

SBF BY A07012

RAPPORT

Vinduer og nye energikrav

Revidert rapport fra november 2006

Marit Thyholt

www.sintef.no

SINTEF Byggeforsk

Mai 2007





SINTEF Byggforsk AS
Arkitektur og byggteknikk

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøk: Alfred Getz vei 3
Telefon: 40 00 67 22
Telefaks: 73 59 82 85

Foretaksregisteret: NO 989 015 540 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Vinduer og nye energikrav.
Revidert rapport fra november 2006**

FORFATTER(E)

Marit Thyholt

OPPDRAGSGIVER(E)

Glassbranseforbundet i Norge

RAPPORTNR. SBF51 A07012	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Sverre Tangen	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 978-82-536-0952-2	PROSJEKTNR. 3B0014.01	ANTALL SIDER OG BILAG 10 +1 sider
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Marit Thyholt	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Inger Andresen
ARKIVKODE	DATO 2007-05-04	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Siri Hunnes Blakstad	

SAMMENDRAG

Denne rapporten beskriver en analyse av energibehovet for et småhus på 160 m² oppvarmet bruksareal, hvor målet er å undersøke om det er mulig å benytte vinduer med karm og ramme uten isolert kjerne, og samtidig oppnå et årlig energibehov lik eller under energirammen for småhus. En forutsetning for analysen er det skal det benyttes lukkevinduer med tolags ruter (med lavemisjonsbelegg og argonfylling) samt fastvinduer med trelags ruter (med to lavemisjonsbelegg og argonfylling). Det skal heller ikke være nødvendig med kompenserende tiltak på andre bygningsdeler eller installasjoner for å overholde energirammen. Det er også et mål at gjennomsnittlig U-verdi bør ligge rundt 1,2 W/m²K. Denne U-verdien tilsvarer grunnlaget for nye energirammer i revidert TEK, samt er i henhold til kravnivået i energitiltaksmetoden i revidert TEK.

For at en løsning med lukkevinduer med tolags ruter (ett lavemisjonsbelegg og argonfylling) og fastvinduer med trelagsruter (to lavemisjonsbelegg og argonfylling) ikke skal bidra til høyere energibehov enn energirammen for småhus, må vindusarealet bestående av store fastvinduer, dvs 2,0 m x 2,0 m, utgjøre 40 % av det samlede vindusarealet. Forutsetningen er da at samlet areal for vinduer og dører utgjør 20 % av oppvarmet bruksareal. Vindusarealet må også i stor grad ha solrik orientering. Dersom det forutsettes 20 mm ekstra treverk i karmen og rammer, samt noe lavere U-verdi for ruten i fastvinduet, reduseres behovet for store fastvinduer til 27 % av vindusarealet. Dersom samlet dør- og vindusareal reduseres til 15 % av oppvarmet bruksareal, er det i prinsippet ikke behov for store fastvinduer med lav U-verdi for å tilfredsstille energikravet (energirammen).

Konklusjonen gjelder med de forutsetningene som er lagt til grunn for analysen. Andre løsninger, for eksempel en mer energieffektiv bygningsform, mer energieffektive løsninger for andre bygningsdeler eller installasjoner osv, vil kunne gi andre resultater. Bruk av metoden "Energitiltak" ved dokumentasjon av bygningens energieffektivitet, vil også kunne gi noe andre resultater.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Energi	Energy
GRUPPE 2	Forskrifter	Regulations
EGENVALGTE	Vinduer	Windows

INNHold

1	BAKGRUNN OG MÅLSETNING	3
2	METODE	3
3	U-VERDIER OG SOLFAKTOR FOR VINDUER	4
4	BEREGNINGSRESULTATER	6
5	KONKLUSJON	10
	VEDLEGG	11

1 Bakgrunn og målsetning

Den 1. februar 2007 ble det innført nye energikrav i tekniske forskrifter fra 1997. Nye energikrav (revidert TEK 1997) innebærer en vesentlig skjerping sammenlignet med kravene fra 1997.

De nye energikravene innebærer en gjennomsnittlig U-verdi på 1,2 W/m²K for vinduer, glassfelt og dører. Enkelte vinduer, glassfelt og dører kan imidlertid ha høyere U-verdi, dersom de øvrige har lavere U-verdi. Høyere U-verdi tillates også dersom økt varmetap kompenseres med andre tiltak på bygningskroppen og installasjoner slik at det samlede varmetapet ikke øker.

Denne rapporten beskriver en analyse av energibehovet for et småhus på 160 m² oppvarmet bruksareal, hvor målet er å undersøke om det er mulig å benytte vinduer med karm og ramme uten isolert kjerne, og samtidig oppnå et årlig energibehov lik eller under energirammen for småhus. En forutsetning for analysen er det skal det benyttes lukkevinduer med tolags ruter (med lavemisjonsbelegg og argonfylling) samt fastvinduer med trelags ruter (med to lavemisjonsbelegg og argonfylling). Det skal ikke være nødvendig med kompenserende tiltak på andre bygningsdeler eller installasjoner for å overholde energirammen. Det er også et mål at gjennomsnittlig U-verdi for vinduene bør ligge rundt 1,2 W/m²K. I en av delanalysene er det imidlertid sett på hvilken kombinasjon av lukkevinduer og fastvinduer, samt hvilken gjennomsnittlig U-verdi for vinduer, som vil kunne være mulig dersom det benyttes mindre dør- og vindusareal enn i grunnlaget for energirammen.

Rapporten er en revisjon av rapport fra november 2006. I revidert rapport er den endelige energirammen for småhus lagt til grunn for analysene. I tillegg er det blant annet sett på effekten av å benytte 20 mm økt tykkelse på karm og ramme, samt mindre dør- og vindusareal.

2 Metode

I energiberegningene er det benyttet samme boligmodell som er benyttet i beregningsunderlaget for energirammen for småhus i revidert teknisk forskrift. I denne modellen er det forutsatt at vindus- og dørarealet samlet utgjør 20 % av oppvarmet bruksareal, dvs 20 % av 160 m².

U-verdier for vinduene er beregnet i forhold til faktisk størrelse, og basert på beregningsmetoden gitt i EN ISO 10077-1 fra 2006.

Energiberegningene er foretatt med simuleringsprogrammet Energi i bygninger fra Programbyggerne, tilsvarende som for energirammeberegningene. Beregningene er foretatt for Oslo-klima. U-verdier for glassruter er hentet fra Pilkington¹.

Energirammen for et småhus på 160 m² er 135 kWh/m² per år². I vedlegg er det vist til hvilke energisparetiltak som ligger til grunn for energirammen for småhus. Tilsvarende energisparetiltak gjelder også når det dokumenteres etter metoden ”Energiltak” i revidert teknisk forskrift.

¹ Programmet Spectrum. Gir noe høyere solfaktorer enn Pilkingtons glassfakta fra 2004, som ble benyttet i rapporten fra 2006. Programmet Spectrum gir også U-verdier med kun én desimal.

² I den første rapporten var det lagt til grunn en energiramme på 129 kWh/m² per år. Denne (foreløpige) energirammen forutsatte en lufttetthet på 1,5 luftskifter ved 50 Pa trykkdifferanse mellom inne og ute. I endelig energiramme på 135 kWh/m² for et småhus på 160 m² (fra 1. februar 2007) ligger i praksis til grunn en lufttetthet på 2,5 luftskifter per time ved 50 Pa.

3 U-verdier og solfaktor for vinduer

U-verdien for et vindu avhenger av type karm og ramme, rutetype, type forsegling i ruten samt vindusarealet og arealet på de ulike komponentene.

U-verdien for vinduer kan i henhold til EN ISO 10077-1 beregnes etter likning (1).

$$U_w = \frac{\Sigma A_g \cdot U_g + \Sigma A_f \cdot U_f + \Sigma l_g \cdot \Psi_g}{\Sigma A_g + \Sigma A_f} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad (1)$$

der

A_g er arealet av lysåpningen (m^2)

A_f er arealet av karm og ramme, eventuelt også gjennomgående sprosser (m^2)

l_g er omkretsen av lysåpningen (m)

U_g er varmgjennomgangskoeffisient for ruten ($\text{W/m}^2\text{K}$)

U_f er varmgjennomgangskoeffisient for karm og ramme, eventuelt gjennomgående sprosser ($\text{W/m}^2\text{K}$)

Ψ_g er den lineære varmgjennomgangskoeffisienten som følge av de kombinerte termiske effektene av rute, avstandsskinne og karm. For trevinduer med avstandsskinner i aluminium og stål (ikke rustfritt) utgjør dette kanttillegget 0,08 W/mK. For trevinduer med avstandsskinner med økte varmeisolerende egenskaper (kriterier gitt i EN ISO 10077-1 fra 2006), utgjør kanttillegget 0,06 W/mK.

I denne rapporten er det forutsatt bruk av både lukkevinduer og fastvinduer. To ulike tykkelser for karm og ramme er benyttet, og det skiller derfor mellom Alternativ A ("vanlig" tykkelse) og Alternativ B (økt tykkelse på karm og ramme).

Alternativ A

Karm og eventuelt ramme er utført på tradisjonelt vis, dvs uten isolert kjerne og med "vanlig" tykkelse.

Tykkelsen (eller dybden) på karmen for fastvinduet utgjør 92 mm. For lukkevinduet utgjør tykkelsen på rammen 66 mm, og for karmen 92 mm. Gjennomsnittlig tykkelse for karm og ramme for lukkevinduet, beregnet i henhold til reglene i EN ISO 10077-1, utgjør 79 mm. På grunnlag av disse målene er U-verdien for fastkarm, og for karm og ramme for lukkevinduet henholdsvis lik 1,58 og 1,66 $\text{W/m}^2\text{K}$ i henhold til EN ISO 10077-1, del D.3.

For lukkevinduet utgjør høyde på karm og rammen 100 mm, mens høyden for fastvinduet utgjør 50 mm.

For glassruten i lukkevinduet er det forutsatt tolags glass, hvorav ett glass med lavemisjonsbelegg med emisjonsfaktor 0,03. Hulrommet er forutsatt fylt med 90 % argon, og med hulromstykkelser 16 mm. U-verdi i senter for denne ruten er i henhold til Pilkington $U_g=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

For glassruten i fastvinduet er det forutsatt trelags glass, hvorav to glass med lavemisjonsbelegg med emisjonsfaktor 0,03. Hulrommene er forutsatt fylt med 90 % argon, og med hulromstykkelser 12 mm. U-verdi i senter av ruten med 12 mm hulrom er i henhold til Pilkington $U_g=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. U-verdiene i beregningsverktøyet er oppgitt med kun én desimal.

For tolagsruten er det forutsatt bruk av isolerende avstandsskinne, eksempelvis SuperSpacer³ eller en spacer av rustfritt stål. For trelagsruten er det forutsatt avstandsskinne i aluminium eller stål (ikke rustfritt). Kanttillegget (Ψ_g) er gitt i henhold til EN ISO 10077-1.

Basert på likning (1) og opplysningene over om de ulike komponentene i vinduet, vil U-verdien for vinduer med ulike arealer bli som vist i Tabell 1. Det er her benyttet to desimaler for U-verdi for karm og ramme, samt for hele vinduet. For lukkevinduer er det benyttet tre ulike størrelser. Utgangspunktet for analysene er et lukkevindu på 1,2 m x 1,2 m. For at totalt dør- og vindusareal skal samlet utgjøre 20 % eller 15 % av oppvarmet bruksareal, må det også benyttes et mindre vindu i tillegg til ”basisvinduet”. Alle fastvinduer er gitt størrelsen 2,0 m x 2,0 m.

Tabell 1. U-verdi for trevinduer i Alternativ A

	Vindusareal (m ²)			
	1,2 m x 1,2 m	0,8 m x 1,2 m	0,6 m x 0,6 m	2,0 m x 2,0 m
	Lukkevidu 16 mm hulrom Tolags rute	Lukkevidu 16 mm hulrom Tolags rute	Lukkevidu 16 mm hulrom Tolags rute	Fastvidu 12 mm hulrom Trelags rute
Høyde karm og ramme	100 mm	100 mm	100 mm	50 mm
Bredde vindu	1,2 m	0,8 m	0,6 m	2,0 m
Høyde vindu	1,2 m	1,2 m	0,6 m	2,0 m
Areal vindu (A_w)	1,44 m ²	0,96 m ²	0,36 m ²	4,0 m ²
Areal karm og ramme (A_f)	0,44 m ²	0,36 m ²	0,20 m ²	0,39 m ²
Areal glass (A_g)	1,00 m ²	0,60 m ²	0,16 m ²	3,61 m ²
Omkrets lysåpning (l_g)	4,0m	3,2 m	1,6 m	7,6 m
U-verdi karm og ramme (U_f)	1,66 W/m ² K	1,66 W/m ² K	1,66 W/m ² K	1,58 W/m ² K
U-verdi senter i glassrute (U_g)	1,1 W/m ² K	1,1W/m ² K	1,1W/m ² K	0,7 W/m ² K
Kanttillegg (Ψ_g)	0,06 W/mK	0,06 W/mK	0,06 W/mK	0,08 W/mK
U-verdi vindu (U_w)	1,44 W/m ² K	1,53 W/m ² K	1,68 W/m ² K	0,94 W/m ² K

For tolagsruten med ett lavemisjonsbelegg (Pilkington Optitherm S3, $\varepsilon=0,03$) er solfaktoren i henhold til Pilkington Spectrum beregningsverktøy (2007) $g_w=0,61$. For trelagsruten med to lavemisjonsbelegg er solfaktoren $g_w=0,50$.

³ Spacer av skummet silikon fra Edgetech, USA

Alternativ B

Som et alternativ forutsettes gjennomsnittlig tykkelse for karm og ramme 112 mm for fastvinduet og 99 mm for lukkevinduet. Dette er en økning på 20 mm sammenlignet med vinduene i Alternativ A. Heller ikke for disse vinduene benyttes isolerende materiale i karm og ramme. U-verdien for fastkarm, og for karm og ramme for lukkevinduet utgjør henholdsvis 1,38 og 1,48 W/m²K i henhold til EN ISO 10077-1, del D.3.

Det benyttes samme rutetyper som for Alternativ A, bortsett fra at det for trelagsruten benyttes 16 mm hulrom. U-verdi i senter av trelagsruten er i henhold til Pilkington $U_g=0,6$ W/m²K.

For både tolagsruten og trelagsruten er det forutsatt bruk av isolerende avstandsskinne, eksempelvis SuperSpacer eller en spacer av rustfritt stål.

U-verdier for ruter og vinduer er vist i tabell 2.

Tabell 2. U-verdi for trevinduer med økt tykkelse på karm og ramme

	Vindusareal (m ²)		
	1,2 m x 1,2 m	0,6 m x 0,6 m	2,0 m x 2,0 m
	Lukkevinu 16 mm hulrom Tolags rute	Lukkevinu 16 mm hulrom Tolags rute	Fastvinu 16 mm hulrom Trelags rute
Høyde karm og ramme	100 mm	100 mm	50 mm
Bredde vindu	1,2 m	0,6 m	2,0 m
Høyde vindu	1,2 m	0,6 m	2,0 m
Areal vindu (A_w)	1,44 m ²	0,36 m ²	4,0 m ²
Areal karm og ramme (A_f)	0,44 m ²	0,20 m ²	0,39 m ²
Areal glass (A_g)	1,00 m ²	0,16 m ²	3,61 m ²
Omkrets lysåpning (l_g)	4,0m	1,6 m	7,6 m
U-verdi karm og ramme (U_f)	1,48 W/m ² K	1,48 W/m ² K	1,38 W/m ² K
U-verdi senter i glassrute (U_g)	1,1 W/m ² K	1,1W/m ² K	0,6 W/m ² K
Kanttillegg (Ψ_g)	0,06 W/mK	0,06 W/mK	0,06 W/mK
U-verdi vindu (U_w)	1,38 W/m ² K	1,58 W/m ² K	0,79 W/m ² K

4 Beregningsresultater

I dette kapitlet er resultatene fra energiberegningene vist. For vindusløsning Alternativ A og Alternativ B utgjør samlet areal for vinduer og dører 20 % av oppvarmet bruksareal, tilsvarende som i beregningsgrunnlaget for energirammen for småhus. For Alternativ A beskrives i tillegg i hvilken grad et samlet dør- og vindusareal på 15 % av oppvarmet bruksareal vil påvirke kombinasjonen av lukkevinduer og fastvinduer. Dør- og vindusareal på 15 % vil ofte være mer representativt enn 20 % i småhus. Et dør- og vindusareal på henholdsvis 20 og 15 % av oppvarmet bruksareal innebærer et vindusareal på henholdsvis 30 og 22 m². Dørarealet er i begge tilfeller satt lik 2 m².

Alternativ A (20 % dør- og vindusareal)

Med de vindustypene som er valgt benyttet som grunnlag i Alternativ A, er det ved energiberegninger kommet fremt til et eksempel på løsning mht areal for vinduer og himmelorientering som kan bidra til energibehov tilsvarende energirammen for småhus. Denne vindusløsningen er vist i Tabell 3. I tabellen er også vindusløsningen forutsatt i energirammemodellen for småhus vist.

Tabell 3. Energibehov (totalt netto energibehov, inkludert alle energiposter) for alternativ A med 20 % dør- og vindusareal

Himmelorientering	Referanse: energirammemodellen, småhus på 160 m ²		Aktuell vindusløsning, Alternativ A	
	Vindusarealer	U-verdier og solfaktor.	Vindusarealer	U-verdier og solfaktor.
Fastvinduer mot sør	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 10 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,0 m² ; ett vindu å 2,0m x 2,0m	U _w =0,94 W/m ² K g _w =0,50
Lukkevinduer mot sør				5,8 m² ; fire vinduer å 1,2m x 1,2 m
Fastvinduer mot vest	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 6 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,0 m² ; ett vindu 2,0m x 2,0m	U _w =0,94 W/m ² K g _w =0,50
Lukkevinduer mot vest				2,9 m² ; To vinduer å 1,2m x 1,2 m
Fastvinduer mot øst	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 6 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,0 m² ; ett vindu 2,0m x 2,0m	U _w =0,94 W/m ² K g _w =0,50
Lukkevinduer mot øst				4,3 m² ; tre vinduer å 1,2m x 1,2 m
Lukkevinduer mot nord	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 10 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	5,1 m² ; tre vinduer 1,2m x 1,2 m, ett vindu 0,8 m x 1,0 m	U _w =1,44 W/m ² K, g _w =0,61 for tre vinduer og U _w =1,53 W/m ² K, g _w =0,61 for ett vindu
Snitt U-verdi	-	1,2 W/m ² K	-	1,2 W/m ² K (1,24 W/m ² K)
Snitt solfaktor	-	g _w =0,61	-	0,57
Totalt vindusareal (ekskl. dørareal)	30 m ²	-	30,1 m ²	-
Totalt areal med vinduer med trelagsruter (fastvinduer)	-	-	12 m ² (40 % av vindusarealet)	-
Årlig energibehov	135 kWh/m ²	-	-	135 kWh/m ²

Fra Tabell 3 fremkommer det at nødvendig areal med fastvinduer (U-verdi 0,94 W/m²K) må utgjøre 12 m², eller 40 % av det samlede vindusarealet, for at energikravet skal tilfredsstilles med de vindustypene og størrelsene på vinduene som er lagt til grunn for beregningene.

Alternativ A (15 % dør- og vindusareal)

I energirammene gitt i revidert teknisk forskrift er det forutsatt at samlet areal for vinduer, dører utgjør 20 % av oppvarmet bruksareal. Dersom dette arealet er mindre i det bygget som skal dokumenteres, kan høyere gjennomsnittlig U-verdi for vinduer benyttes. I tabell 4 er det vist hvilken kombinasjon av fastvinduer og lukkevinduer som vil kunne være mulig når det forutsettes at samlet areal for vinduer og dører utgjør 15 % av oppvarmet bruksareal. Tabellen viser samtidig hvilken gjennomsnittlig U-verdi for vinduer denne løsningen representerer.

Tabell 4. Energibehov (totalt netto energibehov, inkludert alle energiposter) for alternativ A med 15 % dør- og vindusareal

Himmelorientering	Referanse: energirammemodellen, småhus på 160 m ²		Aktuell vindusløsning, Alternativ A	
	Vindusarealer	U-verdier og solfaktor.	Vindusarealer	U-verdier og solfaktor.
Lukkevinduer mot sør	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 10 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	7,2 m² ; fem vinduer å 1,2m x 1,2 m	U _w =1,44 W/m ² K g _w =0,61
Lukkevinduer mot vest	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 6 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	5,8 m² ; fire vinduer å 1,2m x 1,2 m	U _w =1,44 W/m ² K g _w =0,61
Lukkevinduer mot øst	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 6 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,3 m² ; tre vinduer å 1,2m x 1,2 m	U _w =1,44 W/m ² K g _w =0,61
Lukkevinduer mot nord	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 10 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,7 m² ; tre vinduer 1,2m x 1,2 m, ett vindu 0,6 m x 0,6 m	U _w =1,44 W/m ² K, g _w =0,61 for tre vinduer og U _w =1,68 W/m ² K, g _w =0,61 for ett vindu
Snitt U-verdi	-	1,2 W/m ² K	-	1,4 W/m ² K (1,44 W/m ² K)
Snitt solfaktor	-	g _w =0,61	-	0,61
Totalt vindusareal	30 m ²	-	22,0 m ²	-
Totalt areal med vinduer med trelagsruter	-	-	I prinsippet ikke behov for fastvinduer med lave U-verdier	-
Årlig energibehov	135 kWh/m ²	-	-	135 kWh/m ²

Når det forutsettes at dør- og vindusareal ikke utgjør mer enn 15 % av oppvarmet bruksareal, vil det i prinsippet ikke være nødvendig med store fastvinduer for at energikravet (energirammen) skal være tilfredsstillt. Gjennomsnittlig U-verdi for vinduene vil samtidig kunne være 1,4 W/m²K.

Alternativ B

I tabell 5 er energibehovet for det samme småhuset vist, men med vindusløsning i henhold til Alternativ B. Dette alternativet innebærer økt tykkelse på karm og ramme (+ 20 mm), samt 16 mm hulrom og isolert avstandsskinne i trelagsruten.

Tabell 5. Energebbehov (totalt netto energibehov, inkludert alle energiposter) for alternativ B med 20 % dør- og vindusareal

Himmelorientering	Referanse: energirammemodellen, småhus på 160 m ²		Aktuell vindusløsning, Alternativ B	
	Vindusarealer	U-verdier og solfaktor.	Vindusarealer	U-verdier og solfaktor
Fastvinduer mot sør	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 10 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,0 m² ; ett vindu å 2,0m x 2,0m	U _w =0,79 W/m ² K g _w =0,50
Lukkevinduer mot sør				5,8 m² ; fire vinduer å 1,2m x 1,2 m
Fastvinduer mot vest	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 6 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	4,0 m² ; ett vindu 2,0m x 2,0m	U _w =0,79 W/m ² K g _w =0,50
Lukkevinduer mot vest				2,9 m² ; to vinduer å 1,2m x 1,2 m
Lukkevinduer mot øst	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 6 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	7,2 m² ; fem vinduer å 1,2m x 1,2 m	U _w =1,38 W/m ² K g _w =0,61
Lukkevinduer mot nord	Type vindu ikke spesifisert. Vindus- og dørareal 10 m ²	1,2 W/m ² K i snitt g _w =0,61	6,1 m² ; fire vinduer 1,2m x 1,2 m, ett vindu 0,6 m x 0,6 m	U _w =1,38 W/m ² K g _w =0,61 for fire vinduer og U _w =1,58 W/m ² K, g _w =0,61 for ett vindu
Snitt U-verdi	-	1,2 W/m ² K	-	1,2 W/m ² K (1,22) W/m ² K)
Snitt solfaktor	-	g _w =0,61	-	0,58
Totalt vindusareal	30 m ²	-	30,0 m ²	-
Totalt areal med vinduer med trelagsruter	-	-	8 m ² (27 %)	-
Årlig energibehov	135 kWh/m ²	-	-	135 kWh/m ²

Sammenlignet med Alternativ A ("vanlige" karm og rammer) viser tabell 5 at behovet for store fastvinduer reduseres fra 12 m² til 8 m².

5 Konklusjon

For at en løsning med lukkevinduer med tolags ruter (ett lavemisjonsbelegg og argonfylling) og fastvinduer med trelagsruter (to lavemisjonsbelegg og argonfylling) ikke skal bidra til høyere energibehov enn energirammen for småhus, må vindusarealet bestående av store fastvinduer, dvs 2,0 m x 2,0 m, utgjøre 40 % av det samlede vindusarealet. Forutsetningen er da at samlet areal for vinduer og dører utgjør 20 % av oppvarmet bruksareal. En vesentlig andel av vindusarealet er også forutsatt mot solrik orientering. Dersom det forutsettes 20 mm ekstra treverk i karmen og rammer, samt noe lavere U-verdi for ruten i fastvinduet, reduseres behovet for store fastvinduer til 27 % av vindusarealet. Dersom samlet dør- og vindusareal reduseres til 15 % av oppvarmet bruksareal, er det i prinsippet ikke behov for store fastvinduer med lav U-verdi for å tilfredstille energikravet (energirammen).

Konklusjonen gjelder med de forutsetningene som er lagt til grunn for analysen. Andre løsninger, for eksempel en mer energieffektiv bygningsform, mer energieffektive løsninger for andre bygningsdeler eller installasjoner osv, vil kunne gi andre resultater. Bruk av metoden "Energiltak" ved dokumentasjon av bygningens energieffektivitet, vil også kunne gi noe andre resultater.

Vedlegg

Under gis en oversikt over kravnivået for småhus i revidert teknisk forskrift fra 1997 i henhold til dokumentasjonsmetoden ”Energiltak”. Tilsvarende energiltak ligger til grunn for energirammen for småhus.

- Samlet glass-, vindus- og dørareal: maksimalt 20 % av bygningens oppvarmede BRA
- U-verdi yttervegg: 0,18 W/m²K
- U-verdi tak: 0,13 W/m²K
- U-verdi gulv på grunn og mot det fri: 0,15 W/m²K
- U-verdi glass/vindu/dør: 1,2 W/m²K
- Normalisert kuldebroverdi: 0,03 W/m²K (BRA) for småhus
- Lufttetthet: 2,5 luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell for småhus
- SFP faktor: 2,5 kW/(m³s) for bolig (hele døgnet)
- Automatisk utvendig solavskjermingsutstyr eller andre tiltak for å oppfylle krav til termisk komfort uten bruk av lokalkjøling
- Natt- og helgesenking av innetemperatur (innebærer bruk av utstyr som gjør temperatursenking mulig)

Alle U-verdier gjelder som gjennomsnitt for bygningsdelen. Det kan gjøres avvik fra de enkelte energiltakene dersom det vises at byggets varmetap likevel ikke øker.