

informerer

Nr 2- 2006

Glassbyggestein. Dimensjoneringsregler og monteringsteknikker.

Av Arne Nesje, Byggkeramikforeningen

Glassbyggestein har de senere årene fått en renessanse. Bruksområdene er flere. De brukes vesentlig innvendig, men kan også benyttes i yttervegger. Det har foreligget lite teknisk dokumentasjon om produktene. Vi har derfor framskaffet og systematisert informasjon som trengs for å velge riktig produkt på riktig sted. Vegger av glassbyggestein kan oppføres på tre måter; murt og fuget med mørtel, montert og limt i profiler, montert i betongelementer. Denne artikkelen tar for seg primært monteringsteknikker og dimensjoneringsregler hvor steinene mures med mørtel. Liming i profiler og samt produksjon av betongelementer omhandles kortfattet.

Dimensjoneringsregler

Glassbyggestein har begrenset kapasitet til å ta opp trykklast og veggfelter kan derfor ikke være vertikalt lastbærende. Egenvekten på vegger er ca 100 – 250 kg / m² avhengig av glasstykkelse og format. Steinene kan bære sin egen last opp til ca 6 meter. En glassbyggesteinvegg betraktes som en armert betongkonstruksjon. Dimensjoneringsstandarden for betong (NS-EN 1992 1-1) benyttes for å beregne armeringsmengder samt hvor store veggflater som kan oppføres av glassbyggestein. Vindbelastningen beregnes etter NS3491-4 Prosjektering av bygningskonstruksjoner.

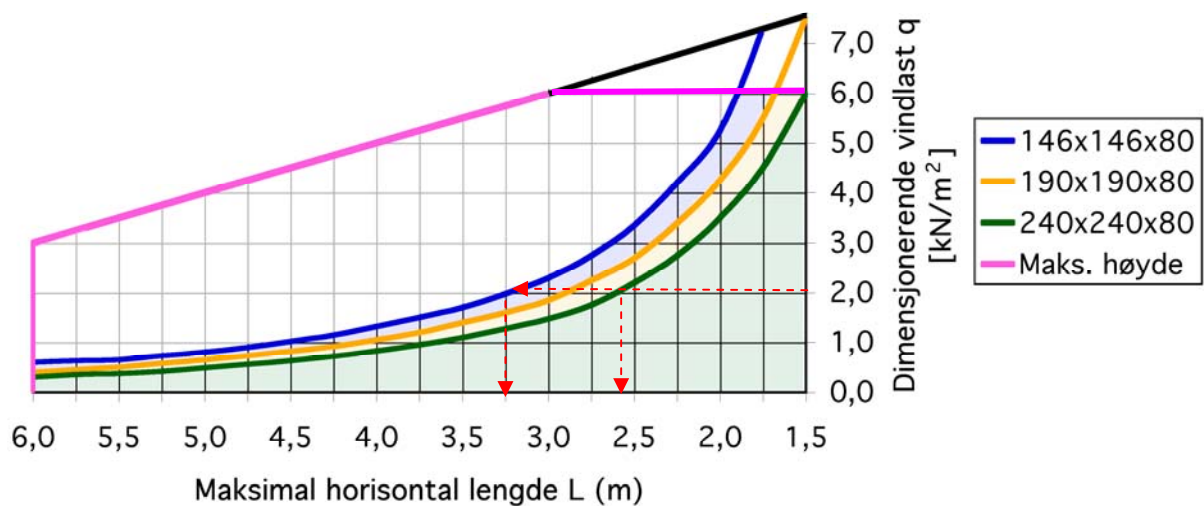
Vindlaster.

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 å være fast innspent, men feltene må fastholdes mot sidelaster. I Norge har vi for lite materialdata på stein og mørtel til å gjøre nøyaktige statiske beregninger. Vi har derfor forholdt oss til tilgjengelige beregninger med talldata fra Tyskland hvor anvendelsen av og erfaringen med slike produkter er større enn her.

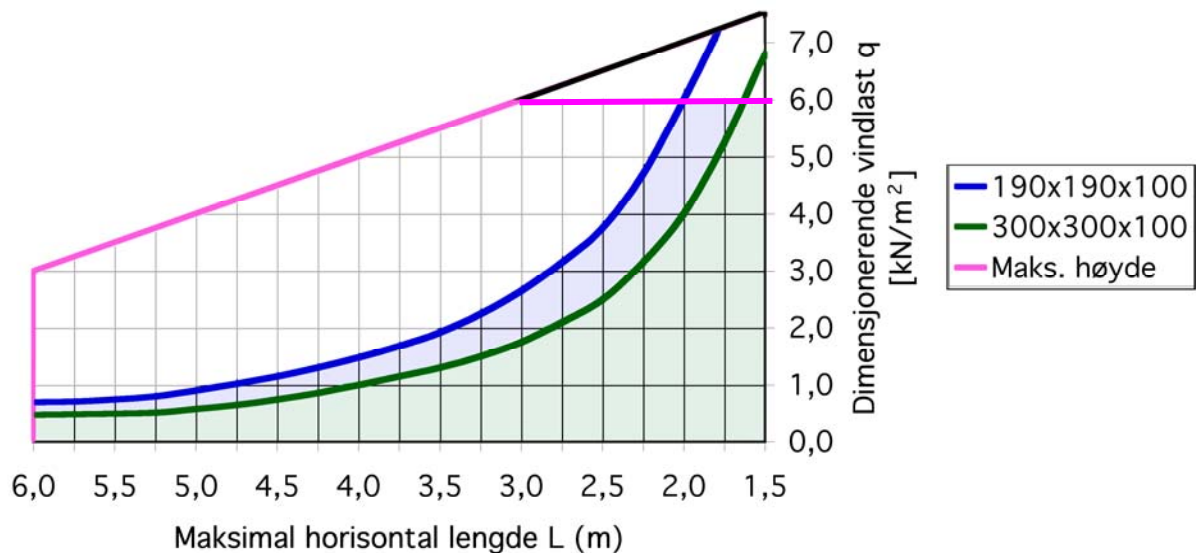
Dimensjoneringsdiagrammer

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.



Figur 1a: Beregningsdiagrammer for maksimal vegg lengde og høyde for ulike blokkformater med 80 mm bredde.



Figur 1 b: Beregningsdiagrammer for maksimal vegg lengde og høyde for ulike blokkformater med 100 mm bredde.

Forutsetninger som er lagt til grunn i diagrammene:

Diagrammene er basert på sikkerhetsfaktor på $\gamma = 1,5$ (NS 3491-4).

Mørtelkvalitet: Mørtelklasse M10 etter NS -EN 998-2, (Tidligere kalt Mørtelklasse A iht. NS 3120)

Armeringsberegningene er iht. NS-EN 1992 1 -1. Det er benyttet en armeringsmengde på 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 x240 x 80 mm

Dimensjonerende vindlast er 2,0 kN/ m² (Avleses på venstre vertikalakse)

Man finner 2.0 på vertikalaksen og følger den horisontale streken til den krysser linjen for format 240 x240 x 80 mm. (Rød strek i diagram 1a). Ved å gå vertikalt ned så avleses maksimal vegg bredde til 2,6m.

Eksempel 2:

Det velges en stein med format 146 x 146 x 80 mm. Tabellen viser da en økt maksimal tillatt bredde opp til 3,25 meter da denne steintypen gir mulighet for høyere fuge- og armeringsandel for å ta opp vindlastene. (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 veggfeltene både grunnet horisontalkrefter og egenlast. Ved lange vegger må maksimalhøyden begrenses for å hindre utkneking av veggskiven.

Lengde i meter	1	2	3	4	5	6
Maksimal høyde i meter	6 (vekt- begrensning)	6 (vekt- begrensning)	6	5	4	3

Tabell 1 viser maksimal høyde for å sikre at utkneking ikke opptrer. Merk at ingen veggfelt må ha høyde over 6 meter grunnet egenlasten og derav knusningsrisiko .

Toleranser

Loddavvik og planavvik kan resultere i skjevbelastning samt at man får 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	Maksimalt 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 felter.

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

$$B = (n_a \cdot a) + (n_b \cdot b) + 2c$$

$$H = (n_a \cdot a) + (n_b \cdot b) + 2c$$

c= antall stein

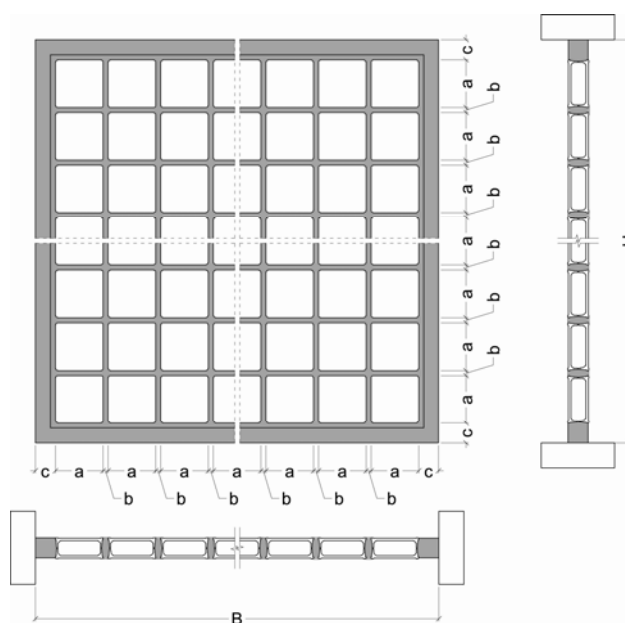
b= antall fuger

c= bredde på kantavslutning

n_a= steinens bredde

n_b= steinens høyde

Figur 2 viser hvordan man beregner og tilpasser høyde og lengde ut fra arealet som feltet skal utfylle.



Mure- og innfestingsteknikker

Veggfeltene mures opp av mørtel med armering i fugene. Armeringen må ligge helt omhyllt av mørtel så den ikke kommer i kontakt med steinene. Mangelfull mørtelomhylling svekker kapasiteten. Hvis man vertikalarmerer kan man øke den horisontale armeringsavstanden til fra hvert til annethvert skift. Generelt på store felt bør beregningskontroll av armeringsmengde utføres. For utvendige vegger utsatt for slagregn må det benyttes korrosjonsbestandig armering. Av de korrosjonsbestandige kvalitetene bør det benyttes stål med krominnhold minimum 12 – 13 %.

Som opplager i bunn kan benyttes en armert kant på maksimalt 80 mm høyde for å gi et stabilt og plant fundament. Første skiftet må være opplagret i bunn på elastisk sjikt så bevegelser grunnet temperaturvariasjoner ikke hindres. På sidene mot tilstøtende søyler eller vegger, langes en armert mørtelkant på 50 – 100 mm bredde (c), avhengig hvordan totallengden går opp i steinmodulen.

Fuging

Som fugemørtel benyttes flisfugemasse. Da fuktgjennomgang i fuger er lite ønskelig anbefales fugemasser som har lite porer og som er tettere enn standard fugemasser. Masser klassifisert 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 slagregnrrike strøk kan man forsøke å forbedre vanntettheten med vannavvisende tilsetningsstoffer eller påstrykningsprodukter (silan, siloksan eller vannglass). Denne behandlingen må forventes å måtte gjentas med jevne mellomrom da effekten av slike stoffer avtar med værpåkjønning og slitasje.

Bevegelsesfuger.

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

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 veggen over året, fra varmeste sommerdag til kaldeste vinternatt på 40° C viser tabell 3 at den beregnede lengdeendringen er 2,4 m over 6 meters vegg lengde. Økes temperaturvariasjonen til for eksempel 60° C øker lengdeendringen til 3,6 mm. ,

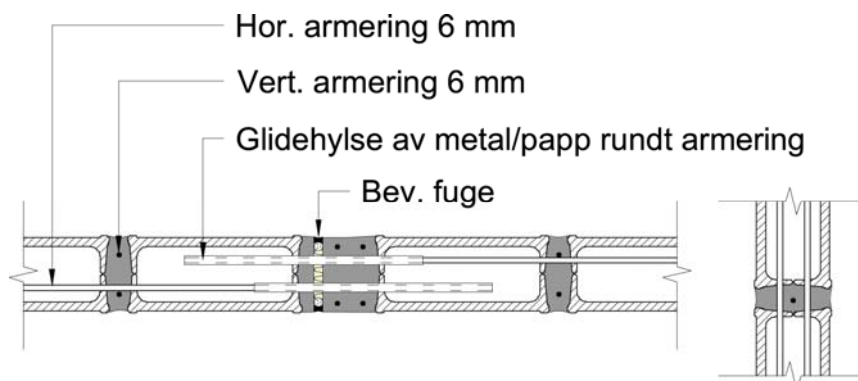
Temperaturdifferanse	1 m vegg lengde	3 m vegg lengde	6 m vegg lengde	10 m vegg lengde
40° C	0,4 mm	1,2 mm	2,4 mm	4 mm
60° C	0,6	1,8	3,6 mm	6 mm

Tabell 3: Lengdeendringer av yttervegger basert på temperaturvariasjoner over året.

Veggskiver med lengde over 6 meter må være inndelt med bevegelsesfuger, samtidig som veggen 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 viser fugeutforming og armeringsprinsipp ved inndeling av veggfelt.

Mot tilstøtende søyler og vegger må det også være lagt inn bevegelsesmuligheter i lengderetningen. En måte å

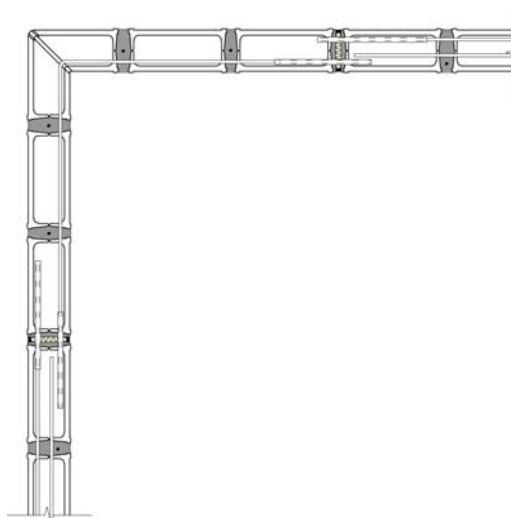


gjøre det på er at veggfeltet avsluttes inn i et metall U-profil med bunnfylling av et elastisk materiale.

Hjørnene er et svakt punkt. Bevegelsesfuger må ikke plasseres i hjørner da risikoen for oppsprekking da øker fordi bevegelsene fra to veggretninger møtes der. Fuger legges derfor ca 600 mm inn fra hjørnene.

Figur 4 viser 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 mm) Minimum fugebrede på buene innside må ikke lages tynnere enn 8 mm. Horisontale, men også vertikale fuger kan her armeres.

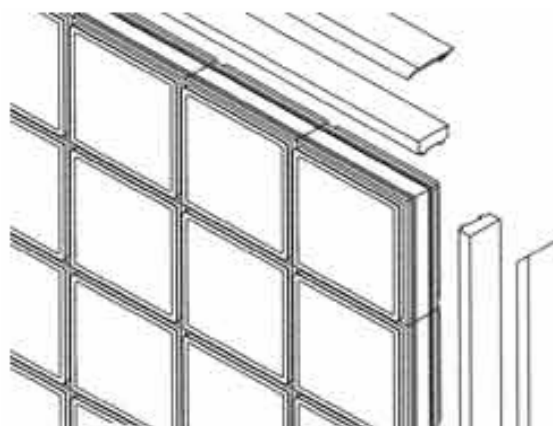


Glassbyggestein montert og limt i profiler

Brukt som innvendige vegger kan steinene monteres i horisontale og vertikale plastprofiler (mellomlagslister) som gjør at veggen opptre 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 x 1,4 meter hvis veggen fastholdes langs tre kanter (bunn, topp og en sidekant) .

Har ikke veggen 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.

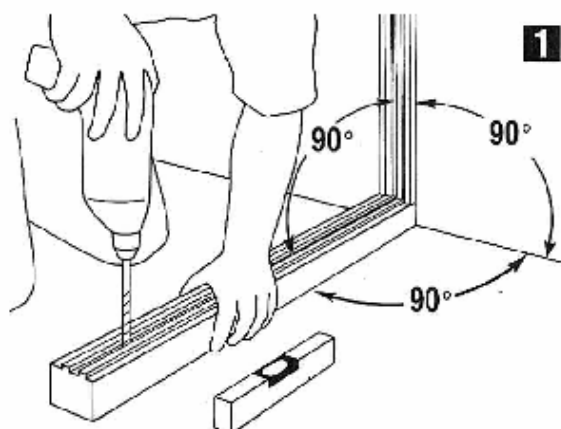
Merknader

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 glassbyggfeltene 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 omramning av armert betong, alternativt stållamme, så elementene blir stabile i transportfasen. Betongkantene gjør det enkelt på byggeplassen å forankre og fuge mellom bygningselementene. Støpemassen må være mest mulig vannnett. Om nødvendig skal fugen behandles med et impregneringsmiddel (silan, siloksan eller vannglass).



Figur 7: Eksempel elementbygg i på glassbyggestein.

Elementene må prosjekteres så det ikke overføres vertikal laster fra ene elementet til det andre med mindre at 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 steinene er vedlikeholdsfri, men fugene krever omtanke. I dusjområder og steder hvor det er mye smuss, er det viktig at det brukes fugemasser som er mest mulig glatte og vannavvisende. Ved fuging av glassbyggestein skal man være klar over at våt sementbasert fugemasse etser glass. Mørtelsøl fra muring og fuging 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 det er uheldig valg av mure eller fugemasse.

Impregnering av fugen med et egnet tettemiddel kan forsøkes, men erfaringene er varierende mht. virkningsgrad.

Hvis en blokk knuses kan den erstattes med å meisle ut fugen og skifte til stein av samme type. Noe fargeavvik på fugemørtelen må forventes 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 –Byggforskeren 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 , Byggkeramikforeingen Informerer nr 3 / 2004*

/8/ *DIN 4242 Glasbaustein Wände*

/9/ *REN – veiledning til teknisk forskrift*