

## **Merinvesteringer, besparelser og tilbagebetalingstider for energibesparende tiltag på bygninger.**

### **Forudsætninger**

Dette notat omhandler mulige energibesparelser, der kan opnås i forhold til det nye tillæg til BR 95 og BR-S98, der er gældende fra januar 2006. Tillæggets energiramme er skærpelse på 25 % i forhold til det gældende bygningsreglement, BR 95. Der ses på netto-energiforbrug til rumopvarmning. Energiforbrug til varmt brugsvand er således ikke medregnet. Beregningerne er udarbejdet af det rådgivende firma Cenergia Energy Consults for Københavns Kommune i maj 2005.

Der regnes i denne opstilling kun med energibesparelserne, der kan opnås gennem fysiske tiltag i bygninger. Mens forbedring af tekniske installationer og evt. brug af solvarme ikke er med i denne vurdering. Men det skal understreges, at der her er en oplagte mulighed for at opnå besparelser. Det kan tilføjes, at de tekniske installationer, herunder for eksempel solvarme, medregnes i den samlede energiramme i det nye tillæg.

Det nye tillæg til BR 95 og BR-S98 opererer tillige med lavenergiklasse 1 og 2, der er reduktion på henholdsvis 50 % og 25 % i forhold til tillæggets krav. Disse klasser udspringer af EU's Energiydelsesdirektiv, der hermed introducerer fremtidige skærpede krav. Disse forventes indført i henholdsvis 2010 og 2015 ifølge regeringens energihandlingsplan.

På baggrund af dette notat, samt de byggetekniske muligheder der allerede findes i dag, er der i kommunens reviderede retningslinier "Miljø i byggeri og anlæg" valgt at stille krav om lavenergiklasse 2 for nybyggeri allerede fra januar 2006.

Kommunen har gennem sin byøkologiske fond sammen med andre støttet et udviklingsprojekt for præfabrikerede lavenergi tagboliger. Prototypen, der netop nu udstilles i Ørestaden, opfylder energirammen for lavenergiklasse 1, dvs. 50 % lavere energiforbrug end kravene i det kommende tillæg til bygningsreglementet. Tagboligen bygger udelukkende på allerede kendte, afprøvede og gængse teknikker.

### **Nybyggeri efter tillæg til BR 95 og BR-S98 og lavenergibyggeri**

Nedenstående tabel viser det årlige nettoenergiforbrug til rumopvarmning i nybyggeri og den deraf følgende merinvestering, besparelse og tilbagebetalingstid, der er skal til for at opnå henholdsvis -10, -25 og -50 % reduktion i forhold til kravene i det kommende tillæg til bygningsreglementet.

Tabel 1. Investeringer og besparelser for nybyggeri:

Type	Årligt netto energi- forbrug til rumvarme kWh/m <sup>2</sup>	Merinvestering kr./m <sup>2</sup>	Besparelse kr./m <sup>2</sup>	Tilbagebetalingstid År
Tillæg til BR95 og BR-S98	48-52*	0	0	0
Tillæg til BR95 og BR-S98 minus 10 %	43-47*	0	2,6	0
Lavenergiklasse 2 (Tillæg til BR95 og BR-S98 minus 25 %)	36-39*	90	6,3	13-14
Lavenergiklasse 1 (Tillæg til BR95 og BR-S98 minus 50 %)	24-26*	300	12-13	22-24

\* De angivne intervaller for rumvarme dækker området fra enfamiliehus til etageboligblok, hvor enfamiliehuset naturligvis har det højeste forbrug.

Tabellen viser, at en 10 % besparelse i forbruget til rumopvarmning i princippet kan opnås ”gratis”. Det vil sige uden merinvestering og dermed heller ingen tilbagebetalingstid for det pågældende tiltag. Dette opnås ved at vælge glas med en lavere U-værdi\* end den foreskrevne.

I tillægget til BR 95 og BR-S98 foreskrives en maksimal U-værdi for vinduer på 1.5 W/m<sup>2</sup>K. Imidlertid er glas med en U-værdi på 1.1 W/m<sup>2</sup>K i dag det mest solgte. Dette glas koster ikke mere end glas med en U-værdi på 1.4-1.5 W/m<sup>2</sup>K. Derfor kan der uden meromkostning opnås en samlet U-værdi for vinduer på 1.2-1.3 W/m<sup>2</sup>K, hvorved der opnås en energibesparelse på 10 %.

En reduktion på 25 % (lavenergiklasse 2) forventes at medføre en merinvestering på 90 kr./m<sup>2</sup> og med en tilbagebetalingstid på 13-14 år. Beregningerne er fra foråret 2005 og med de nuværende prisstigninger på energi må tilbagebetalingstiden forventes at være reduceret til ca. 10 år.

En reduktion på 50 % (lavenergiklasse 1) forventes at medføre en merinvestering på 300 kr./m<sup>2</sup> og må med de nuværende energipriser forventes at have en tilbagebetalingstid på ca. 20 år.

## Bygningsmæssige ændringer

Tabel 2 viser de bygningsmæssige ændringer, der skal til for at opnå de i tabel 1 viste besparelser.

---

\* U-værdien er en transmissionskoefficient, der er udtryk for varmetab. Det vil sige hvor meget varme der går igennem et materiale eller en sammensat konstruktion. Jo lavere værdi, des lavere varmetab.

Tabel 2. U-værdier og ventilationssystemer svarende til energiforbrugene i tabel 1

Bygningsdele <i>U-værdi i W/m<sup>2</sup> K:</i>	BR95 og BR-S 98	Tillæg til BR95 og BR-S 98	Tillægget reduceret med 10 %	Lavenergiklasse 2, 25 % reduktion	Lavenergiklasse 1, 50 % reduktion
Tunge ydervægge	0,30	0,20	0,20	0,15	0,20
Terrændæk	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15
Loft og tag	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13
Vinduer og yderdøre	1,80	1,50	1,20	1,10	1,20
Ventilation:	naturlig	naturlig	naturlig	naturlig	mekanisk m. varmegenvinding - 0,8

Som det fremgår af tabel 2 kan en reduktion af energiforbruget opnås gennem tiltag i forskellige bygningsdele, enkeltvis eller i en kombination af flere. De lavere U-værdier kan opnås gennem højere isoleringsevne, valg af materialer, design mm.

Ved indførelse af mekanisk ventilation med varmegenvinding kan kravene til U-værdier for ydervægge og vinduer/yderdøre mindskes og alligevel opnås en lavere energiklasse.

### Byfornyelse/reovering af etagebyggeri

Det er forbundet med stor usikkerhed at vurdere såvel energibesparelse som anlægsinvesteringer for energibesparende tiltag i eksisterende boligblokke. F.eks. betyder udgangspunktet, en boligbloks størrelse, de eksisterende konstruktioner, ydervæggene og vinduer samt vinduernes forholdsmæssige areal meget i forhold til størrelsen af de mulige energibesparelser ved for eksempel ved gavlisolering.

Specielt for efterisolering af ydervægge og udskiftning af vinduer er det afgørende, om der kan anlægges en marginalbetragtning. Det vil sige om væggen/vinduerne alligevel skulle repareres, reoveres, males eller udskiftes af andre end de rent energimæssige årsager. Ud over vedligeholdelse kan det være løsning af komfort- eller kondens-problemer. Stillads og evt. facadebeklædning indgår således for størstedelen i andre udgifter og skal ikke alene indgå i merudgifterne til bedre vinduer, glas og ekstra isolering. Herved reduceres tilbagebetalingstiden tilsvarende. Vurderingerne i tabel 3 er konservative i den forstand at de samlede merudgifter til for eksempel stillads mm bæres af de enkelte tiltag.

Beregningerne i tabel 3 er baseret på oplysninger i de nedenfor nævnte referencer og er foretaget med den eksempelbygning, der følger med BV98 – programmet, hvor gavlen er undtaget, da der regnes på en forholdsvis lille boligblok. Som udgangspunkt er regnet med en U-værdi for ydervæggen på 1.5 W/m<sup>2</sup>K (det almindeligste iflg. ref. 1 og 2) og vinduer med forsatsrammer eller tilsvarende med en U-værdi på 2.9 W/m<sup>2</sup>K.

Det skal understreges at den i tabel 3 anviste trinvis reduktion af energiforbruget til rumopvarmning blot er et eksempel. For en konkret boligblok vil det være nødvendigt at foretage en individuel analyse for at finde frem til de optimale tiltag.

På trods af en væsentligt bedre tilbagebetalingstid for mekanisk ventilation med varmegenvinding er dette tiltag placeret efter udskiftning/renovering af vinduer, da dette tiltag vil være en forudsætning for at opnå den tæthed af bygningen, der er påkrævet, for at genvindingen af varmen fra ventilationsluften bliver effektiv.

Som energipris er der regnet med fjernvarmeprisen i København – 0,525 kr./kWh fra Københavns Energi. De beregnede tilbagebetalingstider er naturligvis stærkt afhængige af energiprisen, hvorved f.eks. en vurdering i Roskilde, hvor fjernvarmeprisen er 0,63 kr./kWh giver en klart kortere tilbagebetalingstid. Med de stigende oliepriser på verdensmarkedet stiger formentlig også fjernvarmeprisen i København og dermed reduceres tilbagebetalingstiden for energibesparelserne.

Tabel 3. Besparelser og investering for renovering af etagebyggeri

Tiltag	Besparelse, ca.		Rumopvarmning, ca. kWh/m <sup>2</sup>	Kostpris, ca. kr./m <sup>2</sup> boligareal	Tilbagebetalingstid år <sup>*2)</sup>
	kWh/m <sup>2</sup>	kr./m <sup>2</sup>			
Udgangspunkt			140		
Vinduernes U-værdi reduceret fra 2.9 – 1.2 <sup>*1)</sup>	48	25	92	700-1000	28 – 40
Mekanisk ventilation med varmegenvinding	36	19	56	50-100	2.6-5.2
Tillæg til BR95 og BR-S98			50		
Loftisolering, U-værdi ~0,15	10	5	46	150-200	30-40
			43-45*		
Lavenergiklasse 2 (Tillæg til BR95 og BR-S98)			36-39*		
Isolering mod kælder U-værdi ~0.3	14	7	32	150-200	21- 29
Lavenergiklasse 1 (Tillæg til BR95 og BR-S98)			24-26*		
Isolering af ydervægge, U-værdi~0,32	17	9	15	400-700	44-77

\*1) Forsatsvindue med termoglas eller egentlig udskiftning af vinduer

\*2) Varmepris: 524,98 kr. (inkl. moms) – Københavns Energi.

\* De angivne intervaller for rumvarme dækker området fra enfamiliehus til etageboligblok, hvor enfamiliehuset naturligvis har det højeste forbrug.

Som det fremgår af tabel 3 er tilbagebetalingstiden langt mere varieret ved renovering. Dette hænger naturligvis sammen med den eksisterende bygnings tilstand, vedligeholdelsesstand, fornyelser, arkitektur mm. Men også her vil de stigende energipriser have deres effekt på tilbagebetalingstiden. Variabiliteten taget i betragtning anses det for fornuftigt i første omgang ikke at skærpe kravene til renovering/byfornyelse ud over det nye tillæg til bygningsreglementet. Men

arbejdsgruppen omkring kommunens retningslinier ”Miljø i byggeri og anlæg” følger naturligvis udviklingen nøje.

### Referencer

1. Energibesparelser i eksisterende og nye boliger. Rapport BYG-DTU R-80, 2004. ISBN 87-7877-143-9
2. Vurdering af potentialet for varmebesparelser i eksisterende boliger. SBI, Dokumentation 057, 2004. ISBN 87-563-1206-7
3. Teknisk økonomisk udredning vedr. lavenergiløsninger ifm. renovering af ældre etageejendomme. Cenergia Energy Consultants. Oktober 1998
4. BygningersVarmebehov98 - BV98. Beregningsværktøj udviklet af Statens Byggeforskningsinstitut, SBI.
5. Tabel 1 er udarbejdet på basis af rapporten: ”Reduceret energiforbrug til rumopvarmning i nyudstyknngen Stenløse Syd i Stenløse Kommune -meromkostninger, rentabilitet og varmemeforsyning.” – Juli 2004 – udarbejdet for Stenløse Kommune, samt notat hertil af 17. februar, 2005.

---

Dato: 18. april 2005./rev. 2. maj, 2005/ rev. 4. maj, 2005

Ove Mørck

Cenergia Energy Consultants

Rev. 5. september 2005

Tøger Nis Thomsen

Miljøkontrollen