

## **Nye krav til bygningers varmeisolering.**

**Professor Svend Svendsen og Ph.D.-studerende Frank Pedersen  
BYG.DTU  
Danmarks Tekniske Universitet.**

**På grundlag af høringsversionen vedrørende nye krav til bygningers energiøkonomi i Bygningsreglementet gennemgås kravene til klimaskærmens isolering. Der er som ventet tale om skærpede krav til bygningers varmeisolering, men der er også nye principper for angivelse af kravene. Disse ny principper giver større frihed i design af bygninger men også nye udfordringer til helhedsorienteret design.**

### **Nye principper i krav til bygningers energiøkonomi.**

I forbindelse med indførelsen af skærpede krav i Bygningsreglementet til energiforbruget i bygninger bliver der samtidig indført nye principper for kravenes udformning. De nuværende tre alternative krav i form af konstruktionernes varmetabskoefficienter, varmetabsrammen og energirammen bliver afløst af et sæt krav, der består af:

- Bruttoenergirammen
- Transmissionstabsramme
- Højeste varmetabskoefficienter for hver bygningsdel

For bygninger med specielle energimæssige forhold og for renovering af eksisterende bygninger anvendes der specifikke krav til varmetransmissionskoefficienten af de forskellige bygningsdele.

Det primære energimæssige krav til nye bygninger vil være baseret på bruttoenergiforbruget, der kan udtrykkes som bygningens samlede energiforbrug på nær elforbrug til apparater. Elforbrug skal ganges med en faktor på 2.5 for at tage hensyn den større udledning af kuldioxid, der kommer i forbindelse med el-produktion i forhold til varmeproduktion. Til gengæld skal forbrug af vedvarende energi fra anlæg på bygningen ikke tælles med i energiforbruget.

For nye bygninger vil de sædvanlige krav til U-værdien af de enkelte bygningsdele således ikke findes mere. Dog fastholdes systemet med højeste varmetransmissionskoefficienter for de enkelte bygningsdele der gælder i forbindelse med brug af varmetabsramme og energiramme i det nuværende bygningsreglement.

For at sikre en rimelig god isoleringsstandard af bygningers klimaskærm stilles der krav om at det samlede dimensionerende transmissionstab gennem hele bygningens klimaskærm inklusive vinduerne i forhold til etagearealet ikke overstiger  $25 \text{ W/m}^2$ . Dette krav svarer i en vis grad til varmetabsrammen, men der er dog én væsentlig forskel: referencearealet.

### **Bygningens form får betydning.**

Da kravet til det dimensionerende transmissionstab benytter etagearealet som referenceareal vil bygningens form få indflydelse på bygningens specifikke dimensionerende transmissionstab. Dette er nyt og derfor er der i det følgende gennemgået nogle eksempler på hvad der skal tages hensyn til ved design af bygningers klimaskærm i forhold til kravet om et maksimalt dimensionerende transmissionstab på  $25 \text{ W/m}^2$ .

En bygnings samlede dimensionerende transmissionstab udregnes på grundlag af *DS 418 Beregning af bygningers varmetab*. I beregningen indgår for hver klimaskærmsdel produktet af:

- arealet
- transmissionskoefficienten (U-værdien)
- den dimensionerende temperaturforskelle mellem inde og ude.

På analog måde beregnes det dimensionerende transmissionstab for samlinger, der skal behandles separat på grundlag af deres længde og lineære transmissionskoefficient samt den dimensionerende temperaturforskelle.

Ved at dividere summen af alle bidragene med etagearealet fås det specifikke dimensionerende transmissionstab. Dette vil således være afhængigt af følgende parametre, der kan være hensigtsmæssige til karakterisering af bygningens egenskaber vedrørende transmissionstab:

- transmissionskoefficienterne for klimaskærmen – de isolerede dele og vinduerne
- formen af bygningen angivet ved etageantal og omkredsen af ydervæg i forhold til arealet af en etage
- vinduesandelen af ydervægsarealet.

### Eksempel på større bygning

For at illustrere hvordan det specifikke dimensionerende transmissionstab afhænger af bygningens form og vinduesandel er der i det følgende vist et regneeksempel på en større bygning. Bygningens data er givet i tabel 1.

Tabel 1. Bygningens data.











<b>Parametre, der fastholdes</b>	<b>Værdi</b>	
Etageareal	3000 m <sup>2</sup>	
Etagehøjde	3.6 m	
<b>Parametre, der varierer</b>	<b>Referenceværdi</b>	<b>Variation</b>
Etageantal	3	Fra 1 til 6
Form	Rektangulær	Ingen med enkelt undtagelse
Bredde x længde	14 m x 71.4 m	Fra 8m x 125m til 20m x 50m
Vinduesandel af ydervægsarealet		30%, 60% og 90%

For et fastholdt samlet etageareal er bygningens form varieret på to forskellige måder:







- For en bygning med 3 etager på hver 1000 m<sup>2</sup> varierer bredden fra 8 m til 20 m.
- For en bygning med et samlet etageareal på 3000 m<sup>2</sup> og en bredde på 14 m varierer etageantallet fra 1 til 6.

Disse forskellige bygningsforme er vist i tabel 2 og 3 sammen med et par ekstra udformninger med facadespring.

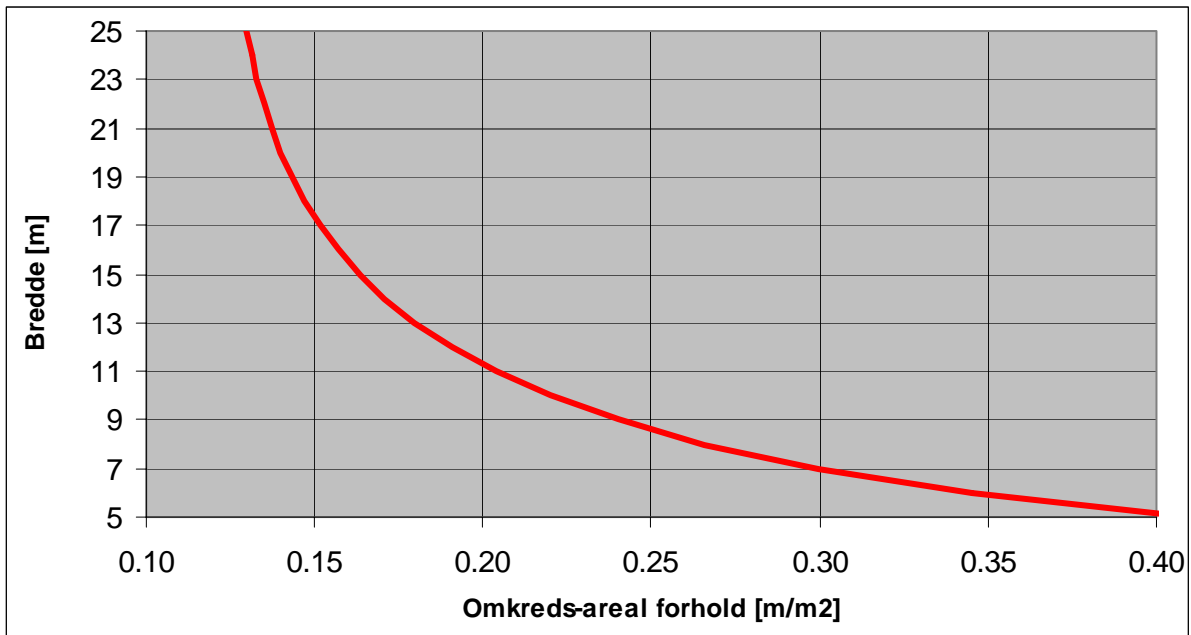
Tabel 2. Tabellen viser de forskellige geometrier der fremkommer ved variation af bygningens længde, når arealet for én etage fastholdes på 1000 m<sup>2</sup>. Grundplanerne med spring i facaden, samt grundplanet med 2 bygninger har til hensigt at vise hvorledes et mindre kompakt grundplan vil forøge omkreds-areal forholdet.

Geometri af grundplan	Mål [b x l]	Omkreds-areal forhold [m/m <sup>2</sup> ]
	20 x 50 m	0.14
	18 x 55.5 m	0.15
	16 x 62.5 m	0.16
	14 x 71.4 m	0.17
	14 x 71.4 m, med spring i facade	0.23
	2 bygninger, hver på 14 x 35.7 m	0.20
	12 x 83.3 m	0.19
	10 x 100 m	0.22
	8 x 125 m	0.27
	8 x 125 m, med spring i facade	0.38

Tabel 3. Tabellen viser de forskellige geometrier der fremkommer ved variation af etageantallet, når det samlede etageareal fastholdes på 3000 m<sup>2</sup>, og bredden fastholdes på 14m.

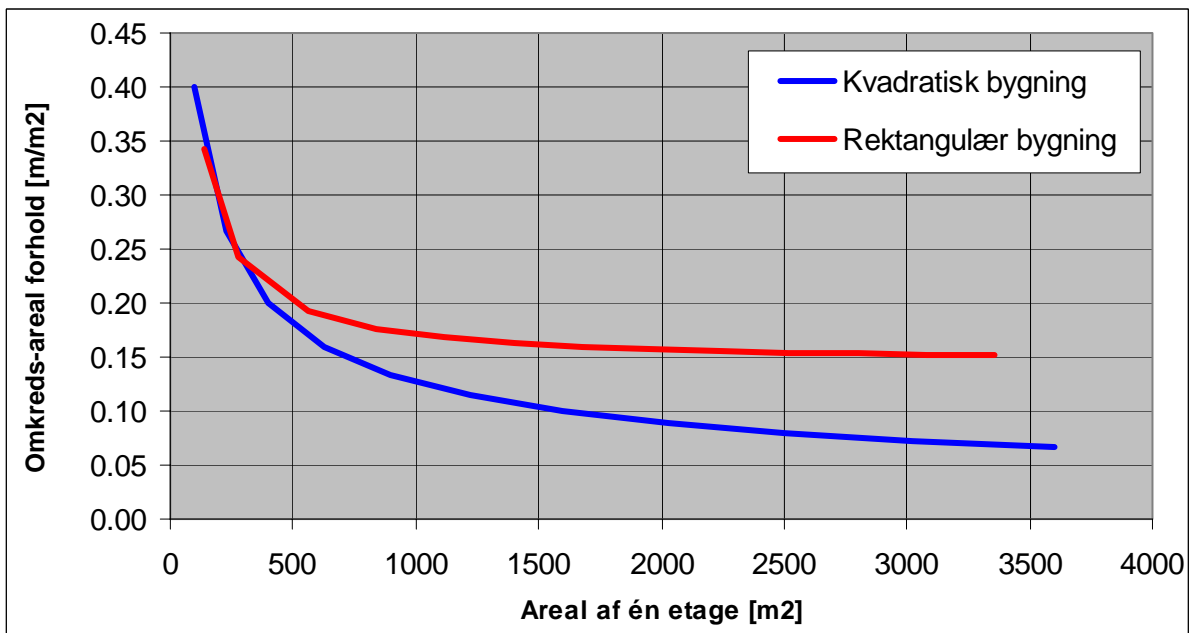
Facade	Mål [h x b]	Omkreds-areal forhold [m/m <sup>2</sup> ]
	3.6 x 214.3 m (1 etage)	0.15
	7.2 x 107.1 m (2 etager)	0.16
	10.8 x 71.4 m (3 etager)	0.17
	14.4 x 53.6 m (4 etager)	0.18
	18.0 x 42.9 m (5 etager)	0.19
	21.6 x 35.7 m (6 etager)	0.20

I figur 1 er vist bredden af en rektangulær bygning som funktion af forholdet mellem bygningens omkredsen og arealet af én etage. Omkreds-arealforholdet kan benyttes generelt til sammenligning af bygninger med samme areal og etageantal men med vilkårlig udformning.



Figur 1. Bredden af en rektangulær bygning, for forskellige geometrier. Arealet af én etage antages at være 1000 m<sup>2</sup>.

Hvis arealet af én etage varieres fås forskellige omkreds-arealforhold. Dette er vist på figur 2 for en kvadratisk bygning og en rektangulær bygning med en bredde på 14 m.



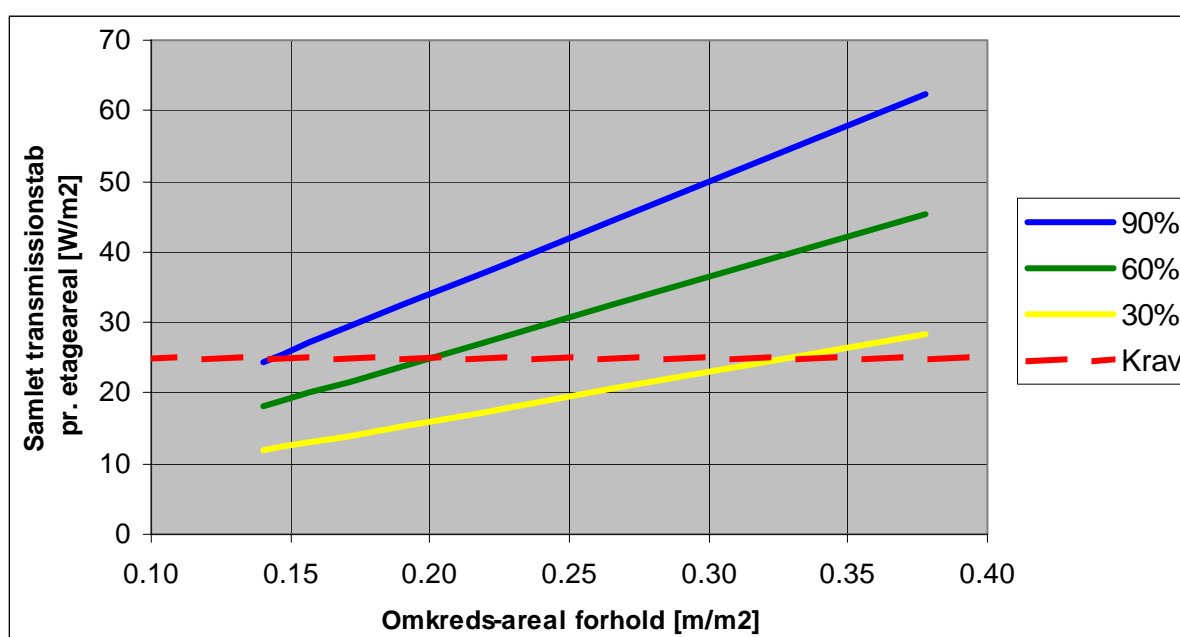
Figur 2. Omkreds-areal forhold for forskellige arealer pr. etage. Den rektangulære bygning antages at være 14m bred.

Bygningens transmissionskoefficienter er valgt svarende til niveauerne for renovering og tilbygninger. For de relevante bygningsdele er isoleringsniveau, transmissionskoefficienter og dimensionerende temperaturforskelle angivet i tabel 4.

Klimaskærmsdel	Typisk isoleringstykkelse	Varmetransmissionskoefficient	Dimensionerende temperaturdifferens
Loft	250 mm	0.15 W/m <sup>2</sup> K	32°C
Vægge	225 mm	0.20 W/m <sup>2</sup> K	32°C
Vinduer		1.50 W/m <sup>2</sup> K	32°C
Terrændæk	200 mm	0.15 W/m <sup>2</sup> K	10°C
Linjetab langs fundament		0.15 W/mK	32°C

Tabel 4. Isoleringsniveau, transmissionskoefficienter og dimensionerende temperaturforskelle for de relevante bygningsdele.

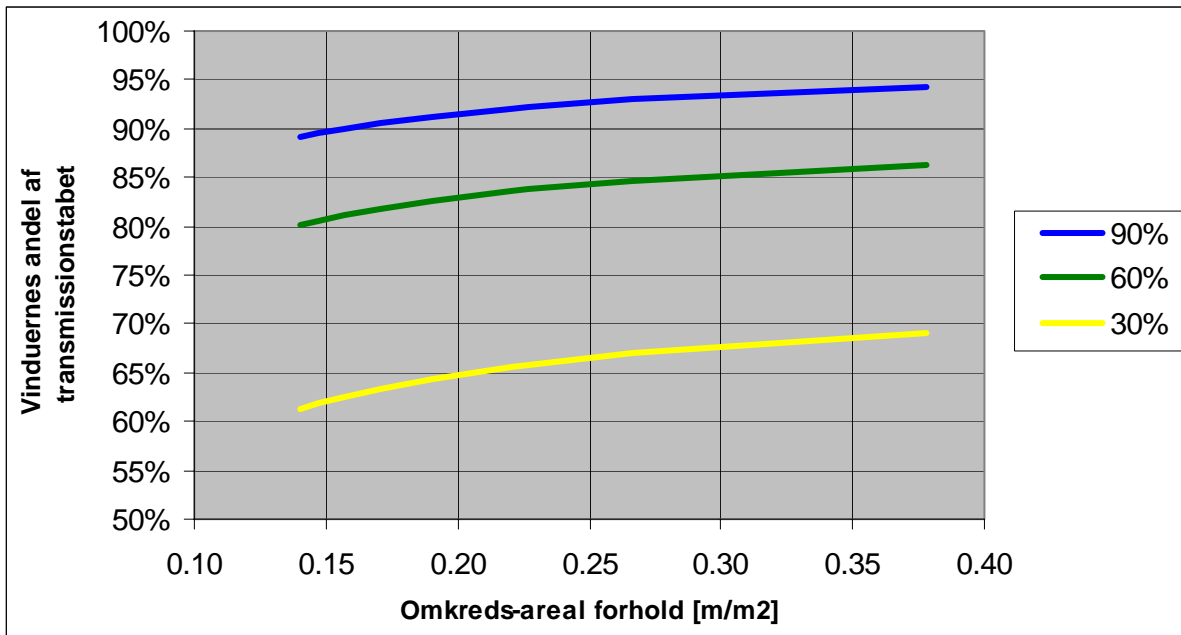
Det dimensionerende transmissionstab er udregnet for bygningen med 3 etager og varierende omkreds-arealforhold. Samtidig er vinduesandelen af ydervæggen varieret svarende til vinduesbånd med en højde på 1 m (30%) og 2 m (60%) samt glasfacade (90%). Resultaterne er vist på figur 3.



Figur 3. Samlet transmissionstab pr. etageareal, for varierende geometri og vinduesandel. Resultaterne gælder for en bygningen på 3 etager, hvis vinduer har en U-værdi på 1.5 W/m<sup>2</sup>K.

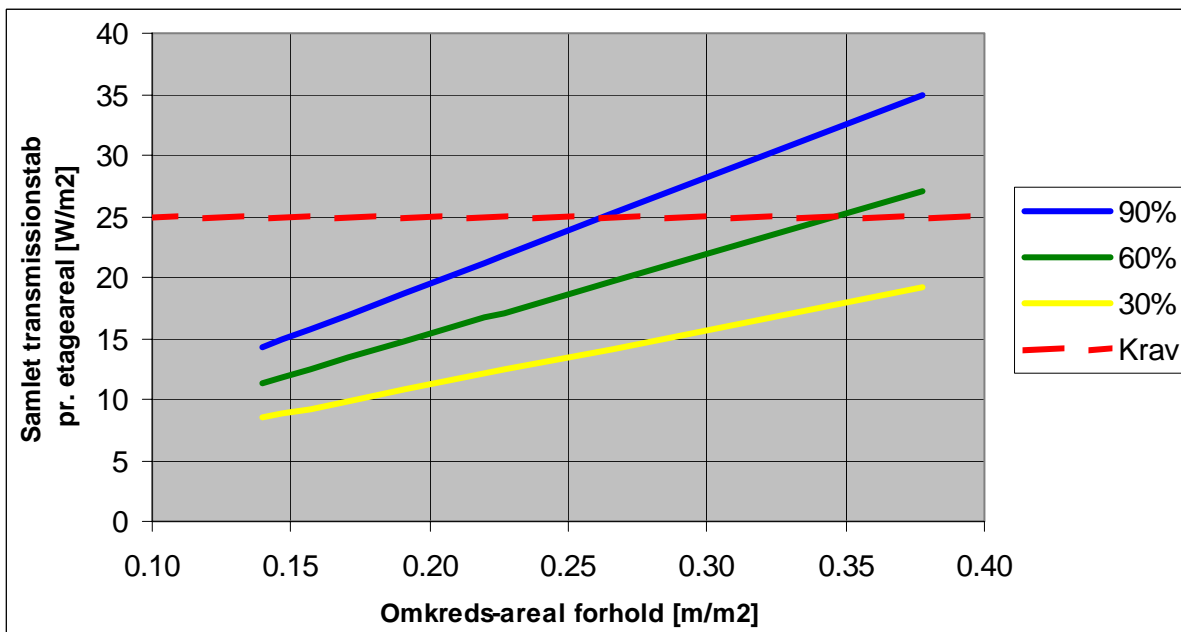
Det ses af figur 3 at kravet til det dimensionerende transmissionstab på 25 W/m<sup>2</sup> netop kan overholdes for en vinduesandel på 60 % og et omkreds-arealforhold på 0,2. Af figur 1 ses at et omkreds-arealforhold på 0,2 svarer til en rektangulær bygning med en bredde på 11 m.

På figur 4 er transmissionstabet for vinduerne angivet i procent af hele transmissionstabet. Det ses at vinduer er ansvarlige for langt den største del af hele transmissionstabet. Dette skyldes især at de har en transmissionskoefficient, de er ca. 10 gange større end de isolerede klimaskærmsdele. Det skal bemærkes at vinduerne er baseret på 2-lags energiruder.



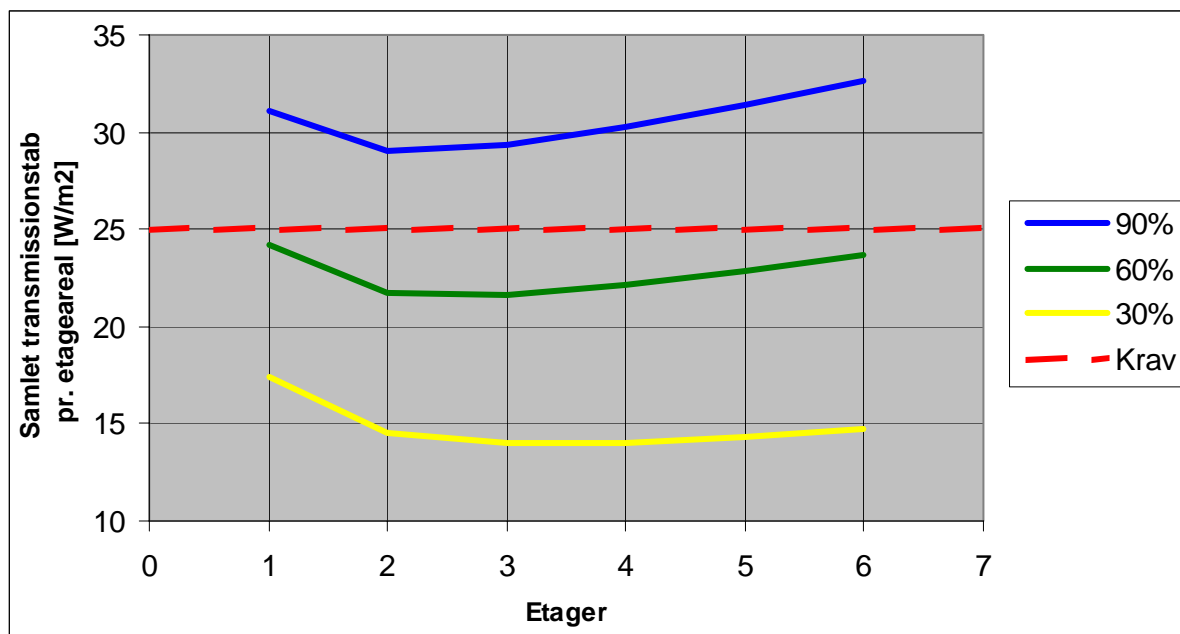
Figur 4. Vinduernes andel af det samlede transmissionstab, for varierende geometri og vinduesandel. Resultaterne gælder for en bygningen på 3 etager, hvis vinduer har en U-værdi på 1.5 W/m<sup>2</sup>K.

Ved at benytte 3-lags energiruder og bedre ramme/karmprofiler kan U-værdien komme ned på 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Der findes en række vinduesproducenter, der har dokumenteret dette på hjemmesiden [www.passiv.de](http://www.passiv.de). Ved at benytte vinduer med denne lavere U-værdi kan transmissionstab for hele bygningen som vist på figur 5 reduceres betydeligt. Med de bedre vinduer kan bygninger med glasfacader med en glasandel på 90% komme ned under grænsen for transmissionstab.



Figur 5. Samlet transmissionstab pr. etageareal, for varierende geometri og vinduesandel. Resultaterne gælder for en bygningen på 3 etager, hvis vinduer har en U-værdi på 0.8 W/m<sup>2</sup>K.

Det dimensionerende transmissionstab er udregnet for bygningen med en bredde på 14 m og forskellige antal etager. Resultatet er vist på figur 6. Det ses at antallet af etager har relativ lille betydning. Samtidig ses det igen at glasfacader med 90 % glasandel forudsætter brug af bedre vinduer eller en reduktion af transmissionskoefficienten for andre bygningsdele.



Figur 6. Samlet transmissionstab pr. etageareal, for varierende antal etager og vinduesandel. Resultaterne gælder for en 14m bred bygning.

### Konklusion

Det er med eksemplet vist at de nye krav til bygnings dimensionerende transmissionstab på  $25 \text{ W/m}^2$  kan opfyldes uden større problemer når blot der anvendes klimaskærmskonstruktioner med transmissionskoefficienter svarende til bygningsreglementets krav til renovering.

Hvis der anvendes glasfacader med en glasandel af ydervæggen på 90 % eller hvis der er mange facadespring vil der være behov for at kompensere for dette ved anvendelse af bedre isolerende vinduer og klimaskærmskonstruktioner.

Det er med enkle diagrammer vist hvordan man kan formgive bygninger og vælge vinduesarealer som vil kunne opfylde kravet til det dimensionerende transmissionstab.