitilskudstal for denne typer vinduer.

Kurver med runde symboler viser som nævnt energitilskuddet for forsats- koblede løsninger. I+I+I løsningen med et gammeldags glas udvendigt med to energiglas bag ved er kun beregnet for to vinduestyper. Kurverne er ret jævne og ”vandrette” hvor forholdene for det etrammede vindue er bedst, men ikke særlig gode, medens de ikke bliver meget dårligere med flere rammer og sprosser. Det største spring sker fra en til to rammer. U – værdien ændres ikke for denne type vinduer afhængig af hvor mange sprosser der er, det lidt dårligere energitilskud skyldes kun at skyggeeffekten af sprosserne giver mindre energi fra solen.

For normale energirude vinduer ændres forholdene langt mere med flere rammer og springet fra et etrammet til torammet vindue er markant større med omkring en fordobling af varmetabet. For denne type vinduer har sprosser en klar negativ effekt for U – værdien som udover skyggeeffekten betyder langt større varmetab.

Energirudevinduer har altså en klar fordel af den måde Bygningsreglementet 2010 samt mærkningsordninger er skruet sammen på. Alle de producenter, der oplyser deres energital på nettet, fremstiller også vinduer, der har dårligere energitilskud end et traditionelt vindue med et enkelt energiglas i forsatsrammen.

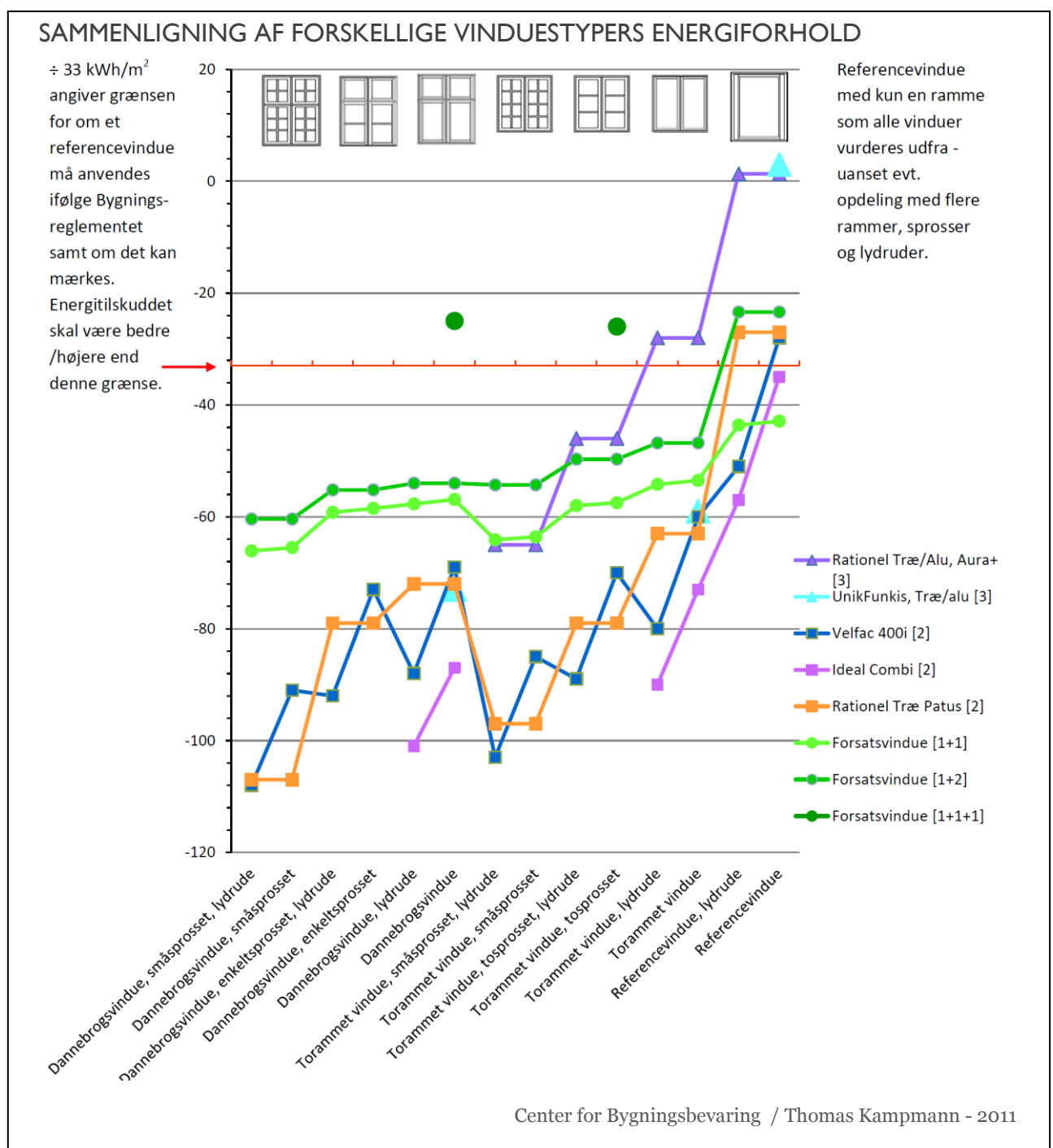
For trelags energirude vinduer er tendensen endnu stærkere. Denne type vinduer fremstilles tilsyneladende enten ikke med sprosser eller ikke opdelt som dannebrogsvinduer men selv uden er denne type vinduer, der ellers stilles store forventninger til, ikke meget bedre end et traditionelt vindue med kun to lag glas og for småsprossede vinduer er de endda dårligere.

Det betyder at A – mærkede vinduer kan have større varmetab end D-mærkede vinduer.

Særligt omkring lyddæpende vinduer

Bemærk at lyddæpende vinduer er meget forskellige fra den ene producent til den anden, for nogle vinduestyper "hopper" kurverne. For opdelte vinduer med forsatsrammer er der derimod næsten ingen forskel om de er lyddæpende eller ej. For energirude vinduer har f.eks. Rationels vinduer stort set ingen forskel om de er lyddæpende eller ej medens Velfacs vinduer svinger rigtigt meget. Det skyldes, at man i energirudevinduer ofte laver dem lyddæpende ved at gøre det ene glas tykkere. For ikke at ændre i rammernes profiler tages den ekstra tykkelse fra luftmelletrummet mellem glassene. Hvis denne afstand i forvejen ligger på den optimale afstand på 15 mm bliver energitilskuddet markant lavere ved en mindre afstand på 12 mm. Har producenten i de normale vinduer en større afstand på f.eks. 20 mm bliver forholdene næsten ikke ændres ved at gå ned på 16 mm.

Det skal bemærkes at forsatsvinduer, med stor afstand mellem glassene, opnår langt bedre lyddæpende egenskaber i forhold til energirudevinduer.



ENERGIFORHOLD FOR FORSKELLIGE VINDUESTYPER I DK

Sammenligning mellem mærkning, energibalance og U-værdi

For at illustrere forholdet mellem de forskellige vinduestypers energibalance, U-værdi og mærkningsordningen har vi lavet en sammenlignende undersøgelse, der er samlet i et kommenteret oversigtsskemaet, som vises på den følgende side.

Skemaet viser, at der er et stort misforhold i forhold mellem de nye termovinduer og energitermovinduers reelle energiegenskaber, når de udføres som rude- og sprossedelte vinduer, og de energiegenskaber, de samme vinduer får påført via det hypotetiske referencevindue, uden sprosser og i en helt anden størrelse end det konkrete vindue.

Det fremgår også, at nye og renoverede rudeopdelte vinduer med indvendige forsatsvinduer, har markant bedre energibalancetal end de tilsvarende termo- og energirudevinduer af træ, plastik eller træ/alu. Nogle af forsatsløsningerne (1+1+1) kan endda blive så gode, at de kan opfylde kravet på $\div 33 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ – nemlig $\div 21 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ for det konkrete vindue.

Det fremgår også, at der ikke er overensstemmelse imellem energimærkningsordningen og den beregnede energibalance.

Skemaet sammenligner en række forskellige vinduestyper. I det følgende eksemplificeres denne undersøgelse med udgangspunkt i et af de typiske vinduestyper i dansk bygningskultur – nemlig et dannebrogsvindue med en sprosse.

Eksemplet, der er udarbejdet i samarbejde mellem Bolius og Center for Bygningsbevaring ved Thomas Kampmann i en forbindelse med et temanummer om vinduer i ”Bedre Hjem”

Typisk energitab gennem Dannebrogsvinduer med en sprosse

Hvis vi sammenligner den beregnede energibalance/energitab for en række typiske danske vinduer i den ældre bygningmasse – her et dannebrogsvindue med en enkelt sprosse udført i forskellige udformninger, materialer og konstruktioner og med en energimærkning, der er udregnet efter den nugældende energimærkningsordning for facadevinduer.

Vinduerne er her opstillet i rangfølge med det laveste energitab (og dermed det bedst isolerende vindue) øverst. Vinduernes mærkning efter Vinduesbranchens mærkningsordning er angivet med et **[A]** (bedst), **[B]**, **[C]** osv.

Vinduestype	(ruder) [mærkning]	Energibalance for hele vinduet
Oprindeligt vindue med et lag glas og to energi glas (1+1+1):	[D]	$\div 27 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue og et energirude i forsatsrammen (1+2):	[C]	$\div 55 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue og et energi glas i forsatsrammen (1+1):	[D]	$\div 58 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt A-mærket træ-alu vindue med trelags energirude (3)	[A]	$\div 73 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt træ-alu vindue med energirude (2)	[C]	$\div 73 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Opr. vindue, med tykt energiglas i forsatsrammen (1+1):	[D]	$\div 59 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt trævindue med energirude (2)	[C]	$\div 79 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt lydæmpende træ-alu vindue med energirude (2)	[C]	$\div 92 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprl. vindue og et almindeligt glas i forsatsrammen (1+1):	[F]	$\div 118 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue med et lag almindeligt glas (1):	[F]	$\div 300 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$

De her nævnte oprindelige vinduer kan med samme energibalancetal fremstilles som nye vinduer med ægte sprosser og de udvendige ruder i kitfals, forsynet med forsatsvinduer eller koblede rammer. Så tallene gælder både for energiforbedrede, gamle vinduer og nye tilsvarende traditionelle vinduer af træ.

Som det ses følger mærkningen slet ikke energibalancetallet for det konkrete vindue og er dermed er ubrugeligt for denne type vinduer.

Det skal tilføjes at det A-mærkede vindue i denne oversigt - med sin 3-lags energirude - ikke på nogen arkitektonisk eller teknisk forsvarlig måde kan forsynes med ægte eller pålimede sprosser, der tilfredsstiller selv de simpleste krav til en velbevaret dansk bygningskultur, men at det i nogle tilfælde vil kunne anvendes som indvendigt forsatsvindue.

Med dette eksempel kan vi sammen med Bolius konstatere, at vinduesbranchens mærkningsordning er direkte misvisende, når det gælder rammedelte og opsprossede vinduer. Dette rammer særligt de produkter, som anbefales, hvis man ønsker at fastholde bevaringsværdierne i de ældre bygninger og dermed bygningskulturen som helhed

Der bør derfor etableres en ny ordning, der baserer sig på de reelle energital for hele vinduet – der selvfølgelig skal være det konkrete vindue, som anvendes i huset, ikke et hypotetisk referencevindue uden sprosser.

Bilag I. ENERGIFORHOLD FOR FORSKELLIGE VINDUESTYPER I DK Sammenligning mellem mærkning, energibalance og U-værdi

Skemaet på foregående side tager udgangspunkt i energiforholdene for en lang række af forskellige danske vinduesopbygninger og vinduestyper. De fleste energital som er anvendt er frit tilgængelige på internettet.

Opbygningen af de enkelte vinduer fremgår af den øverste række hvor der er vist udformninger fra et småsproset dannebrogsvindue til et stort etrammet "parcelhusvindue". De fleste vinduer er i den europæiske standardstørrelse 123 x 148 cm. (for torammede vinduer er der brugt standardstørrelsen 118 x 118 cm).

I den venstre kolonne er vist forskellige vinduestyper. Her er der angivet en kort beskrivelse af type, producent samt antal glas/ruder. Vinduerne i række 4 – 6 er vinduer med trelags energiruder (passivhus vinduer), række 7 er et forsats- koblet vindue med et traditionelt glas yderst og to lag energiglas. Denne type vindue er ikke i produktion men er udført som prototyper visse steder. Række 8 – 9 er forsats- koblede vinduer med en energirude i forsatsrammer, medens række 10 – 13 er traditionelle vinduer med et enkelt energiglas i forsatsrammen. Række 14 – 17 er træ energirude vinduer med normale energiruder, række 18 – 29 viser de meget populære træ/alu vinduer med normale energiruder eller lydenergiruder medens række 30 – 31 er et plastik vindue. Række 32 angiver forholdene for traditionelle vinduer med et normalt glas i forsatsrammen og række 33 viser energiforholdene for gammeldags termoruder.

Til sammenligning vil et traditionelt vindue med kun et lag glas have et energitilskud på ca. $\pm 300 \text{ kWh/m}^2$ pr. år – det er ikke vist i skemaet. For hvert vindue er der opgjort U- værdi, g – værdi samt fremhævet det samlede energitilskud.

Den nuværende mærkningsordning

Øverst til højre er de nuværende mærkningsklasser opgjort hvor mørkegrøn er den bedste og dyb orange den dårligste. Klassificeringen sker ud fra data for referencevinduet i kolonne AC. Denne mærkning/farve overføres derfor til alle vinduer fra samme producent/konstruktion uanset det faktiske varmetab. Det er kun vinduer bedre end energiklasse C., der kan anvendes hvor BR 2010 er gældende. Forsats- og koblede vinduer kan slet ikke mærkes, men i dette skema er farverne på energitilskuds tallet angivet som hvis de kunne.

For forsats- koblede vinduer er der i stedet for krav til energitilskuddet et minimumskrav til U – værdien, den må højst være 1,65. Vinduer der har en pink farve på U – værdien er derfor forbudte undtagen i fredede eller bevaringsværdige bygninger. Normale forsatsvinduer med et lag energiglas vil kunne klare denne grænse, men loven går især ud over små producenter af andre typer forsatsystemer som f.eks. Optoglas, se række 12. Den lyseblå farve angiver energirude vinduer, som også har U – værdi der er højere end 1,65, men her er der ikke noget minimumskrav og disse vinduer er derfor ikke forbudte og kan endda energimærkes!

Nogle producenter fremstiller vinduer, der har så dårlige energiegenskaber, at de ikke umiddelbart kunne anvendes ifølge det gamle bygningsreglement 1995 med U – værdier over 1,8 – men disse vinduer er nu også lovlige at benytte og kan ligeledes energimærkes. De eneste undtagelser er, at de ikke må anbringes indendørs mod rum der er opvarmet til 5 grader koldere!

ANVENDT LITTERATUR OG PROJEKTER

Forskningsprojekter udført af Raadvad-Centeret, Center for Bygningsbevaring og DTU•BYG under Energistyrelsens 'Projekt Vindue' i 1999-2002 og Grundejernes Investeringsfond og Boligministeriet i 2003 – 2005.

”Bevaringsværdige bygninger Sikring af bevaringsværdier”

Socialministeriet 2006

Forfattere: Socialministeriet, Kulturarvsstyrelsen og Søren Vadstrup, Center for Bygningsbevaring

”Bedre hjem”

Bolius – November 2011

SAVE vejledning

Kortlægning og registrering af byers og bygningers bevaringsværdi

Kulturarvsstyrelsen 2011 (4. reviderede udgave)

Arne Høi og Morten Stenak

Kulturstyrelsen: Information om Bygningsbevaring

<http://www.kulturarv.dk/tjenester/publikationer/emneopdelt/bygninger/byggeblade/index.jsp>

Vinduers varmetab Energi-, kondens- og lydforhold for nye og gamle vinduer i ældre bygninger før 1950

Raadvad-centeret maj 2002

Thomas Kampmann

Vinduer i ældre bygninger. Tekniske forbedringer, Arkitektoniske forbedringer, Energimæssige forbedringer, Lydisolering, dagslyskvalitet og totaløkonomi.

Grundejernes Investeringsfond 2004

Thomas Kampmann og Søren Vadstrup,

Aftale mellem Vinduesindustrien

og klima- og energiministeren / Energistyrelsen

om energimærkning af nye vinduer