

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet omtaler vinduer i boliger og redegjør for egenskaper som har betydning for energibehov og inneklime. Bladet viser hvor stort varmetapet ut gjennom vinduene kan bli og hvor mye energitilskudd fra sola man kan utnytte med ulike rutetyper. Bladet skal gi grunnlag for å gjøre et fornuftig valg av vinduer og rutetyper i boliger.

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

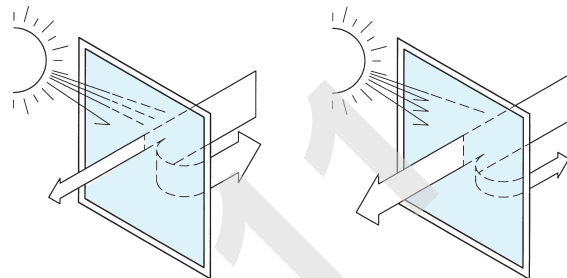
NS 3031 Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon
prEN ISO 10077-1 Windows, doors and shutters – Thermal transmittance – calculation method – Part 1: Windows and doors

Planløsning:

220.115 Dagslysbehov i bygninger

Byggdetaljer:

- 421.501 Temperaturforhold og lufthastighet. Betingelser for termisk komfort
- 421.602 Dagslys. Egenskaper og utnyttelse
- 471.018 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Krav til hver enkelt bygningsdel
- 471.019 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Varmetapsrammer
- 471.020 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Energirammer
- 471.111 Beregningsmetode for å unngå kondens eller muggvekst på innvendige overflater
- 472.308 Beregning av årlig energibehov i småhus etter NS 3031
- 472.411 Solstrålingsdata for energi- og effektberegninger
- 533.102 Vinduer. Typer, funksjoner og egenskaper
- 533.109 Lydisolasjonsegenskaper til vinduer
- 533.163 Solskjerming
- 571.953 Forseglede ruter
- 571.954 Forseglede ruter med spesielt god varmeisolasjon



1 Krav til vinduer

11 Bakgrunn

Varmetapet gjennom vinduene i en ny bygning er omtrent like stort som gjennom golv, vegger og tak til sammen. Samtidig kan energitilskuddet fra solstrålingen inn gjennom vinduene redusere energibehovet for oppvarming med mellom 30 og 50 %. Valg av vindus- og rutetype har derfor stor betydning for bygningens energibehov. Egenskapene til vindusruter avhenger sterkt av strålingsegenskapene til glasset og eventuelle overflatebelegg. Valg av vindusruter innebærer derfor en avveining mellom de ulike egenskapene. For boliger er det vanligvis viktigst å legge vekt på lavt varmetap (dvs. vinduets U-verdi) og rutas totale soltransmisjon (dvs. solfaktoren). Rutevalget har imidlertid også betydning for lysgjennomgangen, rommenes varmekomfort og faren for kondens.

12 Generelle krav

Ut fra ønsket om lavt energibehov og godt inneklime skal et vindu:

- slippe inn mest mulig dagslys
- slippe ut minst mulig varme
- slippe inn solstråling som kan redusere oppvarmingsbehovet
- reflektere solstråling som forårsaker overoppvarming

- ikke forårsake trekkproblemer eller gi dårlig varme-komfort
 - ikke forårsake uakseptabel kondens
- Andre viktige egenskaper til vinduer er omtalt i Byggdetaljer 533.102.

13 Krav i teknisk forskrift

- 131 *Energi.* I TEK § 8-21 er det stilt alternative krav til effekt- og energibehov i bygninger. Samlet varmetap skal enten ligge innenfor en gitt *varmetapsramme*, eller så skal beregnet energibehov ligge innenfor en gitt *energiramme*, se Byggdetaljer 471.018, 471.019 og 471.020.

Ved beregning med varmetapsrammer tar man bare hensyn til varmetapet, dvs. U-verdi og tilhørende areal, mens man ved beregning med energiramme også tar hensyn til energitilskuddet, bl.a. på grunn av solinnstråling gjennom vinduene, se pkt. 3 og 4.

Ved beregning av varmetapsramme og energiramme bruker man U-verdiene i tabell 131, og vindusarealet settes lik 20 % av netto golvareal. Øvre grense for U-verdien for vinduer varierer med bygningstype og inne-temperatur slik det går fram av tabell 131.

TEK krever for øvrig at byggverk med installasjoner skal utføres slik at kjølebehovet blir minst mulig og at et forsvarlig innemiljø sikres.

Tabell 131

Største, gjennomsnittlige U-verdier, W/(m²K), for ytre bygningsdeler, utdrag fra TEK § 8-21

Bygningsdel	Innetemperatur T, °C			
	T ≥ 20	15 ≤ T < 20	10 ≤ T < 15	0 ≤ T < 10
Vinduer	1,6	2,0	2,5	3,0
Vinduer i yrkesbygg	2,0	2,0	2,5	3,0
Glassvegger og glasstak	2,0	2,0	2,5	3,0

- 132 *Dagslys.* I TEK § 8-35 står det at rom for varig opphold, dvs. oppholdsrom, soverom og kjøkken, skal ha tilfredsstillende tilgang på dagslys. Ifølge veiledningen til TEK kan man anse at dette kravet er oppfylt når rommets dagslysflate utgjør minst 10 % av golvflaten. Kravet er også oppfylt hvis dagslysfaktoren er minst 1 % midt i rommet 1 m fra sidevegg og 0,8 m over golvet. Se Planløsning 220.115 og Byggdetaljer 421.602
- 133 *Varmekomfort.* Ifølge TEK § 8-21 skal det termiske innemiljøet i rom beregnet for varig opphold gi tilfredsstillende helseforhold og komfortopplevelse ved forutsatt bruk, se pkt. 5.

2 Varmetekniske egenskaper

21 U-verdi

- 211 *Generelt.* Varmegjennomgangskoeffisienten, U-verdien (W/(m²K)), til en konstruksjon angir hvor stort varmetapet (W) er pr. m² av konstruksjonen pr. grad temperaturforskjell.

For vindusruter oppgis det vanligvis en U-verdi som bare gjelder for midtfeltet av ruta, U-senter, som ofte er lavere enn U-verdien for hele vinduet. Ved beregning av varmetap og sammenlikning med forskriftskrav, må U-verdien for hele vinduet benyttes. U-verdien for hele vinduet er avhengig av:

- U-verdien og arealet til ruta
 - U-verdien og arealet til karm- og rammedelen
 - varmetapet gjennom kantforseglingen og randsonen til ruta
 - eventuelle poster eller gjennomgående sprosper
- U-verdien til en rute eller et vindu bestemmes ved beregning (prEN ISO 10077-1) eller ved måling i laboratorium.

- 212 *Rutas U-verdi* bestemmer i stor grad vinduets U-verdi ettersom rutearealet vanligvis utgjør størstedelen av vindusarealet. For et trevindu med utvendige karm mål 1,2 m x 1,2 m utgjør ruta ca. 70 % av hele vindusarealet. Varmetransporten gjennom en isolerrute skjer dels ved ledning eller konveksjon i hulrommet mellom rutene, og dels ved stråling.

Varmeoverføringen ved ledning kan reduseres ved å øke glassavstanden eller ved å fylle hulrommet med en gass som har lavere varmeledningstall enn luft. Økes ruteavstanden ut over en viss grense, oppstår det imidlertid naturlig konveksjon i hulrommet og varmeisoleringssevnen kan i stedet bli dårligere. For tolags ruter med luft eller argon er optimal glassavstand ca. 15 mm. For ruter fylt med krypton er optimal avstand noe lavere, ca. 10 mm. Varmestrålingen kan reduseres ved å bruke glass med såkalt lavemisjonsbelegg, som reduserer strålingsoverføringen. Slike belegg reduserer også lys- og solgjennomgangen. Det er derfor utviklet en rekke typer belegg der disse hensynene er tillagt ulik vekt. For boliger der overoppvarming vanligvis ikke er noe stort problem, er antall aktuelle beleggstyper begrenset og valget enklere. Se pkt. 221, pkt. 45 og pkt. 47.

- 213 *Karm og ramme.* For trevinduer er U-verdien til karm- og rammedelen hovedsakelig bestemt av tretykkelsen i varmestrømsretningen. Tykkelsen er vanligvis mellom 80 og 100 mm for karmen og mellom 60 og 70 mm for rammen. Det gir en midlere U-verdi for karm og ramme på mellom 1,5 og 1,7 W/(m²K).

For plastvinduer ligger U-verdien til karm- og rammedelen vanligvis mellom 1,6 og 2,8 W/(m²K), først og fremst avhengig av antall luftkamre i profilene og plassering av forsterkningsprofilen av metall.

Vindusprofiler av metall må bygges opp av ett indre og ett ytre profil, atskilt av et isolerende materiale (en kuldebryter av plast). Kuldebryteren er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende lav U-verdi og akseptable overflatetemperaturer. Metallvinduer har tradisjonelt hatt dårligst U-verdi, men det fins nå moderne aluminiumsprofiler med forbedrede kuldebrytere som har tilnærmet like lav U-verdi som vindusprofiler av plast og tre. U-verdien til karm- og rammeprofiler av aluminium med kuldebryter ligger vanligvis mellom 1,6 og 2,8 W/(m²K).

- 214 *Avstandslisten* mellom glassene i en isolerrute består vanligvis av et hulprofil av aluminium eller varmeforsinnet stål, og den isolerer dårligere enn hulrommet mel-

lom glassene. Denne avstandslisten gir et ekstra randsonetap på ca. 0,06 W/K pr. løpemeter rutekant. For et vindu med ytre mål 1,2 m x 1,2 m utgjør randsonetapet et tillegg i U-verdien på ca. 0,17 W/(m²K). Dette er vanligvis mellom 7 og 20 % av vinduets U-verdi. Det fins andre avstandslistes som isolerer bedre, for eksempel lister i rustfritt stål eller isolerende skumplast.

- 215 *Poster og gjennomgående sprosser* medfører høyere U-verdi og større varmetap enn for tilsvarende vinduer uten oppdeling. Det skyldes først og fremst økt randsonetap som følge av at samlet lengde av rutekant og avstandslist pr. areal øker. Poster og gjennomgående sprosser har vanligvis også noe høyere U-verdi enn karm, ramme og rute. Figur 215 viser hvordan U-verdien for et trevindu endres når ruta deles opp med gjennomgående sprosser eller poster. Sprosser eller avstandslistes av metall som legges mellom glassene i en isolerrute, gir av samme grunn en vesentlig økning av rutes U-verdi. Utenpåliggende sprosser eller gjennomgående sprosser i rammer med enkelt glass gir ikke dårligere U-verdi.

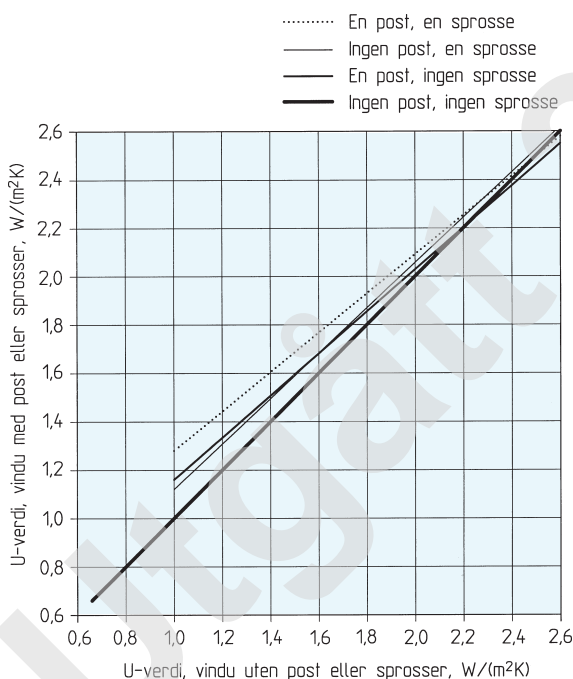


Fig. 215

Orienterende U-verdier for trevinduer med gjennomgående post eller sprosse som funksjon av U-verdien for et vanlig vindu med samme rute. Bredden til post og sprosser er ved beregningene satt til henholdsvis 130 mm og 65 mm. Diagrammet gjelder vinduer med både bredde og høyde lik 1,2 m, men kan med god tilnærming også brukes for større vinduer med flere poster eller sprosser, forutsatt at minste rutekant er ca. 0,5 m.

- 216 *Vinduets størrelse* har betydning for vinduets U-verdi. Det skyldes at vindusprofilene og ruta vanligvis har forskjellige U-verdier og at forholdet mellom karm-/rammeareal og ruteareal endres når vindusstørrelsen endres. U-verdien for vinduer med dimensjon 1,2 m x 1,2 m brukes vanligvis som en middelverdi for alle vin-

duene i en bolig. Det er vanligvis tilstrekkelig og mye enklere enn å måtte regne med forskjellige U-verdier for alle vindusstørrelser. Som det framgår av fig. 216, øker U-verdien når vindusstørrelsen avtar i forhold til et vindu på 1,2 m x 1,2 m. Tilsvarende avtar U-verdien noe når vindusstørrelsen øker. Dette gjelder for vinduer med ruter som har U-verdi i senter på ca. 2,0 W/(m²K) eller lavere.

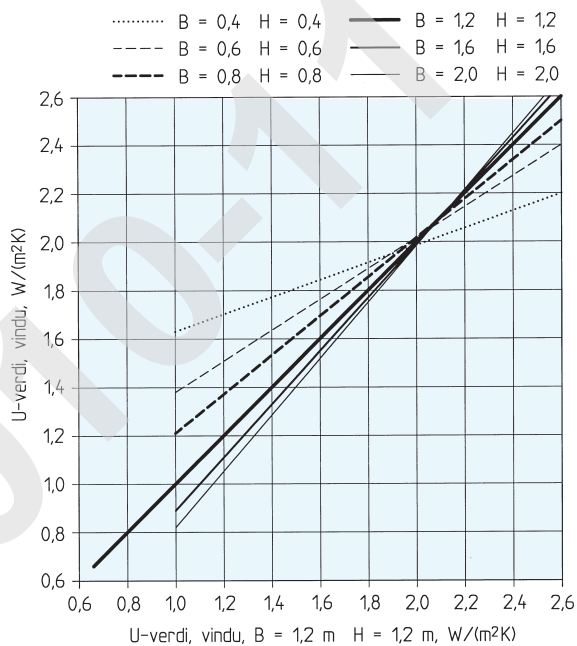


Fig. 216

U-verdi for noen forskjellige vindusstørrelser som funksjon av U-verdien for et vindu med samme rute, men med standard størrelse. Både bredde (B) og høyde (H) er lik 1,2 m.

22 Solfaktor og lystransmisjon

- 221 *Solfaktoren* angir hvor stor del av energien i sollyset som går gjennom en rutekonstruksjon. Solfaktoren kalles også total solenergitransmisjon og omfatter både den energien som stråler direkte gjennom ruta og den som kommer gjennom fordi rutene blir oppvarmet av sola. Beregning av tilført solenergi i rommet er vist i Byggetaljer 472.411.

En forbedring av U-verdien ved hjelp av flere lag glass eller bedre lavemisjonsbelegg gir lavere solfaktor og dermed mindre solenergi inn gjennom vinduene, se fig. 221 a. Forbedring av U-verdien ved hjelp av gass i hulrommet i stedet for luft påvirker imidlertid ikke solfaktoren, se fig. 221 b.

- 222 *Lystransmisjonen (lysgjennomgangen)* viser hvor stor del av solstrålingen i den synlige delen av spektralfordelingen som slipper gjennom ruta. Bli lyset sterkt dempet, må man kompensere med kunstig lys. Det fins i dag flere typer belegg som er forholdsvis fargenøytrale og som slipper inn nesten like mye dagslys som ruter uten belagte glass, som samtidig gir lavere U-verdi.

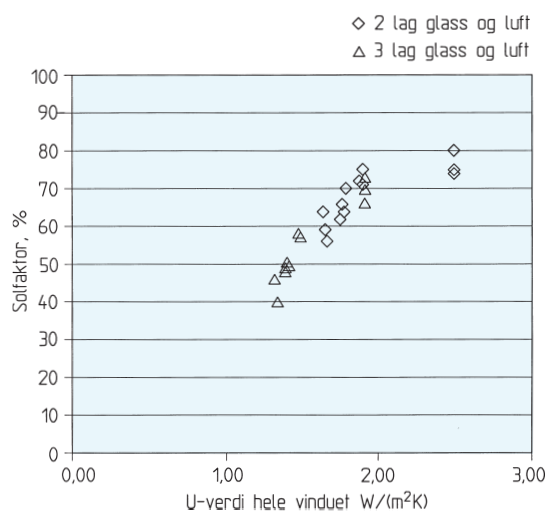


Fig. 221 a
Samhørende verdier av solfaktor og U-verdi for et trevindu med noen alternative luftfylte ruter. Rutene som gir høyest U-verdi, har vanlige glass uten belegg. De som gir lavere U-verdi og lavere solfaktor, har forskjellige typer belegg. Rutene med to glass har ett belegg, mens de med tre glass har to belegg.

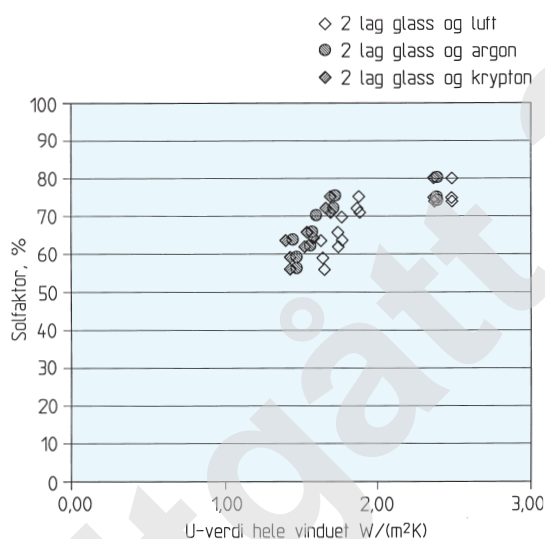


Fig. 221 b
Samme trevindu og ruter som i fig. 221 a, men her også med rutene fylt med gassene argon eller krypton. Mens forbedring av U-verdien ved hjelp av lavemisjonsbelegg også gir lavere solfaktor, blir solfaktoren ikke redusert hvis rutene fylles med gass.

3 Varmetap

31 Vinduenes andel av totalt varmetap

Lavt varmetap er vanligvis det viktigste ved valg av vinduer til boliger. I en bolig med 150 m² netto golvareal utgjør vinduenes andel av varmetapsrammen 48 W/K (vindusareal lik 20 % av netto golvareal og U-verdi lik 1,6 W/(m²K)). Dette gir et årlig varmetap gjennom vinduene på mellom 6 000 og 10 000 kWh, avhengig av hvor i landet huset ligger, se tabell 43. Varmetapet ut gjennom vinduene er bestemt av U-verdien og reduseres

med mellom 370 og 630 kWh pr. år for hver 0,1 W/(m²K) U-verdien for vinduene reduseres. Selv om energibehovet for oppvarming ikke reduseres like mye, er valg av vinduer med lav U-verdi et godt energispareiltak.

32 Varmetapsramme

Prinsippet med varmetapsramme gjør det mulig å omfordele varmetap, f.eks. fra vinduene til andre bygningsdeler, ved å velge vinduer med lavere U-verdi eller mindre vindusareal. Andre bygningsdeler kan da bygges med mindre isolasjonstykkelse. I et småhus med vinduer med U-verdi 1,4, i stedet for 1,6 W/(m²K) som gjelder for varmetapsrammen, er det vanligvis tilstrekkelig med 150 mm isolasjon i stedet for 200 mm i ytterveggene for å tilfredsstillere kravene i TEK, se Byggdetaljer 471.019.

4 Energibehov til oppvarming

41 Faktorer som påvirker energibehovet

Energibehovet til oppvarming avhenger mest av varmetapet, men også av hvor mye solenergi som kan utnyttes. Lavere varmetap innebærer også at en lavere andel av solenergien kan utnyttes for å redusere energibehovet til oppvarming. En energiberegning som tar hensyn til alle forhold som påvirker energibehovet til oppvarming, er nødvendig for å kunne sammenlikne lønnsomheten når man skal velge mellom ulike vindusløsninger. I pkt. 42 – 47 viser vi en del resultater av beregninger som er gjort for en referansebolig. Beregningene er gjort etter NS 3031, se Byggdetaljer 472.308.

42 Utforming av standardbolig

Beregningene i dette bladet har utgangspunkt i en referansebolig, et småhus med 1 ½ etasje, som vist i fig. 42. Arealer og U-verdier er gitt i tabell 42 og stemmer over ens med dem som legges til grunn ved beregning av tillatt varmetapsramme og energiramme etter TEK. Samlet dør- og vindusareal er 30 m², som er 20 % av netto golvareal. Rutenes solfaktor er satt lik 0,6. Boligen har god lufttetthet og balansert mekanisk

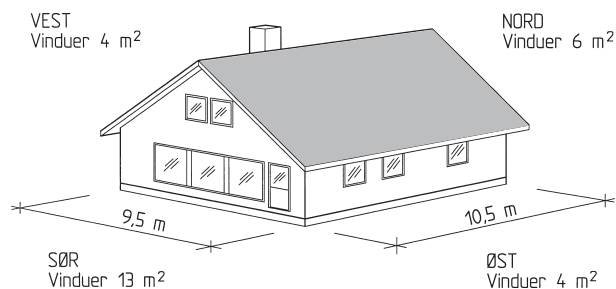


Fig. 42
Utforming av standardbolig for beregning av energibehov og overskuddsvarme

ventilasjon med varmegjenvinner. Totalt luftskifte inkludert infiltrasjon er på 0,6 luftvekslinger pr. time. Varmegjenvinnerens virkningsgrad er 0,8.

Tabell 42
Beregningsforutsetninger, standardbolig

Konstruksjon	Areal m ²	U-verdi W/(m ² K)
Golv på grunnen	100	0,15
Tak	125	0,15
Yttervegger	130	0,22
Vinduer	27	1,6
Dører	3	1,6

43 Oppvarmingsbehov og varmeoverskudd i referanseboligen

Varmetap gjennom vinduene, oppvarmingsbehov og varmeoverskudd varierer når referanseboligen «plas- seres» ulike steder i landet, se tabell 43.

- *Oppvarmingsbehovet* er samlet varmetap minus nytt- bar andel av tilskuddsvarme fra lys, utstyr, personer og sol
- *Varmeoverskuddet* representerer den varmemeng- den boligen tilføres som ikke kan utnyttes til oppvar- ming i løpet av året

Hvis man ikke får luftet ut varmeoverskuddet, kan man sommerstid få problemer med for høye inne-tempe- raturer.

Tabell 43
Varmetap gjennom vinduene, oppvarmingsbehov og varme- overskudd i referanseboligen beregnet for ulike steder i landet

Sted	Varmetap gjennom vinduer kWh/år	Oppvarmings- behov kWh/år	Varme- overskudd kWh/år
Lillehammer	7 844	9 441	2 419
Oslo	6 756	7 311	3 212
Kjevik	6 335	6 132	3 046
Sola	6 118	5 500	2 671
Bergen	5 964	5 228	2 567
Trondheim	7 191	7 652	2 264
Bodø	7 291	8 081	1 861
Tromsø	8 020	9 750	1 364
Karasjok	9 828	14 424	1 461

44 Relativt oppvarmingsbehov

Relativt oppvarmingsbehov er beregnet energibehov til oppvarming ved en gitt vindusløsning, dividert med beregnet energibehov i en standardbolig med stan- dard vindusløsning. Energibehovet kan beregnes ved å multiplisere relativt oppvarmingsbehov med verdien i tabell 43 for det aktuelle stedet. Den relative endringen varierer litt fra sted til sted, men forskjellen er så liten at verdiene for relativt oppvarmingsbehov i fig. 45, 46 og 47 gir akseptabel nøyaktighet for hele landet.

45 Vinduernes betydning for relativt oppvarmings- behov

Figur 45 viser hvilken betydning endringer i vinduets U-verdi og rutas solfaktor har for varmebehovet. Se også pkt. 47.

Man må være oppmerksom på at U-verdi og solfaktor ikke kan velges fritt. Vinduer med lav U-verdi har som regel lavere solfaktor, jf. fig. 221 a og b.

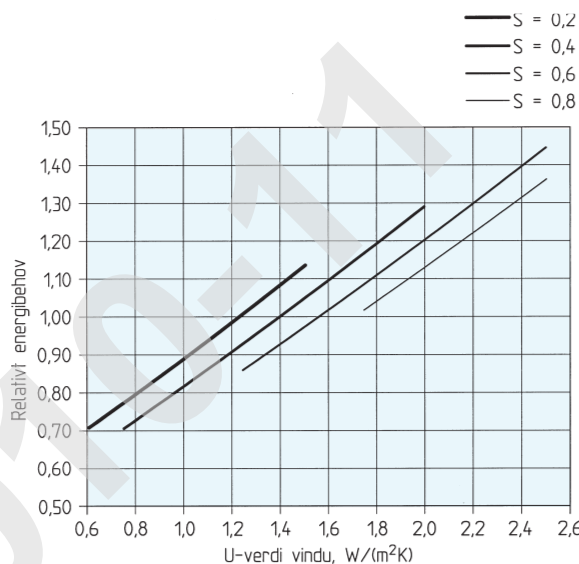


Fig. 45
Relativt oppvarmingsbehov ved ulike kombinasjoner av vindu- enes U-verdi og solfaktor (S)
Relativt oppvarmingsbehov er beregnet i forhold til oppvar- mingsbehovet i referanseboligen, se tabell 43. Diagrammet kan brukes for hele landet.

46 Vindusareal mot sør

Figur 46 viser relativt energibehov til oppvarming når vindusarealet mot sør øker. Figuren viser at når U-ver- dien er lav, øker oppvarmingsbehovet forholdsvis lite selv om vindusarealet mot sør øker. På den andre si- den øker varmeoverskuddet mer.

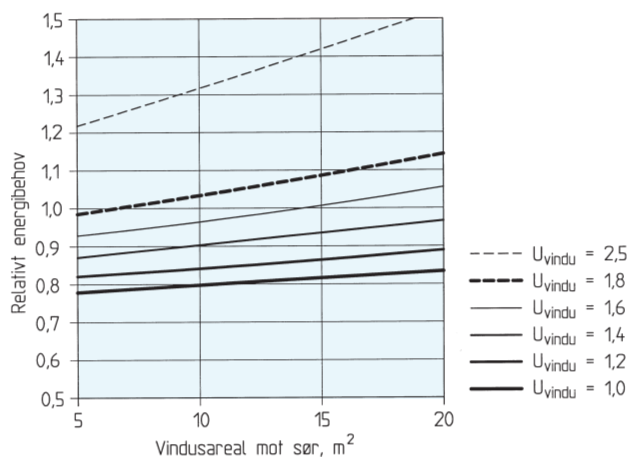


Fig. 46
Relativt energibehov til oppvarming, avhengig av størrelsen på vindusareal mot sør

47 Solskjerming

Når man ønsker solskjerming for å hindre overoppvarming, må dette veies opp mot ønsket om mest mulig dagslys. Belegg som skjerner mot solenergi, reduserer også gjennomgangen av dagslys. I boliger forenkles valget normalt ved at problemet med overoppvarming vanligvis ikke er så stort. Det kan i tilfelle ofte løses med lufting og solavskjerming ved bruk av gardiner, persiener, markiser eller annen skjerming. Figur 47 viser hvordan ulike kombinasjoner av solfaktor og U-verdi påvirker varmeoverskuddet. Figuren viser at problemer med overoppvarming kan reduseres betraktelig med vinduer som har lav solfaktor.

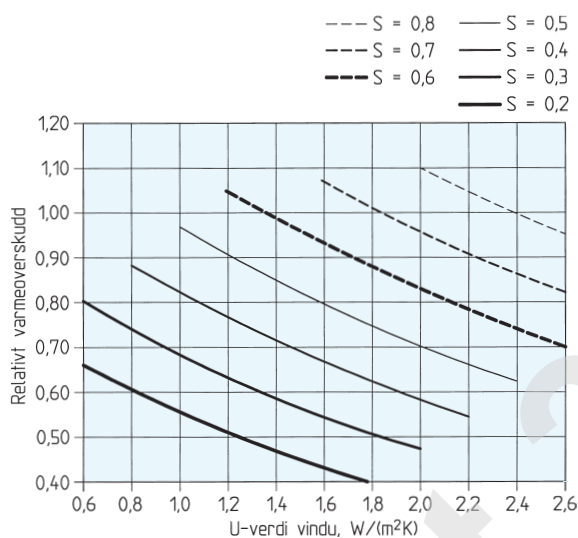


Fig. 47
Relativt varmeoverskudd i referanseboligen, avhengig av vinduets solfaktor (S) og U-verdi

48 Varmeakkumulering og temperatursvingning

Ved å lagre varme midlertidig i konstruksjonene kan noe av overskuddsvarmen utnyttes til oppvarming. Mengden som kan utnyttes, er i stor grad bestemt av:

- bygningsdelenes varmekapasitet
- hvor lett solvarmen kan ledes til og fra bygningsdelene
- hvor mye man tillater innnetemperaturen å svinge i løpet av et døgn

Bygninger med utildekkede flater av betong, stein eller tegl som er i direkte kontakt med romluften og helst blir utsatt for direkte solstråling, kan ta opp og lagre mest solvarme. Det er imidlertid en klar betingelse at innnetemperaturen kan stige når sola varmer, og at temperaturen faller når sola er borte, slik at varmen gis tilbake til rommet. Store temperatursvingninger betyr at mer solvarme kan utnyttes.

5 Termisk inneklima

51 Strålingsutveksling

På kalde vinterdager kan det være stor forskjell mellom glassrutas innvendige overflatetemperatur og øvrige overflatetemperaturer i rommet. Sitter man nær vinduet, opplever man en strålingstemperatursymmetri (forskjell i strålingstemperatur) som kan være ubehagelig. Ifølge Byggetaljer 421.501 bør strålingstemperatursymmetrien være mindre enn 10 °C. Figur 51 viser strålingstemperatursymmetri nær vindu ved ulike utetemperaturer og vindusdimensjoner (og dermed U-verdier, se pkt. 216). Figuren viser at et vindu med to lag klart glass uten lavemisjonsbelegg kan gi for dårlig varmekomfort på kalde vinterdager.

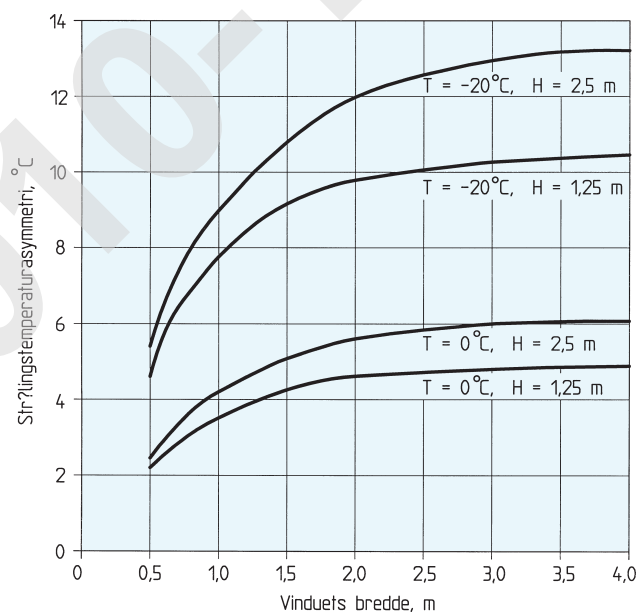


Fig. 51
Strålingstemperatursymmetri mellom innervegg og vindu med to lag klart glass uten lavemisjonsbelegg, som funksjon av vindusbredden. Det er vist fire kombinasjoner av utetemperatur (T) og vindushøyde (H). Asymmetrien er beregnet for et punkt 0,6 m ut fra vinduets midtpunkt.

52 Kaldras

Langs en relativ kald overflate, som innsiden av en glassrute, dannes det en termisk betinget nedadrettet luftstrøm som kalles kaldras. Kaldrasen kan forårsake trekkproblemer i oppholdssonen nær vinduet. Kaldrasen er avhengig av høyden på ruta og U-verdien for ruta. Lufthastigheten i bunnen av vinduet er et mål for kaldrasen, se fig. 52. Trekkproblemene som kaldrasen forårsaker, avhenger av utformingen av vindusbrett og eventuell varmekilde under vindu. Generelt kan man imidlertid regne med at lufthastigheten i bunnen av ruta bør være under 0,2 m/s hvis lufthastigheten i oppholdssonen (0,6 m fra vinduet) skal være under 0,15 m/s (jf. Byggetaljer 421.501.) Med lav U-verdi (< 1,5 W/(m²K)) er det vanligvis ikke nødvendig med varmekilder under vinduet. Dermed får man større frihet ved møblering og bruk av rommene fordi varmeovner og møbler kan plasseres mer uavhengig av vinduene.

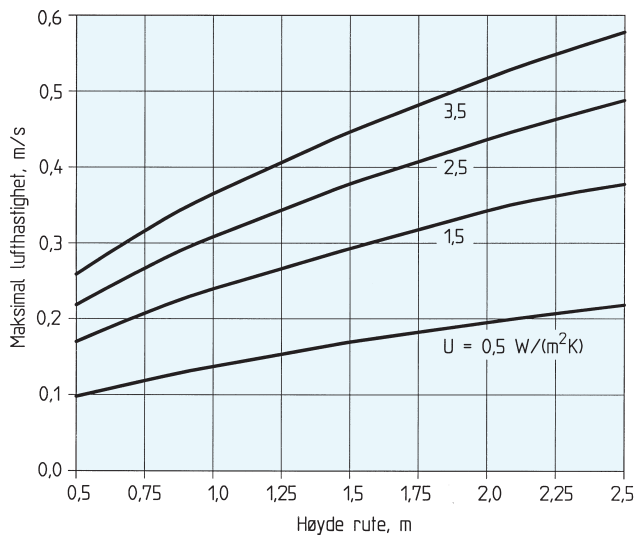


Fig. 52

Maksimal lufthastighet i underkant av glassrute ved utetemperatur - 10 °C og innetemperatur + 20 °C.

Maksimal lufthastighet bør være under 0,2 m/s dersom lufthastigheten i oppholdssonen (0,6 m fra vinduet) skal være under 0,15 m/s. U-verdiene gjelder for ruta.

6 Kondens

61 Innvendig kondens

611 *Generelt.* Kondens på innsiden av nye vinduer er oftest et tegn på høy innvendig luftfuktighet som følge av for dårlig ventilasjon. I boliger med jevn ventilasjon tilsvarende anbefalt minimumsnivå i veiledningen til TEK på ca. 0,5 luftskifte pr. time, er periodene med kondens vanligvis korte. Risikoen for kondens kan imidlertid reduseres ved å velge vinduer som har høy temperaturfaktor i randsonen, og som derfor har en høyere overflatetemperatur.

612 *Temperaturfaktoren* er et relativt mål for temperaturen på en flate. Den angir overflatetemperatur i forhold til utetemperatur (temperaturfaktor = 0) og innetemperatur (temperaturfaktor = 1). Temperaturfaktoren er først og fremst avhengig av varmemotstanden i ramme og karm, motstanden i rutas kantforsegling og motstanden midt på ruta. Vinduer med tre-lags ruter har noe høyere temperaturfaktor ved randsonen enn to-lags ruter med samme type kantforsegling og samme senter U-verdi. Når ruta isolerer bedre, blir glasstemperaturen høyere og mer varme ledes ut til randsonen som derfor også får høyere temperatur. Lav senter U-verdi er derfor ikke bare gunstig for varmetapet, men også for randtemperaturen. Temperaturfaktor og beregning av kondens er beskrevet nærmere i Byggetaljer 471.111.

62 Utvendig kondens

På samme måte som det kondenserer (dugger) utvendig på vegger og tak, vil det også kondensere utvendig på vindusruter når utvendig overflatetemperatur er lavere enn luftas duggpunkttemperatur. Risikoen for utvendig kondens er størst for ruter som isolerer godt fordi utvendig overflatetemperatur avtar med avtaker-

de U-verdi. Utvendig kondens er derfor et tegn på at ruta isolerer godt, men kan likevel være sjenerende. Forekomsten av kondens er størst om morgenen i stille vær med klar himmel. Kondens dannes helst på ruter med senter U-verdi på 1,4 W/(m²K) og lavere. Et effektivt tiltak er å benytte ruter med et lavemisjonsbelegg på ytterste glassflate. Det må i så fall være et såkalt hard-belegg som tåler eksponering og vask.

7 Referanser

71 Utarbeidelse

Dette bladet er revidert av Sivert Uvsløkk. Det erstatter blad med samme nummer utgitt våren 1993. Saksbehandler har vært Ingrid Aske. Redaksjonen ble avsluttet i juni 2000.