

Bygga med glas – en handbok om glas i funktion



Foto: Per-Olof Carlsson

Ballingsnäs-skolan i Huddinge, Screentryckta genomsläppliga olikfärgade glas i fasad. Arkitekt: AIX arkitekter.

Glaset egenskaper är värdefulla på många sätt i byggnader. Glaset släpper in dagsljus, ger utblick, skyddar mot bland annat väder och buller och samt har arkitektoniskt och estetiskt viktiga funktioner. Glas kan även fungera som bärande konstruktion och används också mycket invändigt vid rumsgestaltning och som utsmyckning. Den snabba tekniska utvecklingen av glaset, bland annat med hjälp av tunna beläggningar, har gjort glas till ett material med stora och spännande nya möjligheter. Glas har därmed blivit ett av de intressantaste konstruktionsmaterialen i en byggnad.



Per-Olof Carlsson,
civilingenjör SVR,
teknisk K71,
ACC Glasrådgivare AB

Bygga med glas är en handbok som syftar till att underlätta tolkningen av föreskrifterna om glas i Boverkets byggregler BBR. Den ska även hjälpa dig att kunna ställa funktionskrav vid upphandling. Boken ger också kopplingar och hänvisningar till branschens regler såsom Monterings tekniska Kommitténs, MTK:s, riktlinjer. Boken innehåller ett antal avsnitt som inleds med citat eller ett sammandrag av vad BBR föreskriver. Efter inledningen beskrivs hur funktionskraven i BBR kan uppfyllas. Varje avsnitt avslutas med sammanfattande råd som baseras på erfarenheter hos dem som medverkat i handbokens tillkomst. Här följer några exempel från handboken.



Hamngatsgallerian i Stockholm, nytt glastak. Arkitekt: Wester-Elsner

► Helhetssyn

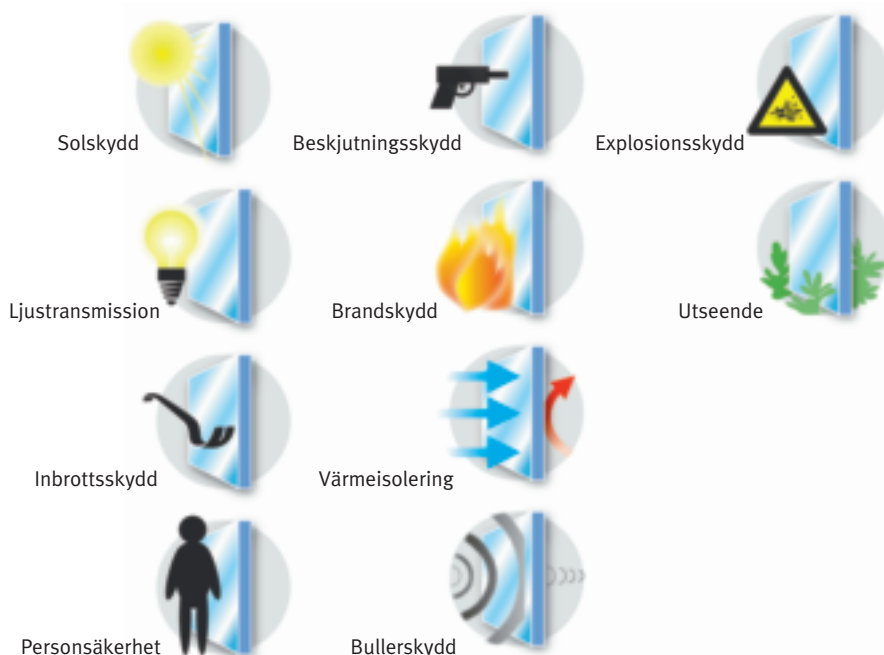
Eftersom glas har fått en allt större betydelse och omfattning för byggnadens hela funktion, inte minst dess inneklimat, måste stor omsorg läggas på att se glaset som en del av byggnadens helhet och förstå hur glaset och dess egenskaper påverkar byggnaden. Det är viktigt att beakta hur glaset påverkar t ex följande faktorer:

- Förutsättningarna för dimensionering av klimatanläggningen så att det inte blir för varmt eller för kallt
- Ljudklimatet med hänsyn till buller
- Dagsljusförhållandena så att ljuset blir tillräckligt och inte heller störande

- Behovet av artificiell belysning
- Skyddet mot vandalism, intrång, inbrott, explosion och beskjutning
- Säkerhet mot personskador, t ex. skärskador, och mot nedstörtning vid nivåskillnader på respektive sida om glaset
- Brandskyddet för begränsning av brand och för underlättande av utrymning
- Byggnadens energianvändning
- Byggnadens drift och underhåll

Funktionskrav på glas

Glas är en integrerad del i byggnader och ingår som en viktig funktionell beståndsdel för helheten. Detta innebär att man måste ställa funktionskrav på glas för en rad olika områden:



Värmeisolering, U, enligt

SS-EN ISO 10077-1 & 10077-2

Lågt U-värde innebär god isolering, minskad energianvändning och högre ytemperatur på innerglaset vilket resulterar i mindre kallras och strålningsdrag under uppvärmningssäsongen. Alltför lågt U-värde ökar dock risken för utvändigt (ofarlig) kondens under vissa tider vilket hindrar utblick.

Ljustransmission, LT, enligt

SS-EN 410

Hög ljustransmission innebär att mycket ljus förs in i rummet. Ökat dagsljusinsläpp kan minska behovet av belysning, men också innebära risk för bländning mm.

Solskydd, solfaktor, g, enligt

SS-EN 410

Ett lågt g-värde innebär en låg andel solenergi som kommer in i rummet. Detta ger bättre förutsättningar för ett bra inneklimat, men minskar dagsljuset och gratisvärme från solen. Med stora glasytor och moderna solskyddsglas blir dock dagsljuset oftast tillräckligt.

Brandskydd, E, EW, EI, enligt

SS-EN 13501-1&2

De brandklassade glasen är typgodkända för att klara definierade klasser under en viss tid. Det är extra viktigt att de monteras med rätt material, på rätt sätt i godkända konstruktioner och med max typgodkänd storlek.

Bullerskydd, R_w (C, C_{tr}), enligt

SS-EN ISO 717-1

Genom att kombinera glas och laminat på olika sätt kan skydd mot olika slags buller erhållas. Det är viktigt att definiera bullerkällans art samt total ljudreduktion för den glasad konstruktionen.

Personsäkerhet, klass 1–3 enligt

SS-EN 12 600

Personsäkerhet anges i klass 1–3 som säkerhet mot tunga stötar för att förhindra skärskador orsakade av glas samt nedstörtningsskydd vid nivåskillnader. Klass 3 innebär lägst personskydd och 1 högst skyddsklass.

Inbrottsskydd, klass P1A–P8B

enligt SS-EN 356

Skyddsglasen testas för att motstå allt kraftigare manuellt angrepp i form av hård eller skarp stöt. Klass P1A innebär lägst skyddsklass och P8B högst skyddsklass.

Beskjutningsskydd, BR1–BR7 S resp NS eller S, G1–SG2 S resp NS enligt SS-EN 1063

Varje klass anger glasets motstånd mot en viss typ av projektil. Lägsta

siffran innebär minsta motståndet. S står för att splitter accepteras/avges på icke angreppssida och NS för att splitter inte accepteras/avges på icke angreppssida.

Explosionsskydd, ER1-ER4 S resp NS enligt SS-EN 13541

Varje klass anger glasets motstånd mot en viss typ av explosion. Lägst siffran innebär minsta motståndet. S står för att splitter accepteras/avges på icke angreppssida och NS för att splitter inte accepteras/avges på icke angreppssida.

Utseende, enligt SS-EN 410 m.fl.

Här anges upplevelsen av glasets, ljusreflektion från utsida och rums-sida, färgåtergivning, utseende m m.

Vanliga missuppfattningar och fel

Det är vanligt att man inte riktigt har förstått glasets egenskaper och dess påverkan på byggnaden. Här kommer nu några exempel som belyser detta.

Värmeisolerande förmåga

Värmeisolerande förmåga U_w står för förmågan hos **hela** fönstret eller hela den glasade konstruktionen och bestäms teoretiskt enligt standarden SS-EN ISO 10077-1 alternativt 10077-2 där man tar hänsyn till den värmeisolerande förmågan hos;

- glasets, U_g , W/m²K (glasmitt enligt EN 673)
- ramen, U_f , W/m²K (karmen och för öppningsbart fönster även bågen)
- distanslist för isolerrutor, ψ_g , W/mK (interaktion mellan glas, distanslist och båge/karm, varför olika värden beroende på material i ramen samt antal glas i ruta).

Exempel:

För ett metallfönster med två-glas isolerruta som är 1 m brett och 2 m högt med:

- Glas $U_g = 1,1$, Area $A_g = 1,65$ m²
- 60 mm ram, $U_f = 2,0$, Area $A_f = 0,35$ m²
- distanslist, $\psi_g = 0,108$ resp. varm kant $\psi_g = 0,053$, längd $l_g = 6$ m

blir $U_w = 1,1 \times 1,65 + 2,0 \times 0,35 + 0,108 \times 6 / 1,65 + 0,35 = 1,6$ resp $1,4$ W/m²K d v s **den totala isolerande förmågan U_w 1,6 resp. 1,4 är betydligt sämre än mittpunktsvärdet U_g 1,1**

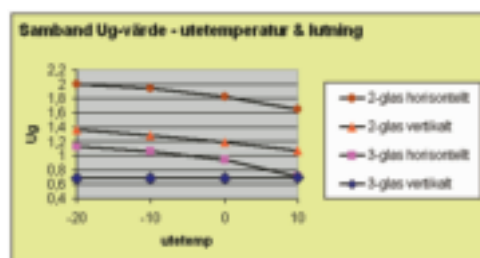
Teoretiskt U_w -värde för glasning (SS-EN ISO 10077-1) bör användas som ingångsvärde vid beräk-

ningar av *energibehov*. Då ska även avdrag för fönsters mörker-U-värde med hänsyn till solinstrålning göras enligt BFS avsnitt 9:2 (reduktion 0,4 till 1,2) beroende på fönsterorientering.

U-värde

Det teoretiska U-värdet räcker inte för dimensionering av en byggnads värmeanläggning. Hänsyn måste även tas till bl a fönstrets lutning, temperatur ute/inne, vindpåverkan, solinstrålning samt arbetsutförande, d v s hur springor och spalter ser ut vid anslutningar. Diagrammet nedan visar U_g för två glasningar vid varierande utetemperatur och lutning:

1. För en tvåglaskonstruktion med teoretiskt $U_g = 1,1$ W/m²K, varierar U_g mellan 1,1 och 1,4 för vertikalt glas och mellan 1,7 och 2,0 för horisontellt glas beroende på utetemperatur.
2. En treglaskonstruktion med teoretiskt $U_g = 0,7$ W/m²K, har konstant $U_g = 0,7$ för vertikalt glas och varierande mellan 0,7 och 1,1 för horisontellt glas beroende på utetemperatur.



För en treglaskonstruktion har utetemperaturen betydligt mindre påverkan än för en tvåglaskonstruktion, vilket tydligt framgår av diagrammet. Vid dimensionering av *effektbehov* för värmeanläggningar bör U_g användas som är relevant vid lägsta utetemperatur.

Nedan visas ett beräkningsexempel för dimensionerande U_w för vertikalt respektive horisontellt fönster vid -20°C utetemperatur med lika glasning och utförande som exempel i avsnittet ovan om fönstrets teoriska U-värde:

- För *vertikalt tvåglasfönster*: blir $U_w = 1,4 \times 1,65 + 2,0 \times 0,35 + 0,108 \times 6 / 1,65 + 0,35 = 1,8$ resp. $1,7$ W/m²K
- För *horisontellt tvåglasfönster*: blir $U_w = 2,0 \times 1,65 + 2,0 \times 0,35 + 0,108 \times 6 / 1,65 + 0,35 = 2,3$ resp. $2,2$ W/m²K

- För *vertikalt treglasfönster*: blir $U_w = 0,7 \times 1,65 + 2,0 \times 0,35 + 0,111 \times 6 / 1,65 + 0,35 = 1,3$ resp. $1,2$ W/m²K
- För *horisontellt treglasfönster*: blir $U_w = 1,1 \times 1,65 + 2,0 \times 0,35 + 0,111 \times 6 / 1,65 + 0,35 = 1,6$ resp. $1,4$ W/m²K

Råd

De U-värden som glasleverantören deklarerar duger inte alls för dimensionering av värmeanläggning och beräkning av energibehov. De deklarerade U-värdena lämpar sig bäst för att jämföra olika glasade konstruktioner eller fönster. En noggrann analys måste göras utifrån hela konstruktionen och de rådande förhållandena.

Det teoretiska U-värdet räcker inte för dimensionering av en byggnads värmeanläggning.

Solskydd

BBR ställer inga krav på vad som är maximalt acceptabla temperaturer eller tillfredsställande termiskt klimat under soliga och varma perioder. Däremot redovisar Allmänna råd från Socialstyrelsen SOSFS 2005:15 "Temperaturer inomhus" värden då "sanitär olägenhet bör bedömas föreligga" för bostäder och arbetslokaler mm av t ex Miljö- och hälsoskyddsnämnd. För att klara dessa krav vid stora uppglasade partier och fönster krävs ofta ett effektivt solskydd.

En beräkning av hur mycket solenergi som kan tillföras ett rum kan göras och simuleras med olika förekommande klimatberäkningsprogram, t ex IDA, eller enklare beräkningsprogram, t ex ParaSol som tillhandahålls från Solskyddsförbundet.

För överslagsberäkning kan acceptabel solenergi till rum relateras till en transmissionsfaktor (T_f) för yttervägg i rum. Om det är känt hur stor glasandelen är av yttervägg kan erforderligt solskydd för glasning beräknas med följande riktvärden i tabell nedan.

Exempel på T_f -värden vid fasadororientering Öst-Syd-Väst.

	T_f
Bostäder med enkelsidiga lägenheter	≤ 0,06
Bostäder med genomgående lägenheter	≤ 0,08
Kontorsarbetsplatser	≤ 0,09
Skolor	≤ 0,10



Glasandel av vägg 75 % $g \leq 0,12$ (0,09/0,75 = 0,12)	Glasandel av vägg 50 % $g \leq 0,18$ (0,09/0,50 = 0,18)	Glasandel av vägg 25 % $g \leq 0,36$ (0,09/0,25 = 0,36)
---	---	---

Värden för transmissionsfaktor gäller för normala rum och byggt teknik. Värdena kan ökas vid exempelvis;

- extra stort rumsdjup (> 1,5 x rumshöjd)
- rumshöjd > 2,7 m
- stor andel synlig "tung konstruktion"
- klimatanläggning med stor kyleffekt

I bilden ovan visas exempel på vilka g-värden som erfordras för kontorsrum med $T_F = 0,09$ vid olika glasandel i fasad.

För att klara dessa låga värden på g behövs solskydd i form av solskyddsglas. Vanligast är mjukbelagda solskyddsglas som fungerar både som solskydd och även har lågemmissiva egenskaper. Dessa glas har ett g-värde på 0,40-0,25, dvs. inte tillräckligt enbart utan behöver kombineras med ytterligare solskydd t ex;

- utvändiga fasta solskydd

Skola i Halden, Norge, med screentryck i form av ett träd i glas.



- rörliga solskydd utvändigt, mellan glas eller invändigt i form av persienner eller dukar.
- mönstertryck på det yttre glaset. Trycket kan utföras som digital tryck eller s.k. screentryck. Trycket bör vara skyddat i lamell eller mot luftspalt i isolerutan och kan utföras med olika kulör, mönster och täthet.

Råd

Problem med att det blir för varmt har blivit allt vanligare i takt med att andelen glasytor i tak och fasader har ökat och därmed de solutsatta glasade konstruktionerna. För att undgå dessa problem är det nödvändigt att göra en ordentlig analys och beräkning av det termiska klimatet och minimera risken för att oacceptabla övertemperaturer uppstår.

Termiska spänningar

Termiska spänningar i glas kan leda till att det spricker. Orsakerna till termiska spänningar kan variera. Värmesystem och brand är två, men det vanligaste är solvärme. Liksom alla material utvidgas glas vid värme. Om värmen inte är jämnt fördelad över glasytan uppstår spänningar mellan varma och kalla delar. Ofta uppstår de största termiska spänningarna i glaskanten eftersom glaskanten är isolerad bakom metall- eller träprofiler och därmed inte värms upp och inte heller utvidgas. De centrala delarna av glaset däremot värms upp och utvidgas. Denna utvidgning ger då upphov till dragkrafter i de mer perifera delarna som inte utvidgas. Dessa dragspänningar kan bli så stora att glaset brister. Mikrosprickor, som ofta finns vid den skurna kanten förorsakade av skärningen, gör då detta område

än mer känsligt för dessa termiska dragspänningar i kanten.

Råd

- Minimera mikrosprickor i glaskanterna genom att se till att de är välskurna eller slipade.
- Se till att spalten mellan glas och gardin på insidan är tillräckligt väl ventilerad så att det inte byggs upp en värmekudde.
- Undvik mörka färger på persienner och gardiner i solutsatta lägen.
- Applicera inte film av olika slag utan att först veta att det inte leder till sådana temperaturspänningar som kan orsaka brott.
- Om risk för större temperaturskillnad över glasyta än 40 K kan uppstå använd värmeförstärkt eller härdat glas vilket tål 100 K resp. 200 K temperaturskillnad. Observera dock att värmeförstärkt glas spricker som vanligt glas och därmed inte är ett personsäkerhetsglas.
- Använd härdat eller värmeförstärkt glas vid slagskugga.

Glas är en integrerad del i byggnader och ingår som en viktig funktionell beståndsdel för helheten

Bygga med glas

Huvudförfattare till boken är Per-Olof Carlson, ACC Glasrådgivare. Ett flertal experter har medverkat bland vilka kan nämnas Tomas Grange, MTK och Lars-Åke Almstedt, ACC Glasrådgivare. Handboken ges ut av Glasbranschföreningen.

Läs mer på Internet
www.acc-glas.se