

Unngå byggskader

ved riktig sollystransmisjon i vinduer og andre transparente tak- og fasadeelementer

SINTEF Byggforsk

www.sintef.no/byggforsk

Tekst: Bjørn Petter Jelle (SINTEF/NTNU) og Heidi Arnesen (SINTEF)

Foto og ill.: SINTEF Byggforsk og NTNU

Velges det glass og transparente materialer som ikke har optimal sollystransmisjon kan det få store økonomiske konsekvenser på kort og lang sikt. Dette gjelder både i forhold til energibalanse og dagslys i bygg, samt skade på bygningsmaterialer og inventar innenfor de transparente elementene, spesielt dersom dette krever utskiftninger over store areal. Slike uheldige konsekvenser eller skader kan være like ressurs- og kostnadskrevende som de mer tradisjonelle bygningsskadene.

Glass har en rekke oppgaver

Glass og transparente materialer kan skredersys for å tilfredsstille ulike krav til ulike bygninger. Egenskapene er valgt med hensyn til flere, ofte motstridende, hensyn. Generelt skal et vindu:

- Gi god belysning til synsoppgaver
- Formidle visuell kontakt med omverdenen
- Gi orienteringsmuligheter i komplekse bygg
- Ikke forårsake blinding
- Slippe ut minst mulig varme (lavest mulig U-verdi)
- Slippe inn solstråling som reduserer oppvarmingsbehovet
- Reflektere solstråling som forårsaker overoppvarming
- Ikke forårsake trekkproblemer eller gi dårlig varmekomfort
- Ikke gi uakseptabel kondens

Disse forholdene må tilpasses byggets funksjon (fig.1), f.eks. undervisningsbygg, kontorbygg, sykehus, privatbolig, etc. Hvilke faktorer og egenskaper bør vurderes for at vi skal unngå byggskader av en slik art?

Glass og andre transparente løsninger tas i dag i bruk i bygninger i langt større grad enn tidligere og til forskjellige formål både ved nybygg og rehabilitering. Ofte er det snakk om tildels svært store areal. Derfor er det ekstra viktig at disse transparente arealene designes med den riktige eller optimale sollystransmisjonen. Det er stor oppmerksomhet rundt fukt og fuktskader, men også for mye eller for lite sollys vil forringe byggets bruksverdi.

Sollystransmittans

Solstråling (sollys) ved jordoverflaten har bølgelengder mellom 290 nm og 3 000 nm. Ultrafiolett (UV) stråling har bølgelengder under 380 nm, synlig (VIS) lys ligger mellom 380–780 nm og nær infrarød (NIR) stråling mellom 780–3000 nm. Nesten halvparten av solenergien ligger i NIR området.

Sollys som treffer et transparent materiale vil enten transmitteres (T), absorberes (A) eller reflekteres (R), avhengig av sollysets bølgelengde λ , innfallsvinkel og materialets optiske egenskaper (fig.2), hvor den totale energibalansen i lysstrålen krever at:

$$T(\lambda) + A(\lambda) + R(\lambda) = 1 \text{ (100 \%)}$$

Energien i det absorberte lyset emitteres ut igjen som langbølget, infrarød (IR) stråling, dvs. varmestråling. Ved termodynamisk likevekt er emittansen E lik absorpsjonen A.

Målinger i laboratoriet

Transmittans og reflektans måles med et UV-VIS-NIR spektrofotometer som dekker hele sollysets spektralområde. Refleksjonsmålinger for beregning av emissivitet i IR området mellom 3 000 nm og 50 000 nm foretas med et IR spektrometer. Desto høyere emissivitet, desto større utstråling.

Målinger på ordinært floatglass og glass med lavemisjonsbelegg viser klare forskjeller (fig.3). Lavemisjonsbelegget minsker varmetapet gjennom glasset betydelig. Dette medfører også et betraktelig lavere innslipp av NIR stråling fra sola da lavemisjonsbelegget reflekterer en stor del av NIR strålingen, noe som er bra på varme sommerdager, men ikke på kalde vinterdager. Overoppheating eller for lav solvarmetilførsel med påfølgende økt oppvarmingsbehov



Fig.1. Glassfasade og -tak hvor mange krav og ønsker skal etterkommes.

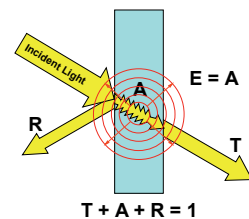


Fig.2. Transmittans, absorpsjon, reflektans og emittans i et transparent materiale.

forårsaket av feil valg av sollystransmisjon, kan regnes som en byggskade.

Dagslys i bygninger

Synlig lys er det som i vindus- og bygnings-sammenheng kalles dagslys, og har stor betydning for menneskets fysiologiske og mentale funksjoner. Dagslysmengden i et rom bestemmes av:

- Areal, plassering og utforming av vinduet
- Åpningens lystransmisjon
- Rommets høyde og dybde
- Refleksjonsegenskaper til innvendige overflater
- Utvendig skjerming
- Dagslyssystemer

Dagslysnivået oppgis som et relativt mål – dagslysfaktoren (DF), hvor DF er definert

som forholdet mellom dagslysbelysningen innendørs og uskjermet flate utendørs fra jevnt overskyet himmel.

Teknisk forskrift (TEK) krever at rom for varig opphold skal ha tilfredsstillende dagslys, med mindre oppholds- og arbeidssituasjonen tilsier noe annet. Dette tilfredsstilles enten med en gjennomsnittlig $DF \geq 2 \%$ eller en $DF \geq 1 \%$ i et punkt 1 m fra sidevegg halvveis inn fra vindusvegg.

Uten oppfyllelse av kravet til dagslys kan ikke de aktuelle rommene tas i bruk som tiltenkt før utbedringer er foretatt. I mange bygninger er ikke dagslyskravet oppfylt i forhold til bruken. Dette er betenkelig både i et helsemessig og samfunnsmessig perspektiv.

Solare størrelser

Ut fra laboratoriemålinger kan en rekke karakteristiske størrelser for transparente materialer beregnes:

- Ultrafiolett soltransmittans, T_{uv}
- Synlig soltransmittans, T_{vis}
- Soltransmittans, T_{sol}
- Solar materialbeskyttelsesfaktor, SMPF
- Solar hudbeskyttelsesfaktor, SSPF
- Utvendig synlig solreflektans, $R_{vis,ext}$
- Innvending synlig solreflektans, $R_{vis,int}$
- Solreflektans, R_{sol}
- Solabsorbans, A_{sol}
- Emissivitet, ϵ
- Solfaktor, SF (fra T_{sol} , R_{sol} og ϵ)
- Fargegjengivelsesfaktor, CRF

Emissiviteten ϵ er nødvendig ved beregning av varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) og solfaktor SF. Summen av T_{sol} og den emitterte IR strålingen innover i bygningen gir SF, altså den totale solare ener-

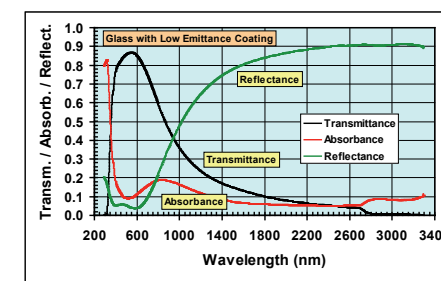
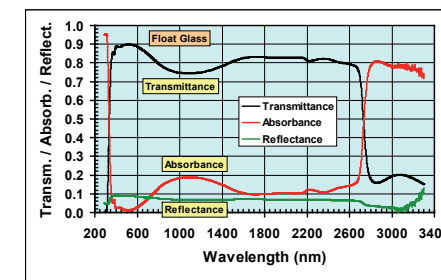


Fig.3. Transmittans, absorpsjon og reflektans vs. bølglengde for et floatglass og et lavemisjonsglass.

gitransmisjonen gjennom et transparent materiale.

For å unngå byggskader bør en velge blant materialer hvor en har utført laboratoriemålinger og beregnet de solare størrelsene. Foreligger ikke slik dokumentasjon bør en etterspørre det eller velge et produkt hvor slik dokumentasjon faktisk finnes.

Ønskes lav solvarmeinnstråling, men samtidig så mye synlig lys som mulig, blir det en avveining av hvor lav T_{sol} og SF eller høy R_{sol} en kan velge og samtidig ha høy T_{vis} . Er det nødvendig å beskytte materialer og gjenstander bak de transparente tak- og fasadeløsningene velges en høy SMPF. En lav ϵ velges hvis en ønsker lavt varmetap. Trenger en å stenge ute mye av solstrålingen velges en høy R_{sol} .

Nedbrytning og beskyttelsesfaktorer

Solstråling utgjør ofte en vesentlig del av nedbrytningen av bygningsmaterialer, hvor kjemiske bindinger brytes opp av de energirike delene av solspekteret, dvs. UV stråling og kortbølget synlig lys. Selv om en vesentlig del av UV strålingen blokkeres av glass og en del transparente plastmaterialer, slippes også en betydelig del igjennom. Den transmitterte strålingen påvirker både materialer og levende vesener innenfor bygningene.

Typiske eksempler er bleking, misfarging og nedbrytning av bøker i bokhyller (bibliotek), papir, malerier og utstillingsgjenstander (museum), trematerialer i vegg, gulv, tak og vinduskarmen, plast, overflatemalinger og møbler.

Eksempelvis kan ulike transparente polykarbonatmaterialer blokkere en god del av UV strålingen som ellers slippes igjennom vanlig floatglass. Relativt små endringer på noen få nanometer kan bety hele forskjellen på om et materiale blir nedbrutt eller ikke.

Det er også viktig å sikre at selve det transparente materialet er bestandig mot solstrålingen. Overskrider solstrålingens fotonenergi bindingsenergien til det aktuelle materialet starter fotodegradasjonen. Hastigheten på de kjemiske nedbrytningsreaksjonene som oppstår øker eksponentielt med temperaturen.

Fotodegraderingen i materialer spenner seg fra misfarging til tap av mekanisk styrke, mens menneskehud kan oppleve alt fra lett solbruning til sterk solbrenthet. Merk at glass normalt sett beskytter huden, men ikke alle bygningsmaterialer og inventar. Solbeskyttelsen kan måles og beregnes ved SMPF og SSPF. Ved å sammenligne disse beskyttelsesfaktorene og de andre solare størrelsene kan en velge det mest egnede transparente materialet.

Smarte vinduer kommer

Smarte vinduer, hvor det allerede finnes noen kommersielle utgaver, er vinduer hvor transmisjonen eller refleksjonen av solstråling kan reguleres. Disse vinduene styrer sollysinnsippet etter oppvarmings- og kjølebehov, dagslysbehov og ønsket grad av solbeskyttelse, altså en dynamisk kontroll av de solare størrelsene gitt ovenfor.

Dette arbeidet har vært støttet av forskningsprosjektet "Robust Envelope Construction Details for Buildings of the 21st Century" (ROBUST).

Referanser

- Byggforskserien 421.602, 421.610, 421.621 og 571.954
- Ø. Aschehoug og H. Arnesen, *Dagslys i bygninger*, Lyskultur, nr. 21, 1998.
- B. P. Jelle, A. Gustavsen, T.-N. Nilsen og T. Jacobsen, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 91, 342-354, 2007.
- TEK, "Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk", § 8-35, 1997/2004.

Unngå byggskader

Det er fullt mulig å redusere omfanget av byggskader og prosjekteringsfeil i Norge, og dermed oppnå økt kvalitet og produktivitet. Systematisk kunnskapsformidling og erfaringstilbakeføring, kan gi samfunnsøkonomiske besparelser i milliardklassen.

SINTEF Byggforsk ønsker med artikkelserien «Unngå byggskader» å fokusere på temaene byggkvalitet, byggskader og byggeprosess. Artikkelserien vil formidle råd om hvordan en sikrer bruk av riktige løsninger, materialer og konstruksjoner med Byggforskseriens anvisninger som fundament.

Byggforskserien – Byggenæringens kvalitetsnorm

Kunnskap og kommunikasjon er sentrale stikkord for å oppnå en effektiv og god byggeprosess. Byggforskserien er en komplett kilde til byggetekniske løsninger, og inneholder tilrettelagte erfaringer og resultater fra vår egen og næringens praksis og forskning. Anvisningene tilfredsstiller funksjonskravene i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven – og er et sentralt verktøy for å sikre at norske bygninger utføres i samsvar med forskriftene. Se <http://bks.byggforsk.no/>