

# GLASSBYGGESTEIN

## Dimensjoneringsregler – monteringsteknikker

Tekst: Arne Nesje, Byggkeramikforeningen

Tegn.: Mur-Sentret, Vetrorredo

Vegger av glassbyggestein kan oppføres på tre måter;

- murt og fuget med mørtel,
- montert og limt i profiler,
- montert i betongelementer

Artikkelen omhandler primært montering og dimensjonering av glassbyggesteinen murt med mørtel. Liming i profiler og produksjon av elementer omtales kort.

### Dimensjoneringsregler

Glassbyggestein har begrenset kapasitet for trykkbelastning, og veggfelt kan derfor ikke være vertikalt lastbærende. Egenvekten på vegger er ca 100–250 kg/m<sup>2</sup>, avhengig av glasstykkelse og format. Steinene kan bære sin egen last opp til ca 6 meter.

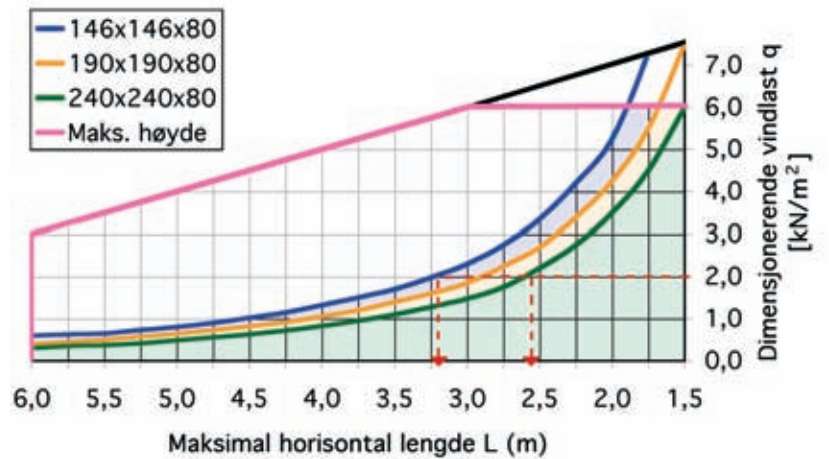
En glassbyggesteinvegg betraktes som en armert betongkonstruksjon. Dimensjoneringsstandard for betong (NS-EN 1992 1-1) benyttes for å beregne armeringsmengde samt maks. størrelse på veggflater av glassbyggestein. Vindlast beregnes etter NS3491-4 Prosjektering av bygningskonstruksjoner.

### Vindlast

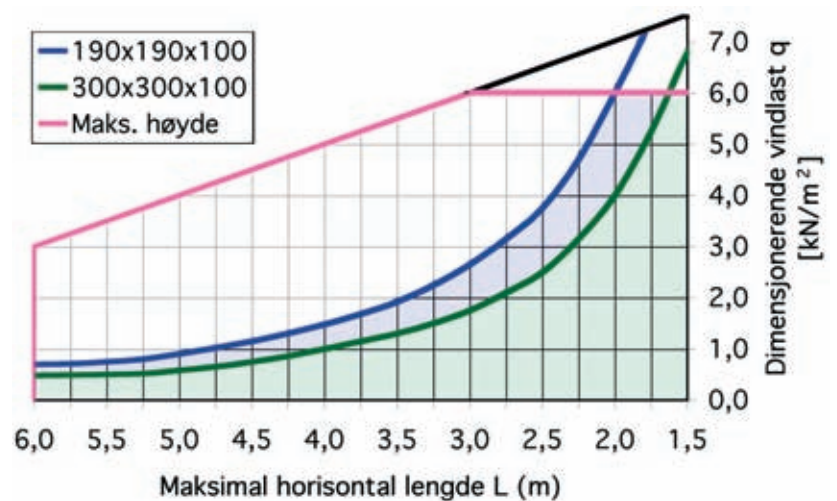
Det er styrken og kapasiteten i de armerte mørtelfugene som tar opp vindlastene, noe som krever vedheft og godt samvirke mellom mørtel og stein.

Veggfeltene kan betraktes og dimensjoneres som 2-sidig, 3-sidig eller 4-sidig opplagret. Ingen sideinnfesting eller toppavslutning kan betraktes som fast innspent, men feltene må fastholdes mot sidelaster.

I Norge har vi for lite materialdata til å foreta nøyaktige statiske beregninger. Vi har derfor forholdt oss til beregninger med talldata fra Tyskland.



Figur 1a:  
Beregningsdiagram: Maks. vegg lengde og høyde for ulike blokkformater med  $b = 80 \text{ mm}$



Figur 1b:  
Beregningsdiagram: Maks. vegg lengde og høyde for ulike blokkformater med  $b = 100 \text{ mm}$

### Dimensjoneringsdiagrammer

Diagrammene 1a og 1b kan benyttes for å gjøre overslag over maksimal horisontal- eller vertikal spennvidde avhengig av vindlast og steinformat.

Beregningene er basert på to-veis fastholdelse (langs sidekantene) og armering i hvert horisontale skift.

Innfestingspartiene og lastoverføringen til resten av bærekonstruksjonen må også dimensjoneres for kunne overføre de aktuelle vindlastene. **Veggfeltene må være sideveis fastholdt ved minst to parallelle sider for at de kan motstå vindlastene uten utkneking av skiven.**

Forutsetninger som er lagt til grunn i diagrammene:

- Diagrammene er basert på sikkerhetsfaktor  $???$  = 1,5 (NS 3491-4).
- Mørtelkvalitet: Mørtelklasse M10 etter NS-EN 998-2, (tidl. mørtelklasse A iht. NS 3120)
- Armeringsberegningene er iht. NS-EN 1992 1 -1. Det er benyttet 2 x 6 mm armeringsjern i hvert horisontale skift. Anbefalt kvalitet er B500 B eller C iht. NS 3576.

Slik brukes diagrammene:

Eksempel 1:

Det skal benyttes en stein av format 240 x 240 x 80 mm. Dimensjonerende vindlast er 2,0 kN/ m<sup>2</sup> (avleses på venstre vertikalakse).

Man finner 2.0 på vertikalaksen og følger den horisontale streken til den krysser linjen for format 240 x 240 x 80 mm. (Rød strek i diagram 1a). Ved å gå vertikalt ned, avleses maksimal veggbredde til 2,6 m.

Eksempel 2:

Det velges en stein med format 146 x 146 x 80 mm. Tabellen viser da en økt maks.bredde opp til 3,25 m, da denne steintypen gir mulighet for høyere fuge- og armeringsandel for å ta opp vindlaster (rød strek i diagram 1a).

Veggene er sideveis fastholdt langs begge sidekantene, men er ikke fast innspent.

#### Begrensning i høyde/breddeforhold

Der er også høydebegrensninger på veggfelt både grunnet horisontalkrefter og egenlast. Ved lange vegger må maksimumshøyden begrenses for å hindre utkneking av veggskiven.

Lengde (meter)	1	2	3	4	5	6
Maks. høyde (meter)	6 (vektbegrens.)	6 (vektbegrens.)	6	5	4	3

Tabell 1:

Maks. høyde for å sikre mot utkneking. NB: Ingen veggfelt skal ha høyde over 6 meter grunnet egenlast og derav knusningsrisiko

#### Toleranser

Loddavvik og planavvik kan gi skjevbelastning samt problemer med armeringsplassering i fugene.

Følgende regler gjelder for toleranser iht. EN 12725

– Glass block Walls. Målerutinene er beskrevet i NS 3420-0:1999 -B11. Loddavvik svekker feltets stabilitet. Men også utseendemessig er det viktig at toleransekravene innfris.

Horisontal eller vertikal målelengde	Maks. toleranseavvik
≤ 50 mm	= ± 2 mm
≤ 300 mm	= ± 4 mm
≤ 1500 mm	= ± 14 mm
≤ 2500 mm	= ± 20 mm

Tabell 2: Toleranseavvik iht. EN 12725

#### Utmåling og tilpasning av felt

De vanligste dimensjonene er 115 x 115, 190 x 190, 240 x 240 eller 300 x 300 mm. Da steinen ikke kan deles, forutsetter det god planlegging av fugebredden (b) samt bredder på kantavslutninger (c)

$$B = (na \cdot a) + (nb \cdot b) + 2c$$

$$H = (na \cdot a) + (nb \cdot b) + 2$$

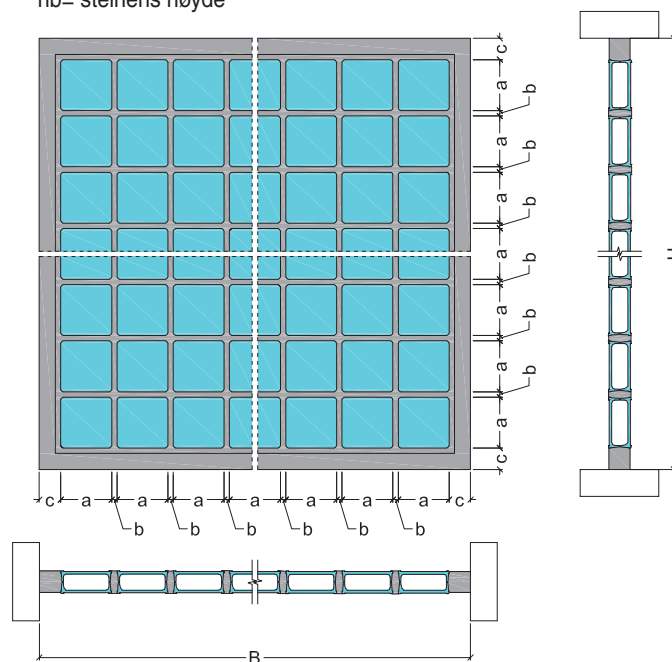
c= antall stein

b= antall fuger

c= bredde på kantavslutning

na= steinens bredde

nb= steinens høyde



Figur 2:

Beregning og tilpasning av glassbyggesteinsfeltets høyde og lengde ut fra åpningens størrelse

#### Mure- og innfestingsteknikker

Veggfeltet mures opp med mørtel og armering i fugene. Armeringen må ligge helt omhyllt av mørtel så den ikke kommer i kontakt med steinen. Mangelfull mørtelomhylling svekker kapasiteten.

Hvis man vertikalarmerer kan man øke den horisontale armeringsavstanden fra hvert til annethvert skift. På store felt bør det foretas beregningskontroll av armeringsmengde. I utvendige vegger må det benyttes korrosjonsbestandig armering; stål med krominnhold minimum 12–13 %.

Som opplager i bunn kan benyttes en armert kant, maks. 80 mm høy, for å gi et stabilt og plant fundament. Første skift må være opplagret på elastisk sjikt, slik at temperaturbevegelser ikke hindres. På sidene, mot tilstøtende søyler eller vegger, lages en armert mørtelkant på 50–100 mm bredde (c), avhengig av hvordan total lengden går opp i steinmodulen.

### Fuging

Som fugemørtel benyttes flisfugemasse. For å unngå fuktgjennomgang i fugene bør det brukes ekstra tette fugemasser, med lite porer. Klassifisering CG2 etter NS-EN 13888 anbefales.

Det er viktig at fugene bearbeides godt, helst med fugejern for å få overflaten tettest mulig.

Hvis fuktgjennomgang opptrer i yttervegger i slagregnrike strøk kan man forsøke å forbedre vanntettheten med vannavvisende tilsetningsstoffer eller påstrykningsprodukter (silan, siloksan eller vannglass). Denne behandlingen må gjentas med jevne mellomrom, da effekten avtar med værpåkjønning og slitasje.

### Bevegelsesfuger

Større veggpartier (over 6 meter) må inndeles i mindre felt så hvert veggparti får mulighet å bevege seg uten at det opptrer tvangskrefter eller spenninger som kan forårsake knusing eller oppsprekking. Fugene må utformes slik at veggskivene kan ta opp temperaturbevegelser i lengderetningen.

Temperaturkoeffisienten til vanlig glass er ca  $8 \times 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$ . Nøyaktige tall for glassblokker har vi ikke, men tyske erfaringer tyder på at  $10 \times 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$  er et relevant tall å benytte ved beregning av temperturbevegelser.

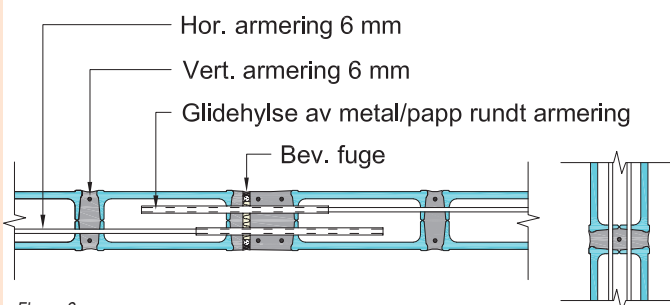
Antas en temperaturforskjell i vegg på  $40^\circ\text{C}$  over året, fra varmeste sommerdag til kaldeste vinternatt, viser tabell 3 at beregnet lengdeendring er 2,4 mm over 6 meters vegg-lengde. Økes temperaturvariasjonen til f.eks.  $60^\circ\text{C}$  øker lengdeendringen til 3,6 mm.

Temperatur-differanse	Vegg-lengde			
	1 m	3 m	6 m	10 m
$40^\circ\text{C}$	0,4 mm	1,2 mm	2,4 mm	4 mm
$60^\circ\text{C}$	0,6 mm	1,8 mm	3,6 mm	6 mm

Tabell 3:

Lengdeendringer av yttervegger basert på temperaturvariasjoner over året

Veggskiver med lengde over 6 meter må være inndelt med bevegelsesfuger, samtidig som vegg trenger sideveis avstøtning. Dette gjøres ved å bruke en glidehylse på armeringen som krysser fugen (figur 3). I selve fugen benyttes celleplast som bunnfylling og fugen forsegles med egnet elastisk fugemasse.



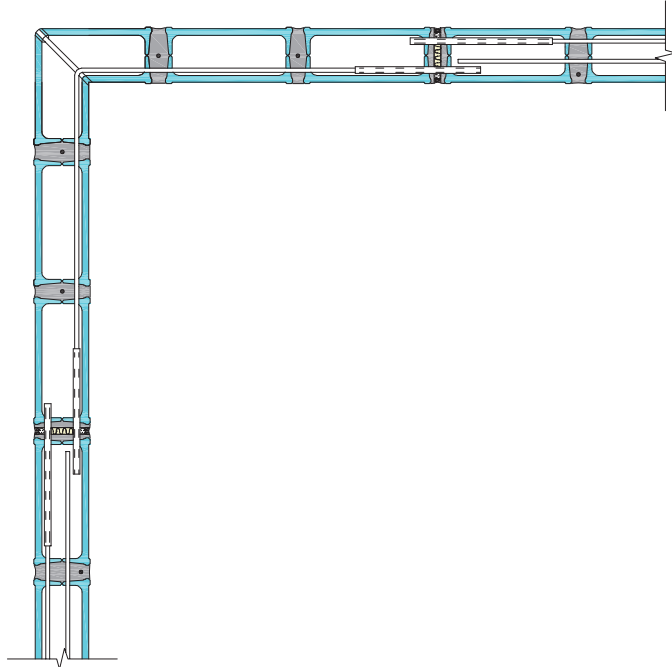
Figur 3:

Fugeutforming og armeringsprinsipp ved inndeling av veggfelt

Mot tilstøtende søyler og vegger må det også være lagt inn bevegelsesmuligheter i lengderetningen. Én måte å gjøre det på er at veggfeltet avsluttes inn i et metall U-profil med bunnfylling av et elastisk materiale.

Hjørnene er et svakt punkt. Bevegelsesfuger må ikke plasseres i hjørner da risikoen for oppsprekking da øker; bevegelsene fra to veggretninger møtes der.

Fuger legges derfor ca 600 mm inn fra hjørnene.



Figur 4:

Prinsipp med fuger plassert inn fra hjørnene

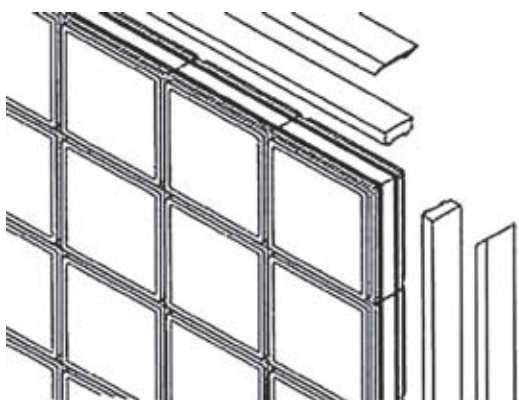
Veggfelt kan utformes som en bue. Buen fås mest mulig sirkulær ved å benytte de minste formatene ( $B = 115$  eller  $190 \text{ mm}$ ) Minimum fugebrede på buene innside må ikke lages tynnere enn 8 mm. Horisontale, men også vertikale fuger kan her armeres.

### Glassbyggestein montert og limt i profiler

Brukt som innvendige vegger kan steinene monteres i horisontale og vertikale plastprofiler (mellomlagslister) som gjør at vegg opptrer som en stiv og stabil ramme. Profilene påføres lim og steinene monteres i profilet. Når limet er tørket kan fuging starte med egnet sementbasert fugemasse.

Veggen kan lages i høyde og lengde opp til  $3,5 \times 1,4$  meter hvis vegg fastholdes langs tre kanter (bunn, topp og en sidekant).

Har ikke vegg sideveis fastholdelse i toppen er maksimal høyde 2,2 m. (De oppgitte maksimalverdiene varierer noe fra leverandør til leverandør)

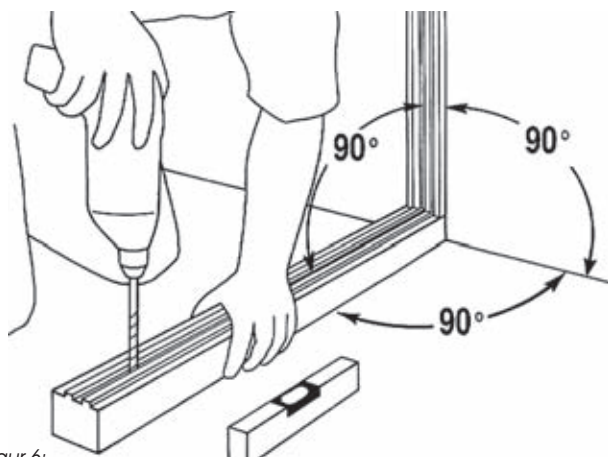


Figur 5:  
Liming av steinene i profiler gir fleksibel og rask montering.

#### Merknader

Montering i profiler er ikke anbefalt for utendørs bruk. Vær oppmerksom på at ved anvendelse i våtrom med varmekabler eller andre steder med bevegelser i underlaget må ikke disse bevegelsene kunne overføres til steinene eller profilene. For å unngå oppsprekking i glassbyggfellene må det legges inn et fleksibelt sjikt mellom golv og profil (neopren, silikon eller tilsvarende) som kan ta opp bevegelsene.

Også der hvor det benyttes sidekantprofiler (U- profiler) i metall skal det benyttes et elastisk materiale mellom stein og profil så materialene har mulighet å bevege seg uavhengig av hverandre.



Figur 6:  
Profilene settes nøyaktig ut i vater og vinkel og festes

#### Glassbyggestein montert i prefabrikkerte betongelementer

Elementene produseres på fabrikk ved at blokkene legges ut på et gummiraster, fugene armeres, og formen fylles med egnet sementbasert støpemasse. Elementet må ha en omramming av armert betong, alternativt stålramme, slik at elementene blir stabile i transportfasen. Betongkantene gjør det enkelt å forankre og fuge mellom bygningselementene på byggeplass. Støpemassen må være mest mulig vannrett. Om nødvendig skal fugen impregneres (med silan-, siloksan- eller vannglassbasert middel).



Figur 7:  
Prefabrikkerte  
elementer med  
glassbyggestein

Elementene må prosjekteres slik at det ikke overføres vertikallast fra ett element til et annet, med mindre selve betongrammen er så stiv at steinene ikke får trykk ved evt. lastdeformasjon fra kantene.

#### Renhold og vedlikehold

Flater av glassbyggestein er enkle å renholde og vedlikeholde. Selve steinen er vedlikeholdsfri, men fugene krever omtanke. I dusj-områder og steder hvor det er mye smuss, er det viktig å bruke glatte, vannavvisende fugemasser. Ved muring og fugging av glassbyggestein skal man være klar over at våt sementbasert fugemasse etses glass. Mørtelsøl skal derfor straks fjernes fra glassoverflaten.

Hvis det opptrer fuktgjennomgang eller kalkutfellinger på innsiden av en yttervegg bør man undersøke om fugen er mangelfullt utført eller om det skyldes uheldig valg av mørtel eller fugemasse. Impregnering av fugen med egnet tettemiddel kan forsøkes, men erfaringene er varierende.

Hvis en blokk knuses, kan den erstattes ved å meisle ut fugen og skifte til stein av samme type. Noe fargeavvik på fugemørtelen må foreventes i starten før veggen langsomt nedsmusses og skjuler ulikhetene.

#### Litteratur

- /1/ Technical information – Solaris
- /2/ NS-EN 357 Bygningsglass – Klassifisering av brannmotstand
- /3/ Glassbyggestein i fasader – Byggforskserien blad 523-641
- /4/ NS3491-4 Prosjektering av bygningskonstruksjoner – Vindlaster
- /5/ EN 12725 Glass Block Walls – Design, dimensions and performance
- /6/ En 1051-1 Glass in buildings – Definitions and description
- /7/ Glassbyggestein, Byggkeramikkforeingen Informerer nr 3/2004
- /8/ DIN 4242 Glasbaustein Wände
- /9/ REN – veiledning til teknisk forskrift