

# Prøvingsrapport

## Mekanisk prøving av glassrekkverk for Fana Glass AS

Foretaksregister:  
NO 948 007 029 MVA

**Dato:**  
2017-05-05

**Prosjektleder/forfatter(e):**  
Magnus Kron

**Oppdragsgivere(e):**  
Fana Glass AS

**Oppdragsgivers referanse:**  
Referanse

**Prosjektnummer:**  
102015266

**Antall sider og vedlegg:**  
9 + vedlegg

**Sammendrag:**

SINTEF Byggforsk fikk i oppdrag av Fana Glass AS å utføre mekanisk prøving på dekkeforkantmontert og toppmontert glassrekkverk. I begge rekkverkene er glasset klemt til vertikalsidene av stolpene og det er håndløper over glasset. Glasset er herdet og laminert og med tykkelse 8,76 mm laminert med pvb-laminering, høyde ca. 1 m og senteravstand 1,3 m mellom stolpene.

Prøvingen som er utført er pendelprøving etter en prøvemetode basert på NS-EN 12600, samt prøving av stivhet og styrke ved påføring av punktlast med SINTEF Byggforsks egenutviklede prøvemetode basert på lastene angitt i NS 3510:2015. Det ble også prøvd styrke og stivhet på rekkverksstolpene.

I følge SINTEF Byggforsk sine retningslinjer for mekanisk prøving har det toppmonterte glassrekkverket bestått prøving for bruksområde A, B og C1.

Det dekkeforkant monterte rekkverket har bestått prøvingen for bruksområde A, B, C1-C4 og D.

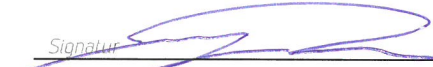

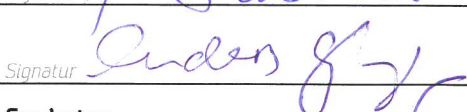
For flere resultater se i rapport og kap. 4.

**Prosjektleder/forfatter:**  
Magnus Kron

**Kontrollert av:**  
Dag Henning Sæther/Jan-Fredrik Aasheim

**Godkjent av:**  
Anders Fylling

**Rapport nr:**  
2017:00035

Signatur   
Signatur   
Signatur 

**Gradering:**  
Fortrolig

## 1 BAKGRUNN

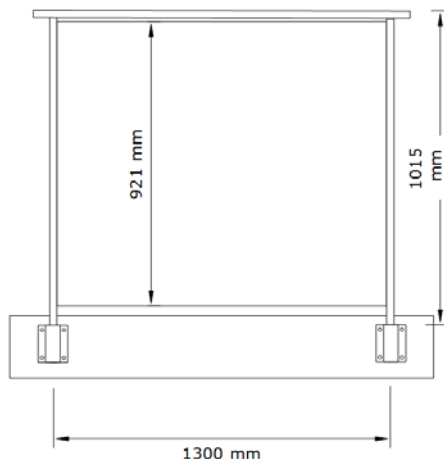
SINTEF Byggforsk fikk i januar 2017, i oppdrag av Fana Glass AS å utføre mekanisk prøving på glassrekkverk. Prøvingene ble utført på SINTEF Byggforsk laboratorier i Oslo 6/3, 31/3, 27/4 og 4/5 2017. Prøvingene utføres etter prøveretningslinjer og krav som SINTEF Byggforsk har tatt frem i samarbeid med Glass og fasadeforeningen.

## 2 PRØVER

Det ble prøvd glassrekkverk som er dekkeforkant montert og topp montert. I begge rekkverkene er glasset klemt til stolpene på hver vertikal side. Det er håndløper over glasset. Glasset er 8,76 mm herdet og laminert. CG-glass er leverandør og det er opplyst at glasset er CE-merket. Glasset er laminert med en pvb-laminering, høyde på glasset ble målt til 921 mm og med bredde 1277 mm. Det er senteravstand på ca. 1300 mm mellom stolpene. Stolper som er prøvd er 50 mm brede og 57 mm dype på siden som det er fals i for glasset, se også [vedlegg A](#). Stolper er festet inn i betongbjelke i prøverigg med fire ekspansjonsbolter merket 30/39 A4 og B M8 A4. ved rekkverksprøvingen. Stolper og håndlister er utført i ekstrudert aluminium. Håndlist var skrudd i stolper på innside og utside av stolpe ved prøving. Dette var skrue på én side i monteringsavisning. Shims er levert av Bergen Plastic AS og i tykkelse 1 mm.

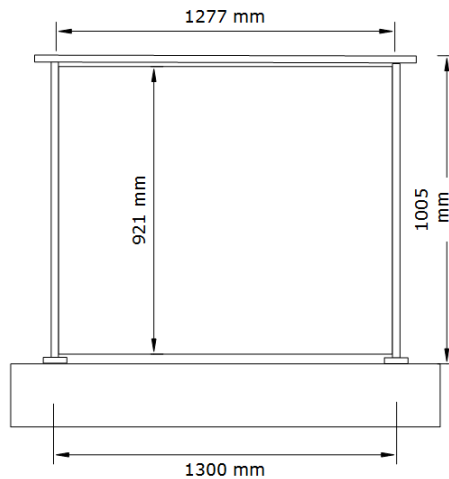
Prøver ble merket ved mottagelse på laboratoriet med V-505 og er beskrevet i rapport som A1, A2 osv. Videre ble det mottatt prøver merket ved med V-533 og beskrevet i rapport som C1, C2 osv. Det ble prøvd stolper benevnt som B. Disse ble justert etter første prøving etter oppdragsgivers ønske og justert versjon er her benevnt som C.

Dekkeforkantmonterte stolper er 990 mm over brakett. Fra topp brakett til topp håndløper er avstanden 1015 mm. Stolper er 1170 mm høye, se Figur 1.



**Figur 1.** Prøve av dekkeforkantmonterte glassrekkverk

Toppmonterte stolper var plassert med senteravstand på 1300 mm og høyden på rekkverket var 1005 mm til topp håndlist, se Figur 2.



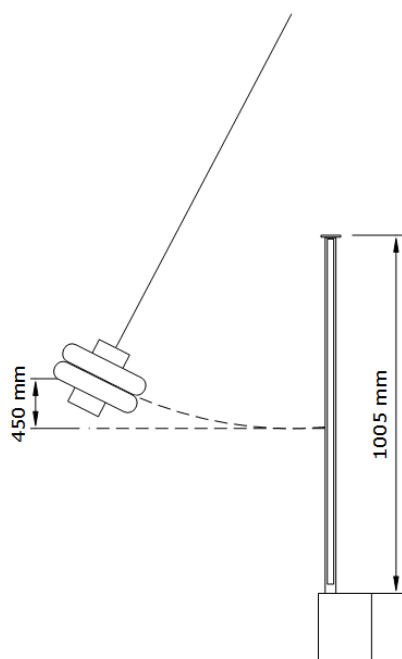
**Figur 2.** Prøve av toppmontert rekkverk.

Prøving ble utført av Jan-Fredrik Aasheim, Dag Henning Sæther, Magnus Kron samt Øyvind Fanavoll og Pål Fonn var til stede ved rekkverksprøvingen og monterte rekkverksprøvene.

### 3 PRØVEMETODER

#### 3.1 Pendelprøving

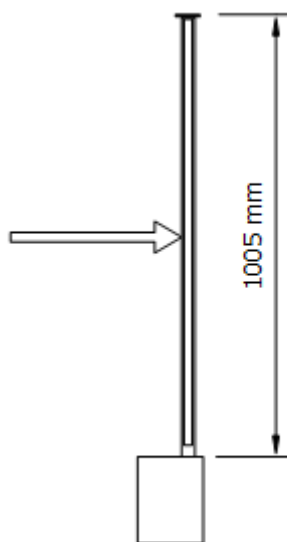
Modifisert prøving etter NS-EN 12600 med pendel som veier 50 kg. Prøvemethode og krav er beskrevet i NBI-metode 170 del C. Pendelen slippes fra en høyde 450 mm mot midten av glassruten. For å bestå prøvingen skal det ikke oppstå skader på glass eller innfesting, og glassrekkverket skal fortsatt kunne oppta mekanisk belastning. Prøvene ble montert på en betongbjelke i en rekkverksprøverigg som var festet i gulvet. Prøvene ble montert av representanter fra Fana Glass AS. For prøveoppsett, se [figur 3](#).



**Figur 3.** Pendelprøving

### 3.2 Prøving av stivhet og styrke ved punktlast på glassrekkverket

Prøving av stivhet og styrke på glassrekkverk ble utført ved at det ble påført en horisontal punktlast i midt i glassruten av rekkverket. Dette er SINTEF Byggforsks egenutviklede prøvemetode etter lastforutsetninger i NS 3510:2015. Pålastningen var deformasjonsstyrt. Lasten ble påført med en elektrisk styrt pålastningssylinder. Lasten ble fordelt ut til en punktlast via en leddet, gummibekledd stålplate på 100 x 100 mm. Pålastningstrinnene er 0,25 kN, 0,375 kN og videre ev. til brudd eller til 3 ganger definert last i NS3510. Det ble brukt posisjongiver for måling av deformasjon målt i senter av glasset og på toppen av glasset. Lasten ble holdt konstant i 30 sekunder på de forskjellige nivåene før videre pålastning. Prøveoppsettet er vist i [figur 4](#) og [foto 1](#).



**Figur 4.** Prøving av stivhet og styrke ved punktlast på glasset.



**Foto 1.** Prøving av stivhet og styrke ved punktlast på glasset.

### 3.3 Prøving av stivhet og styrke for rekkverksstolpene

Prøving av stivhet og styrke på rekkverksstolper ble utført ved at det ble påført last i en utkraget rekkverksstolpe festet i en prøverigg og prøvd i universalprøvemaskin med nr. MO 5567 etter SINTEF Byggforsks egenutviklede prøvemetode etter lastforutsetninger i NS 3510:2015. Pålastningen var deformasjonsstyrt med en hastighet på 25 mm/min. Det var fra oppdragsgiver oppgitt at stolper skulle plasseres med senteravstand på 1300 mm. Lasten ble påført i toppen på stolpen via en ramme. Pålastningstrinnene er 1 kN/m, 1,5 kN/m og ev. til brudd. Siden den totale bredden på glassrekkverket er 1,3 m ble pålastningstrinnene 1,3 kN, 1,95 kN, og 2,95 eller til brudd eller til mer enn 200 mm deformasjon i toppen av rekkverksstolpen. Lasten ble holdt konstant i 5 sekunder på de forskjellige nivåene før videre pålastning. Prøveoppsettet er vist i [foto 2.](#) og [foto 3.](#)



Foto 2. Oppsett for prøving av stivhet og styrke for toppmonterte rekkverksstolper



Foto 3. Oppsett for prøving av stivhet og styrke for dekkeforkantmonterte rekkverksstolper

## 4 RESULTATER

### 4.1 Prøving av stivhet og styrke på rekkverksstolpene

I kategori A, B og C1 i NS 3510 er deformasjonskravet 50 mm ved 1,0 kN/m belastning. I kategori C2-C4 og D i NS 3510 er deformasjonskravet 50 mm ved 1,5 kN/m belastning. Med oppgitt senteravstand på stolpene på 1,3 m blir deformasjonen kontrollert ved henholdsvis 1,3 kN og 1,95 kN. Styrkekravet til glassrekkverket er en kapasitet på minimum 1,5 x belastningen for bruksområdet i følge SINTEF Byggforsk sine prøveretningslinjer, se resultat i tabell 1 og 2.

### 4.2 Pendelprøving

I følge SINTEF Byggforsk sine retningslinjer for prøving av glassrekkverk og glassinnervegger skal glassrekkverk prøves med tung støt mitt i ruten uten skader med en fallhøyde på 450 mm for glassrekkverk plassert hvor det er høydeforskjell på > 0,5 m, se resultat i tabell 3.

### 4.3 Prøving av stivhet og styrke på glassrekkverket ved punktlast

I kategori A, B, C1-C4 og D i NS 3510 er deformasjonskravet 50 mm ved 0,25 kN belastning. Styrkekravet til glassrekkverket er at det skal ha en kapasitet på minimum 1,5x0,25 kN i følge SINTEF Byggforsk sine prøveretningslinjer, se resultat i tabell 3.

### 4.4 Sammenstilling av resultater

Resultater fra prøving av toppmonterte stolper er gitt i Tabell 1 og dekkeforkantmonterte stolper er gitt i Tabell 2.

**Tabell 1.** Resultat fra prøving av toppmonterte rekkverksstolper

Prøve	Deformasjon ved 1,3 kN [mm]	Deformasjon ved 1,95 kN [mm]	Bruddlast [kN]	Notater
A1	24,7	39,3	2,47	Varig deformasjon etter 1. lasttrinn er 1,7 mm og etter 2. lasttrinn 4,2 mm. Brudd ved ca. 75 mm deformasjon. Brudd opptrer først i skruer mellom fot og stolpe
A2	23,0	35,4	2,53	Varig deformasjon etter 1. lasttrinn er 0,2 mm, etter 2. lasttrinn 1,2 mm og 3. lasttrinn 3,9 mm. Maks belastning ved ca. 79,8 mm deformasjon og brudd ved ca. 136 mm.
A3	24,2	37,6	2,54	Varig deformasjon etter 1. lasttrinn er 1,2 mm, etter 2. lasttrinn 2,9 mm og 3. lasttrinn 5,1 mm. Maks belastning ved ca. 81,8 mm deformasjon og brudd ved ca. 136 mm.
Gj.snitt	24,0	37,4	2,51	

**Tabell 2.** Resultat fra prøving av dekkeforkantmonterte stolper

Prøve	Deformasjon ved 1,3 kN [mm]	Deformasjon ved 1,95 kN [mm]	Deformasjon ved 2,925 kN [mm]	Maks prøve last [kN]	Notater
C1	29,5	47,0	82,6	3,31	Varig deformasjon etter 1. lasttrinn er 1,6 mm, etter 2. lasttrinn 4,3 mm og etter 3. lasttrinn 17,1 mm. Prøvingen ble stoppet etter maks oppnåelig prøvelast
C2	30,7	48,8	88,5	3,26	Varig deformasjon etter 1. lasttrinn er 1,8 mm, etter 2. lasttrinn 5,2 mm og etter 3. lasttrinn 21,2 mm. Prøvingen ble stoppet ved 200 mm deformasjon
C3	29,4	46,6	79,6	2,93	Varig deformasjon etter 1. lasttrinn er 3,5 mm, etter 2. lasttrinn 7,0 mm og etter 3. lasttrinn 12,8 mm. Prøvingen ble stoppet etter avlastning fra minimum bruddlast 2,925 kN for å inspisere deformasjoner
Gjennomsnitt	29,8	47,5	-	-	

**Tabell 3.** Resultat av pendelprøving og stivhetsprøving og styrke på glassrekkverket

Prøve	Tungt støt (Fallhøyde 450 mm)	Deformasjon midt i glassruten ved 0,25 kN (mm)	Deformasjon midt i glassruten ved 0,375 kN (mm)	Deformasjon midt i glassruten ved 0,75 kN (mm)	Notater
C4 Dekkeforkant montert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	8	16	Ingen skader eller varig deformasjon
C5 Dekkeforkant montert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	9	17	Byttet glass og pakning, stolper og håndløper samme som prøve

					1. Ingen skader eller varig deformasjon
C6 Dekkeforkant montert	Ingen skader <b>Bestått</b>	4	8	16	Nye produkter. Ingen skader eller varig deformasjon
C7 Dekkeforkant montert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	7	15	Nye produkter. Det ble belastet til 3,2 kN og deformasjonen var 62 mm. Prøvingen ble avbrutt her før brudd
A4 Toppmontert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	9	16	Ingen skader eller varig deformasjon
A5 Toppmontert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	7	15	Ny glassrute Ingen skader eller varig deformasjon
A6 Toppmontert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	7	15	Nye produkter. Ingen skader eller varig deformasjon
A7 Toppmontert	Ingen skader <b>Bestått</b>	5	7	15	Nye produkter. Ingen skader eller varig deformasjon
A7	900 mm Litt større slakk på stolper				Høyere fallhøyde
A8	1200 mm Glasset knust				Høyere fallhøyde

## 5 VURDERING

I følge SINTEF Byggforsk sine retningslinjer for prøving av glassrekkverk har det toppmonterte glassrekkverk prøve A1, A2 osv. oppfylt kravene til stivhet og styrke på rekkverksstolpene for bruksområde A, B og C1. Kravene for pendelprøving er oppnått for bruksområde A, B, C1-C4 og D. For punktlastprøving er kravet oppfylt for bruksområde A, B, C1-C5 og D.

I følge SINTEF Byggforsk sine retningslinjer for prøving av glassrekkverk har det dekkeforkant monterte glassrekkverket prøve C1, C2 osv. oppfylt kravene til stivhet og styrke på rekkverksstolpene for bruksområde A, B, C1-C4 og D. Kravene for pendelprøving er oppnått for bruksområde A, B, C1-C4 og D. For punktlastprøving er kravet oppfylt for bruksområde A, B, C1-C5 og D.

Vi anbefaler at håndløper på rekkverket, vist på tegning 10860X i vedlegg A. Utformes slik at den ikke inviterer til plassering av gjenstander som kan falle ned. Etter prøving ble forslag på ny håndløper oversendt vist i vedlegg A på tegning 21561X. Denne oppfyller våre krav hva det gjelder invitasjon av

plassering av gjenstander som kan falle ned. Ny håndløper oppfyller også mest sannsynlig kravene til mekanisk belastning.

## **6 KONKLUSJON**

I følge SINTEF Byggforsk sine retningslinjer for mekanisk prøving har det toppmonterte glassrekkverket bestått prøving for bruksområde A, B og C1.

Det dekkeforkantmonterte rekkverket har bestått prøvingen for bruksområde A, B, C1-C4 og D.