

2021:00514 - Fortrolig

Prøvingsrapport

Mekanisk prøving av glass- og spilerekkverk for Bolig Engros AS

Forfatter

Jan-Fredrik Aasheim



EMNEORD:

Glassrekkverk,
spilerekkverk, NS 3510,
EN 12600

Prøvingsrapport

Mekanisk prøving av glass- og spilerekkverk for Bolig Engros AS

VERSION
01DATO
2021-07-02FORFATTER
Jan-Fredrik AasheimOPPDRAGSGIVER
Bolig Engros AS (PKS Group AS)OPPDRAGSGIVERS REF.
Svein HenriksenPROSJEKTNR
102025121ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
47 + 1 vedleggPRØVEOBJEKT
NOR-REKKVERKET, NOR-SKINNEN, MODELL 30PRØVEOBJEKT MOTTATT
2021-02-22 og 2021-03-09PRØVEPROGRAM
NBI - 170 Metode A, B og CPRØVESTED
SINTEF Community,
Børrestuveien 3, 0373 OsloPRØVEDATO
2021-02-25 til 2021-03-09

SAMMENDRAG

Rekkverksmodellene i tabellen under har bestått prøving av stivhet og styrke, samt pendelprøving, for brukskategori A, B og C1 (1,0 kN/m) iht. standard NS 3510:2015.

Modell	Innfallingsselement/ bærende glass	Rekkverkshøyde	Største c/c- avstand stolper
"NOR-REKKVERKET" - Toppmontert	8,76 mm herdet laminert	1200 mm	1035 mm
"NOR-REKKVERKET" - Forkantmontert ¹	8,76 mm herdet laminert	1621,5 mm ²	1035 mm
"NOR-SKINNEN" - Toppmontert	16,76 mm herdet laminert ⁵	1200 mm ^{3,4,5}	-
"MODELL 30" - Forkantmontert	Spiler Ø10 mm	1170 mm ⁶	1012 mm

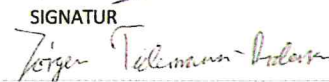
Se kapittel 6 for fotnoter med beskrivelse av forutsetninger og begrensninger.

Rapporten skal brukes i en søknad om SINTEF Teknisk Godkjenning

Prøveresultatene gjelder kun de objekter som er prøvd.

UTARBEIDET AV
Jan-Fredrik AasheimSIGNATUR
KVALITETSSIKRET AV
Magnus Kron

SIGNATUR

GODKJENT AV
Jørgen Tidemann-AndersenSIGNATUR
RAPPORTNR
2021:00514GRADERING
Fortrolig

Rapporten er oppdragsgivers eiendom og kan ikke uten vedkommendes skriftlige tillatelse
overlates til tredjepart. Uten SINTEF sin skriftlige godkjenning kan rapporten kun
reproduseres i sin helhet

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
01	2021-07-02	Første versjon

Innholdsfortegnelse

1	BAKGRUNN	4
2	PRØVEOBJEKTER	4
2.1	Mottak av prøveobjekter	4
2.2	"NOR-REKKVERKET" - Glassrekkverk.....	4
2.3	"NOR-SKINNEN" - Glassrekkverk.....	6
2.4	"MODELL 30" - Spilerekkverk.....	8
3	PRØVINGSMETODER.....	9
3.1	Generelt	9
3.2	Metode A: Bestemmelse av stivhet og styrke på stolper	9
3.3	Metode B: Bestemmelse av stivhet og styrke på rekkverk med bærende glass	10
3.4	Metode C: Pendelprøving av glassrekkverk og spilerekkverk.....	10
3.5	Punktlastprøving av spilerekkverk	11
4	PRØVEOPPSTILLING	11
4.1	Prøving av stolper	11
4.2	Linjelastprøving på bærende glass.....	14
4.3	Pendelprøving	16
4.4	Punktlastprøving	20
5	RESULTATER.....	22
5.1	Resultater fra prøving av stolper	22
5.2	Resultater fra linjelastprøving på bærende glass	29
5.3	Resultater fra pendelprøving	35
5.4	Resultater fra punktlastprøving av spilerekkverk.....	40
5.5	Kontrollmåling av dimensjoner	41
6	KONKLUSJON	47

BILAG/VEDLEGG

VEDLEGG A	Tegninger og produktdokumentasjon
-----------	-----------------------------------

1 BAKGRUNN

SINTEF mottok i november 2020 forespørsel om å utføre laboratorieprøving av tre forskjellige rekkverksmodeller. Oppdragsgiver var Bolig Engros AS, som er et datterselskap av PKS Group AS, og representert ved Svein Henriksen fra PKS Industri AS. Oppdragskontrakten ble signert den 22. februar 2021.

Prøvingene ble utført i SINTEFs laboratorier for konstruksjonsprøving i Oslo i perioden 25. februar til 9. mars 2021 av Jan-Fredrik Aasheim og Henning Karlsen. Svein Henriksen, Simen Ødegård og Andrius Klincaras fra PKS Industri var også til stede ved prøvingene den 9. mars og monterte rekkverksprøvene.

Ifølge oppdragsgiver var "NOR-REKKVERKET" og "NOR-SKINNEN" nyutviklede produkter. Oppdragsgiver ville opprinnelig prøve en toppmontert versjon av spilerekkverket "MODELL 30", men ut ifra resultatene fra innledende prøving av stivhet og styrke på stolpene, ønsket oppdragsgiver å i stedet prøve den forkantmonterte versjonen som er omtalt i denne rapporten.

Oppdragsgiver ønsket å bruke denne prøvingsrapporten som underlag for søknad om SINTEF Teknisk Godkjenning.

2 PRØVEOBJEKTER

2.1 Mottak av prøveobjekter

Prøver til stolpeprøvingen ble levert til SINTEF den 22. februar 2021. Nye stolper og spilepaneler ble levert den 3. mars 2021. Stolper, glass og tilbehør for pendelprøvingen ble brakt med av oppdragsgiver på prøvingsdagen den 9. mars 2021.

2.2 "NOR-REKKVERKET" - Glassrekkverk

"NOR-REKKVERKET" er et glassrekkverk i toppmontert og forkantmontert versjon, bestående av stolper og håndløper i aluminium, og innfyllingselementer av glass som er tosidig kontinuerlig vertikalt innfestet i stolpene med pakninger. Glasset hviler på en kloss av EPDM-gummi som er festet i sporet på stolpeprofilen med en skrue. Se eksempel i Figur 3. Håndløper er festet til stolpen med 4 mm rustfrie popnagler (ISO 304).

Den toppmonterte utgaven av stolpen har også en monteringsfot med påsveiset stolpeforsterker i rustfritt stål og en knekt mellomleggsplate som er tredd inn i stolpeprofilen. Stolpeforsterkeren er sikret til stolpen med en settskrue fra utsiden. Fotplaten er tilrettelagt for montering til underlaget med 4 stk. M10 skruer. Total høyde er 1200 mm. Største aktuelle c/c-avstand mellom stolpene er oppgitt til 1000 mm.

Den forkantmonterte utgaven av stolpen har ingen stolpeforsterker, men gjennomgående Ø13 mm hull i senterlinjen for montering til dekkforkanten med 2 stk. M10 skruer. Total høyde er 1621,5 mm. Høyde fra senter av øvre innfestingsskrue til overkant håndløper er 1471,5 mm. Største aktuelle c/c-avstand mellom stolpene er oppgitt til 1000 mm.

I nedre ende av profilet monteres normalt et endelokk med 2 stk. 5,5 mm x 25 mm plateskruer. Denne var ikke montert ved prøvingen, men det hadde ingen betydning for resultatene.

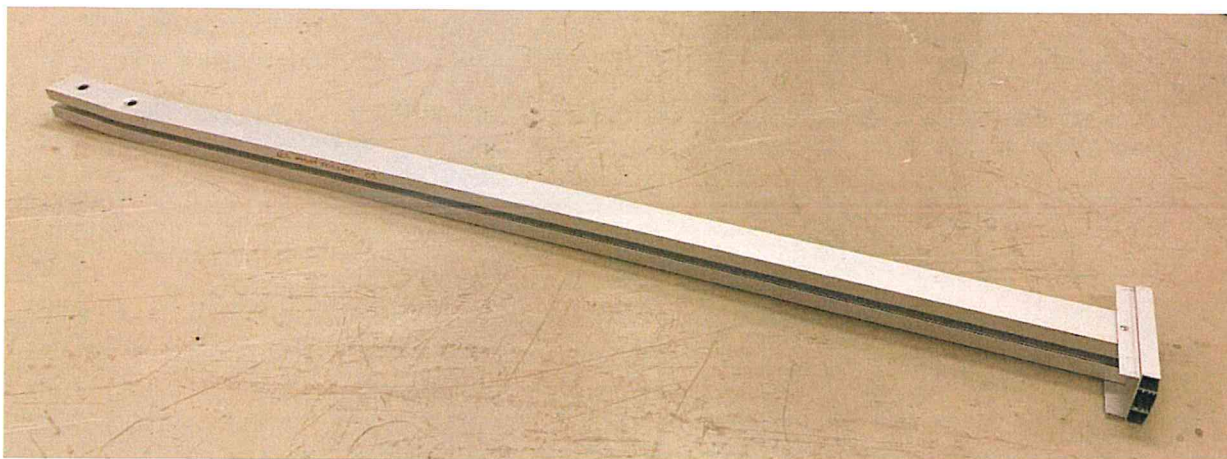
Tekniske data for identifisering av komponenter er gitt i Tabell 1. Se også Figur 1, Figur 2 og tegninger i vedlegg A.

Tabell 1. Tekniske data for "NOR-REKKVERKET". Dimensjoner målt på prøveobjekter og materialkvaliteter oppgitt av oppdragsgiver. Mål som avviker fra tegning, er streket under.

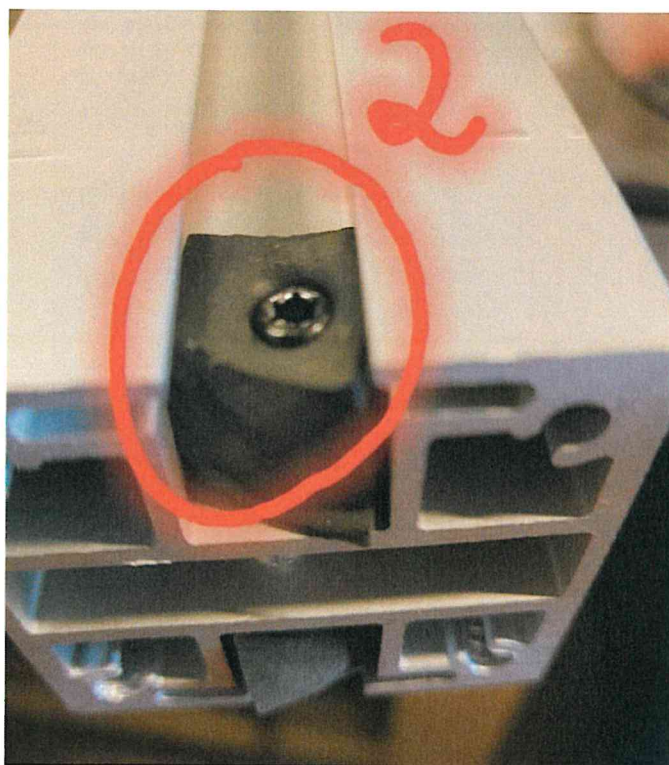
Komponent	Beskrivelse	Vedlegg
Stolpeprofil, toppmontert	Aluminium 6060-T66. Ytre dimensjoner: 55 mm x <u>55 mm</u> x 1170 mm	A-1
Stolpeprofil, forkantmontert	Aluminium 6060-T66. Ytre dimensjoner: 55 mm x <u>55 mm</u> x 1600 mm. Monteringshull 2 stk. Ø13 mm, plassert 50 mm fra underkant stolpe (målt i hullsenter) og med c/c 100 mm	A-1
Fotplate, toppmontert	Rustfritt stål. Ytre dimensjoner: 120 mm x 120 mm x <u>9 mm</u>	A-3
Stolpeforsterker, toppmontert	Rustfritt stål. Ytre dimensjoner: 192 mm x <u>49 mm</u> x 10 mm	A-3
Mellomleggsplate, toppmontert	Rustfritt stål. Ytre dimensjoner: 49,8 mm x 11,1 mm x 200,0 mm, t = 1,25 mm	-
Settskrue, toppmontert	M6 x 16 mm med forsenket hode og innvendig sekskant	-
Håndløperprofil	Aluminium 6060-T66. Ytre dimensjoner, profil: 41,5 mm x 70,0 mm	A-2
Popnagler håndløper	Rustfritt stål 4 mm (ISO 304)	-
Glassrute	8,76 mm herdet, laminert sikkerhetsglass. Merket "GRAVERA"	-
Glasspakning	National "U-profil 14X20", Dryflex 50600S. Ytre dimensjoner: 16 mm x 18 mm	A-4



Figur 1. Toppmontert rekkverksstolpe til "NOR-REKKVERKET". Stolpeforsterker og mellomleggsplate er tatt ut av stolpeprofilen



Figur 2. Forkantmontert rekkverksstolpe til "NOR-REKKVERKET". Stolpen på bildet er prøvd og derfor bøyd i enden



Figur 3. Kloss av EPDM-gummi som glasset hviler på (foto mottatt fra oppdragsgiver den 23.06.2021)

2.3 "NOR-SKINNEN" - Glassrekkverk

"NOR-SKINNEN" er et toppmontert glassrekkverk bestående av innspenningsskinne av aluminium, lastbærende glassrute og med pakning- og kilesett. Innspenningsskinnen har hull med c/c-avstand 200 mm i senter av profilet for montering til underlaget med M8 skruer.

Til prøvingen ble det levert skinner i lengder a 1000 mm. Total høyde er 1233 mm (med 1200 mm høyt glass). Topplist til glasset ble ikke levert til prøvingen.

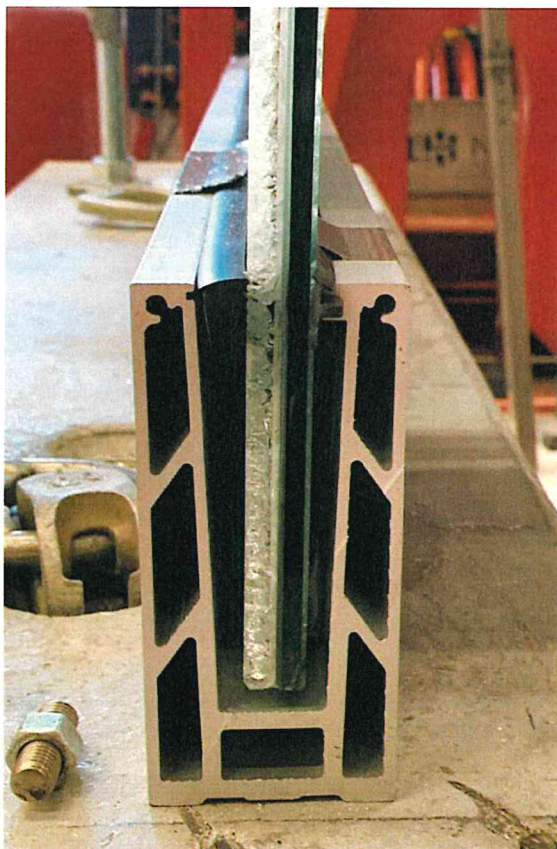
Største tillatte utkraget glasshøyde for 16 mm glass, det vil si målt over skinnen, er 1000 mm i NS 3510 for bruksområde A, B og C1. Glassruten i dette tilfellet måler ca. 1093 mm over skinnen og er derfor litt for høy. De relevante tabellene i NS 3510 gjelder for 1,52 mm laminering. Her er det benyttet glass med 0,76 mm laminering.

Glassruter og innspenning er utenfor eksemplene i NS 3510. Glassruten blir ikke dokumentert gjennom denne prøvingen. For en SINTEF Teknisk Godkjenning må glassruten dimensjoneres ved egen beregning.

Tekniske data for identifisering av komponenter er gitt i Tabell 2. Se også Figur 4 og tegninger i vedlegg A.

Tabell 2. Tekniske data for "NOR-SKINNEN" – Toppmontert. Dimensjoner målt på prøveobjekter og materialkvaliteter oppgitt av oppdragsgiver.

Komponent	Beskrivelse	Vedlegg
Innspenningsprofil	Aluminium 6060-T66. Ytre dimensjoner, profil: 65 mm x 140 mm. Monteringshull $\varnothing 24/\varnothing 13$ mm med c/c-avstand 200 mm	A-5
Glassrute	16,76 mm herdet, laminert sikkerhetsglass. 1000 mm x 1200 mm. Merket med "GRAVERA" og "LAMINATAS 88.2 ESG"	-
Kiler	Plast ABS, ytre dimensjoner: 90 mm x 70 mm x 10 mm	A-6
Bunnprofil (u-profil)	Plast, Ytre dimensjoner: 29,27 mm x 25,00 mm	A-7
Glasspakning indre	National, EPDM 70. Dimensjoner: 9,1 mm x 10,0 mm	A-8 A-9
Glasspakning ytre	National, EPDM 70. Ytre dimensjoner: 11 mm x 6,1 mm	A-8



Figur 4. Nærbilde av "NOR-SKINNEN". På bildet er et av glasslagene knust etter prøving.

2.4 "MODELL 30" - Spilerekkverk

"MODELL 30" er et forkantmontert spilerekkverk bestående av stolper og innfyllingssegmenter med vertikale spiler i galvanisert stål. Stolpene er massive og har en påsveiset fotplate med hull for montering til dekkforkanten med 2 stk. M10 mm skruer. Spilesegmentene er festet til stolpene i topp og i bunn med medfølgende M6 skruer med låseskive og muttere. Det medfølger også stålvinkler for vinkelrett montering av spilesegmenter i rekkverkshjørner. Total høyde er 1170 mm og nominell c/c-avstand mellom stolpene er 1012 mm.

Tekniske data for identifisering av komponenter er gitt i Tabell 3. Se også Figur 5 og tegninger i vedlegg A.

Tabell 3. Tekniske data for "MODELL 30". Dimensjoner målt på prøveobjekter og materialkvaliteter oppgitt av oppdragsgiver.

Komponent	Beskrivelse	Vedlegg
Rekkverksstolpe	Stål 235, galvanisert. Dimensjoner: 40 mm x 12 mm x 1170 mm. Monteringshull Ø12 mm	A-10
Fotplate	Stål 235, galvanisert. Dimensjoner: 120 mm x 120 x 8 mm.	-
Spilesegment	Stål 235, galvanisert. Ytre dimensjoner: 1000 mm x 950 mm. Spiler: diameter 10 mm og mellomrom 91 mm	A-11
Festemidler til spilesegment	Galvanisert, M10 skrue, firkantskive og mutter	-



Figur 5. Forkantmontert versjon av spilerekkverk "MODELL 30". På bildet er ikke spilerammen skrudd fast til stolpene, og stolpene er bøyd ved monteringsplatene etter prøving

3 PRØVINGSMETODER

3.1 Generelt

Prøvingene er utført etter SINTEFs retningslinjer for *Teknisk Godkjenning av glassrekkverk* og prøveretningslinjer og krav som SINTEF har tatt frem i samarbeid med Glass og Fasadeforeningen, benevnt *NBI – 170*, metode A, B og C.

Lastforutsetninger i retningslinjene er basert på standard NS 3510:2015. Pendelprøvingen er basert på standard NS-EN 12600:2002, som er en prøvingsstandard for bygningsglass, men også vurdert som relevant for å dokumentere kapasitet for personlaster for andre typer innfyllingselementer i rekkverk.

Metode og akseptkriterier for prøving av spilerekkverk er ikke eksplisitt beskrevet i SINTEFs retningslinjer for Teknisk Godkjenning, men vurdert og fastsatt i samråd med saksbehandler for den tekniske godkjenningen. Pendelprøving av spilerekkverk er basert på Balkong foreningen i Nordens metodebeskrivelse BF 2019-1. Spilene er også prøvd for statisk punktlast, med tilsvarende sekundærlastforutsetninger som for glassrekkverk.

Innfyllingsglassene er ikke prøvd for sekundærlaster (punktlast og jevnt fordelt last), men forutsatt å oppfylle preaksepterte eksempler i NS 3510 eller dokumentert ved egne beregninger.

Rekkverkene er prøvd for nivåforskjeller > 0,5 m og brukskategori A, B og C1 (boliger, kontorarealer, restauranter o.l.) iht. NS 3510.

I tillegg er det gjennomført en prøving av "NOR-SKINNEN" med redusert høyde for brukskategori C2, C3, C4 og D. Se også standard NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019, tabell NA 6.1 for beskrivelse av brukskategorier.

I NS 3510 er minste tillatte glasstykkelse 20 mm for brukskategori C2, C3, C4 og D.

3.2 Metode A: Bestemmelse av stivhet og styrke på stolper

Prøvemethoden egner seg for rekkverk med vertikale rekkverksstolper som bærende element.

Metode: En frittstående rekkverksstolpe belastes i toppen eller maksimalt 1200 mm over gulvnivå. Lasten påføres vinkelrett på stolpen og i retning utover for rekkverket. Stolpen belastes først til prøvelast i bruksgrensetilstand og deformasjonen avleses. Så avlastes stolpen igjen for å registrere varig deformasjon. Deretter belastes stolpen til brudd eller til maksimalt 200 mm deformasjon.

Prøvelast: Belastning i bruksgrensetilstand omregnes mht. tenkt c/c-avstand mellom stolpene multiplisert med linjelast 1,0 kN/m (brukskategori A, B og C1).

For "NOR-REKKVERKET", toppmontert og forkantmontert, med c/c-avstand 1,0 m blir prøvelasten 1,0 kN.

For "MODELL 30", forkantmontert, med c/c-avstand 1,012 m blir prøvelasten 1,012 kN.

Antall: Minimum 3 parallelle prøvinger.

Kriterier: Krav til stivhet er maksimum 50 mm deformasjon i bruksgrensetilstand. Krav til styrke (bruddlast eller 200 mm deformasjon) er minimum 1,5 x prøvelast i bruksgrensetilstand.

For "NOR-REKKVERKET" blir minimum bruddlast 1,5 kN.

For "MODELL 30", forkantmontert, blir minimum bruddlast 1,518 kN.

3.3 Metode B: Bestemmelse av stivhet og styrke på rekkverk med bærende glass

Prøvemethoden egner seg for rekkverk med glass som bærende element.

Metode: Et representativt rekkverkssegment belastes i toppen eller maksimalt 1200 mm over gulvnivå med en linjelast som virker over hele rekkverkets bredde. Lasten påføres vinkelrett på glassruten og i retning utover. Glassrekkverket belastes først til prøvelast i bruksgrensetilstand og deformasjonen avleses. Så avlastes rekkverket igjen for å registrere varig deformasjon. Deretter belastes rekkverket til brudd eller til maksimalt 200 mm deformasjon.

Prøvelast: Belastning i bruksgrensetilstand omregnes mht. bredden på rekkverkssegmentet multiplisert med linjelast 1,0 kN/m (brukskategori A, B og C1) eller 1,5 kN/m (brukskategori C2, C3, C4 og D).
For "NOR-SKINNEN" med skinnelengde og glassbredde på 1,0 m blir prøvelasten henholdsvis 1,0 kN og 1,5 kN.

Antall: Minimum 4 parallelle prøvinger.

Kriterier: Krav til stivhet er maksimum 50 mm deformasjon i bruksgrensetilstand. Krav til styrke (bruddlast eller 200 mm deformasjon) er minimum 1,5 x prøvelast i bruksgrensetilstand.

3.4 Metode C: Pendelprøving av glassrekkverk og spilerekkverk

Prøvemethoden egner seg for rekkverk med glass som bærende element og for rekkverk med glass eller andre typer paneler som utfyllingselement.

Glassrekkverk:

Metode: En 50 kg pendel (iht. ISO 4251-1), bestående av stålodd og to luftfylte gummidekk, løftes til angitt vertikal fallhøyde og slippes mot midten av glassruten. Pendelen skal bare treffe en gang.

Fallhøyde: 450 mm*

Antall: Minimum 4 parallelle prøvinger

Kriterier: Rekkverket skal kunne ta opp all energien fra pendelen og glassruten skal ikke falle ut av rekkverket.

* NS 3510:2015 krever minimum fallhøyde 190 mm (klasse 3) i pendelprøving for sikkerhetsglass benyttet i brukskategori A (boliger o.l.). SINTEFs prøveretningslinjer for glassrekkverk, samt Balkongforeningen i Nordens prøvingsretningslinjer for rekkverk, praktiserer likevel minste fallhøyde 450 mm (klasse 2) som laveste akseptable sikkerhetsnivå.

Spilerekkverk:

Metode: Pendel tilsvarende som for glassrekkverk. Pendelen skal treffe to spiler samtidig, nærmest midten. Pendelen skal bare treffe en gang.

Fallhøyde: 450 mm

Antall: Minimum 3 parallelle prøvinger

Kriterier: Rekkverket skal kunne ta opp all energien fra pendelen. Maksimalt en spile får løsne og åpningen(e) som oppstår får ikke overstige 200 mm, pluss bredden på den løsenede spilen.

3.5 Punktlastprøving av spilerekkverk

Prøvemethoden egner seg for innfyllingselementer i rekkverk med vertikale stolper som bærende element.

Metode: En spile belastes vinkelrett mot rekkverket i retning utover og i ugunstigste posisjon(er) med en punktlast fordelt over en lengde på 100 mm. Prøves til brudd eller minimum 1,5 x prøvelast.

Prøvelast: 0,25 kN i bruksgrensetilstand.

Antall: Minimum 3 punkter, fordelt på ulike spiler.

Kriterier: Bruddlastkapasiteten skal være minimum 1,5 x prøvelast i bruksgrensetilstand.

4 PRØVEOPPSTILLING

4.1 Prøving av stolper

Rekkverksstolpene ble festet horisontalt med gjennomgående skruer til en prøvejigg av stål og bøyd oppover, tilsvarende i retning utover for rekkverket. Belastningen ble påført ved å dra vertikalt i toppen av stolpen med en 100 kN universalprøvemaskin (SINTEF utstyrsnummer MO 5567). Pålastningen var deformasjonsstyrt med en hastighet på 25 mm/min. Kraft og deformasjon ble kontinuerlig registrert i prøvemaskinens egen programvare.

"NOR-REKKVERKET" – Toppmontert:

Innfesting: 4 stk. M10 x 50 mm A4-70 skruer med Ø10,7/Ø19,6 x 1,9 mm A4 skiver og muttere på baksiden. Skruene ble plassert i ytterkant av slissehullene slik at c/c-avstand mellom skruene var ca. 86 x 88 mm.

Lastpåføring: Stolpen ble belastet med en gaffel og en stålpinne tredd gjennom en kort bit av håndløperen. Avstand fra underkant fotplate til senter av lastpåføringspunktet var 1190 mm.

Stolpen for prøve 01 ble orientert slik at settskruen til stolpeforsterkeren var plassert på undersiden, dvs. på strekksiden og innsiden av rekkverket. For prøve 02 og 03 var stolpen orientert med settskruen på oversiden, dvs. trykksiden.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 6.



Figur 6. Prøveoppstilling for prøving av stivhet og styrke på rekkverksstolpe for toppmontert utgave av "NOR-REKKVERKET"

"NOR-REKKVERKET" – Forkantmontert:

Innfesting: 2 stk. M10 x 100 mm 8.8 skruer med Ø10,7/Ø19,6 x 1,9 mm A4 skiver og muttere på baksiden. Skruenhullene var plassert 50 mm fra stolpens nedre kant (målt i hullsenter) og med c/c-avstand 100 mm. Stolpen hadde anleggsflate mot underlaget i prøvejiggen under hele den trykkbelastede nederste delen.

Lastpåføring: Stolpen ble belastet med en gaffel og en stålpinne tredd gjennom en kort bit av håndløperen. Avstand fra senter av øvre skrue til lastpåføringspunktet var 1463 mm.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 7.



Figur 7. Prøveoppstilling for prøving av stivhet og styrke på rekkverksstolpe for forkantmontert utgave av "NOR-REKKVERKET"

"MODELL 30" – Forkantmontert:

Innfesting: 2 stk. M10 x 50 mm A4-70 skruer med Ø10,7/Ø19,6 x 1,9 mm A4 skiver og muttere på baksiden. Skruene ble plassert i ytterkant av slissehullene.

Lastpåføring: Stolpen ble belastet med en gaffel og en 6 mm bolt gjennom et hull som ble laget for prøvingen, 5 mm under toppen av stolpen. Avstand fra senter av øvre skrue til belastningspunkt var 1065 mm.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 8.



Figur 8. Prøveoppstilling for prøving av stivhet og styrke på rekkverksstolpe for forkantmontert utgave av "MODELL 30"

4.2 Linjelastprøving på bærende glass

"NOR-SKINNEN" med lengde 1000 mm og 16,76 mm glass med bredde 1000 mm og høyde 1200 mm, samt bunnprofil, kiler og pakninger ble montert av oppdragsgiver til en betongkloss som var fastspent til gulvet. Betongfundamentet er av betongkvalitet B35 M45 og er ca. 6 år gammelt.

Innfesting: 5 stk. M8 skrue og Ø12 mm mekanisk betonganker med c/c-avstand 200 mm. Se også VEDLEGG A-12. De samme betonghullene og betongankerene ble brukt til alle prøvingene, mens skruer ble byttet.

Lastpåføring: Belastningen ble påført glassruten vinkelrett på innsiden av rekkverket med en leddet pålastningsbjelke og en elektrisk aktuator. Pålastningen var deformasjonsstyrt og kontrollert manuelt, med en gjennomsnittlig hastighet på ca. 25 mm/min. Glasset ble belastet i høyde 1200 mm over betongunderlaget. Det ble utført en ekstra prøving, prøve 05, hvor glasset ble belastet i høyde 1000 mm etter ønske fra oppdragsgiver.

Deformasjonsmåling: Utbøying av glasset ble målt i linje med pålastningsbjelken med 3 stk. 100 mm Novotronic lineære posisjonsgivere (SINTEF utstyrsnummer ID 4213) plassert i senter og nær kanten av glasset på begge sider.

Kraft, deformasjoner og tid ble kontinuerlig registrert med 5 Hz samplingsfrekvens ved hjelp av en HBM MGC Plus måleforsterker (SINTEF utstyrsnummer MO-5054) og en datamaskin med HBM Catman programvare.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 9 og Figur 10.



Figur 9. "NOR-SKINNEN" montert til betongkloss for linjelastprøving og pendelprøving



Figur 10. Prøveoppstilling for linjelastprøving av "NOR-SKINNEN" med 16,76 mm glass

4.3 Pendelprøving

Rekkverkene ble festet til en betongkloss eller en kraftig ståljigg som var forankret i gulvet. Pendelen hang i en justerbar galge med vaier og vinsj. Ved prøvingen ble pendelen løftet opp- og bakover ved hjelp av traverskran. Fallhøyden ble kontrollert med en målestav, som den vertikale differansen mellom treffpunktet midt i rekkverket og senter av tyngdepunktet i pendelen. Pendelen ble sluppet løs ved å slå på en utløserkrok til kranen. Pendelen ble fanget opp manuelt og holdt igjen etter første treff i rekkverket.

Pendelen veide 50 kg og hadde to gummi hjul med 3,0 bar lufttrykk. Trykket var begrenset av dekkenes oppgitte kapasitet og noe lavere enn angitt i EN 12600 (3,35 bar). Dette ble vurdert til å ha svært liten eller ingen betydning for resultatene i disse prøvingene.

"NOR-SKINNEN" – Toppmontert:

Et glassrekkverksfelt med lengde 1000 mm og 16,76 mm glass med bredde 1000 mm og høyde 1200 mm, samt bunnprofil, kiler og pakninger ble montert av oppdragsgiver til betongfundamentet. Betongfundamentet er av betongkvalitet B35 M45 og er ca. 6 år gammelt.

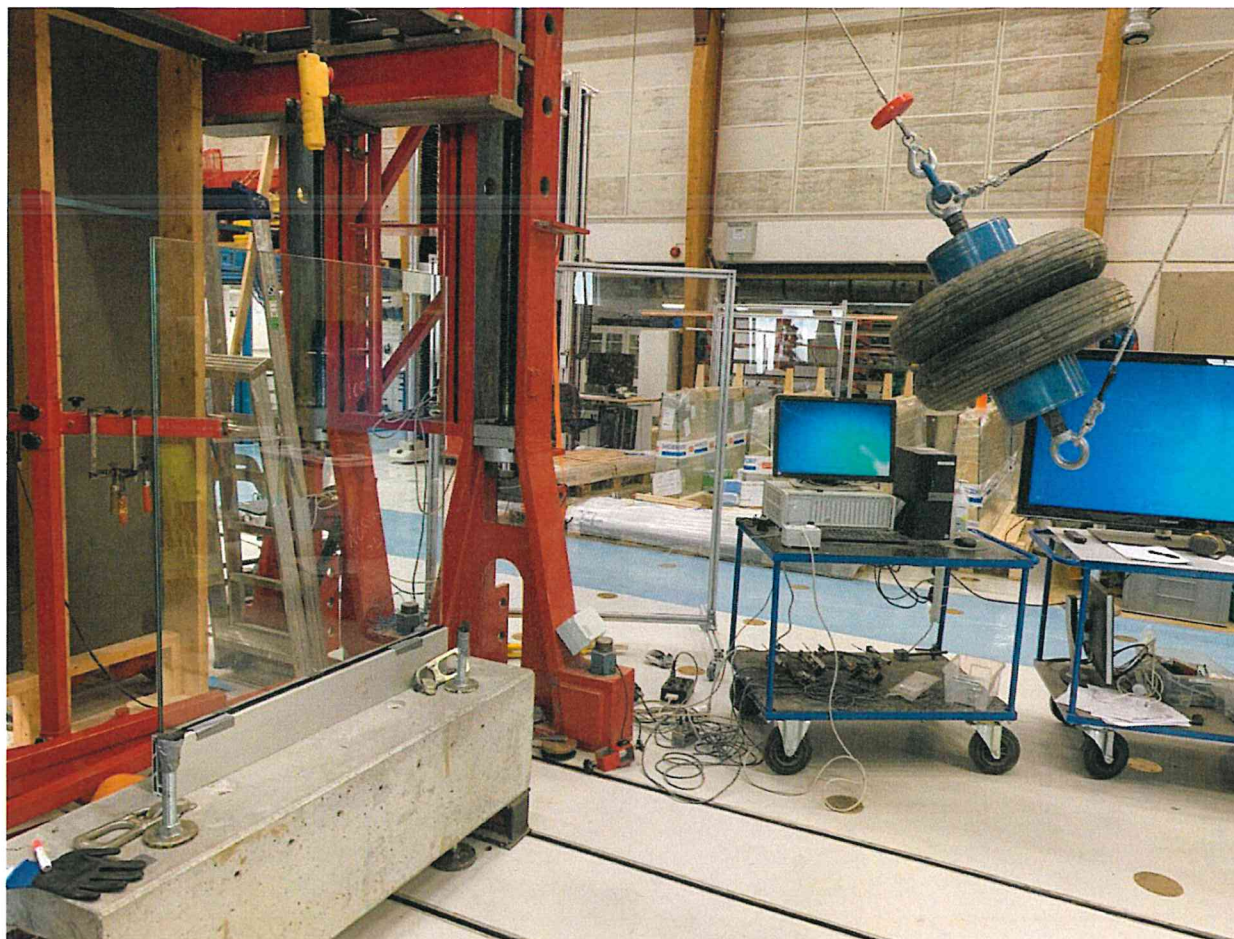
Innfesting: 5 stk. (3 stk. i prøve 05) M8 skrue og Ø12 mm mekanisk betonganker med c/c-avstand 200 mm. Se også VEDLEGG A-12. Betongankerne var også allerede benyttet til linjelastprøvingen.

Treffpunktet for pendelen var midt i den eksponerte glassruten, dvs. i høyde 540 mm over overkant av bunnskinne.

Den samme skinnen og innfestingen i betongfundamentet ble benyttet til alle de fire første prøvingene, ettersom det fortsatt var forspenning i festekruene og ingen andre tegn til skader på profilet etter hver prøving. Gummipakninger og kiler ble også benyttet om igjen. Gummipakningene mistet litt av passformen underveis og ble derfor holdt på plass med noen biter av teip. Komponentene ble brukt flere ganger for å rasjonalisere prøvingen og ble vurdert som konservativt fordi rekkverkets egenskaper ikke ble forbedret. Nye glass ble montert til hver prøving.

Normalt skal pendelprøvingen utføres på det antatt mest kritiske rekkverksoppsettet, mht. bredde og høyde. Til prøvingen ble det bare levert skinner i lengde 1000 mm og glass med bredde 1000 mm og høyde 1200 mm. For et selvbærende glassrekkverk som "NOR-SKINNEN" vil det sannsynligvis være mer kritisk med smalere glass og skinner, som også gir færre innfestingsskruer. Men ifølge oppdragsgiver vil ikke rekkverk smalere enn 1000 mm monteres frittstående, men være forbundet med sammenhengende håndlist eller lignende. Likevel ble det utført en kontrollprøving med samme glass, montert i en 600 mm lang skinne og bare 3 innfestingsskruer. 600 mm ble valgt fordi dette er minste tillatte glassbredde i NS 3510.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 11 og Figur 27.



Figur 11. Prøveoppstilling for pendelprøving av "NOR-SKINNEN"

"NOR-REKKVERKET" – Toppmontert:

Et glassrekkverksfelt med høyde 1200 mm og c/c-avstand 1035 mm mellom stolpene, og med 8,76 mm glass med bredde 1000 mm og høyde 995 mm, samt håndløper og pakninger ble montert av oppdragsgiver til ståljiggen.

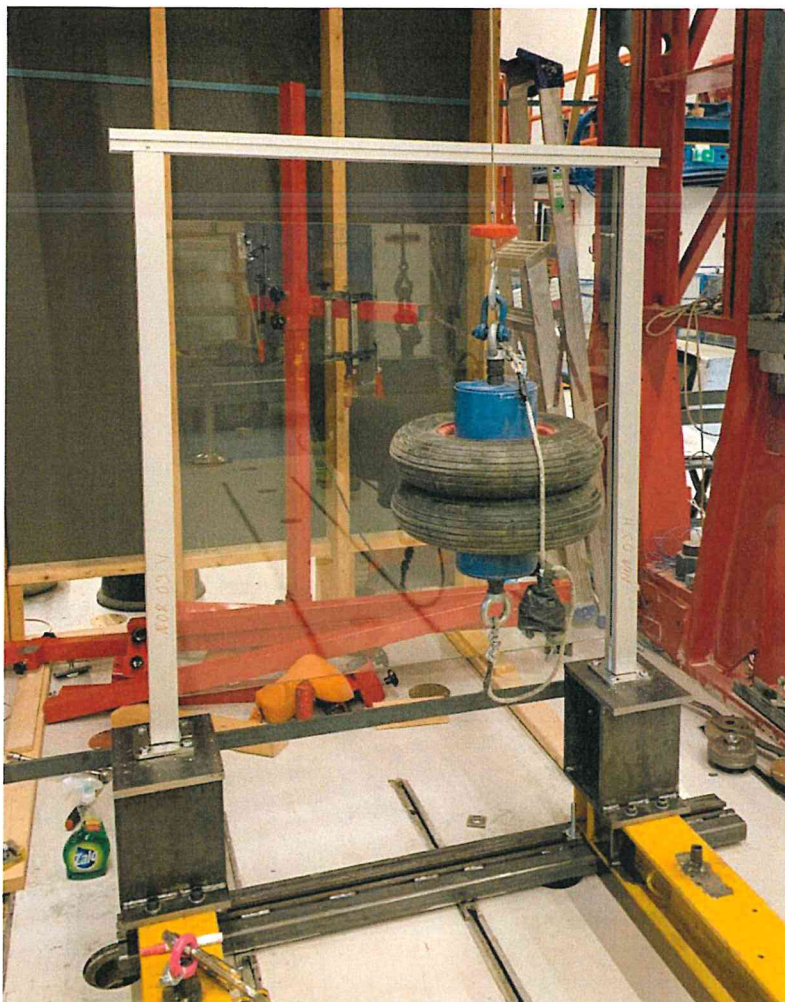
Innfesting: 4 stk. gjennomgående M10 8.8 skrue med mutter per stolpe.

Treffpunktet for pendelen var midt i glassruten.

Nye glass ble montert til hver prøving. For prøve 03 og 04 ble de samme stolpene benyttet om igjen på grunn av begrenset antall prøveobjekter.

Ved bruk av innfyllingsglass med vertikal kontinuerlig innfesting på begge sider er det oftest gunstigere med smalere glass i pendelprøvingen, mht. om glasset kan falle ut av sporene. Største glassbredde er begrenset av største tillatte c/c-avstand mellom stolpene. Glassrekkverket ble derfor bare prøvd med glassbredde 1000 mm.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 12.



Figur 12. Prøveoppstilling for pendelprøving av toppmontert versjon av "NOR-REKKVERKET"

"MODELL 30" – Forkantmontert:

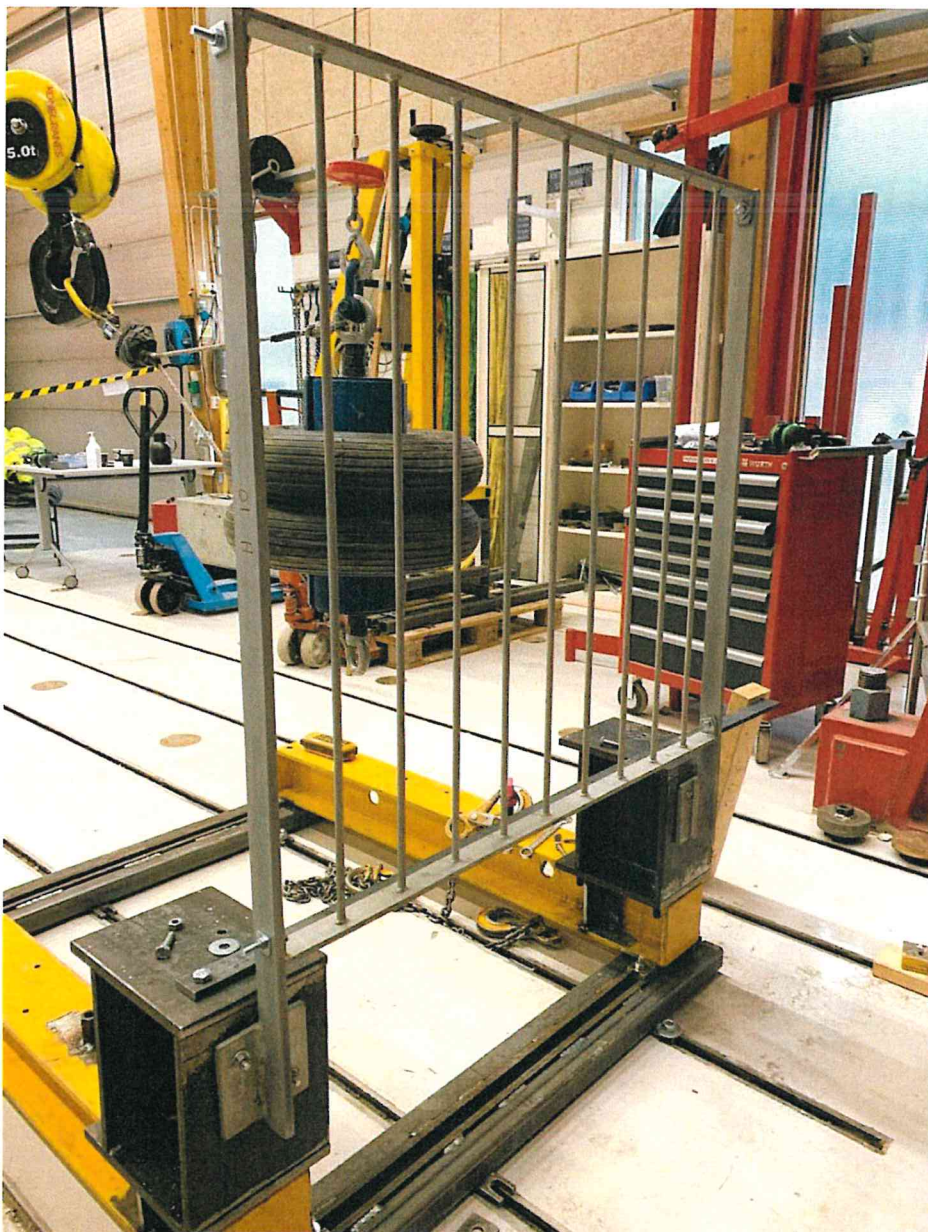
Et rekkverksfelt med høyde 1070 mm fra senter øvre innfestingsskrue til overkant rekkverk og c/c-avstand 1012 mm mellom stolpene, og med 1000 mm x 1000 mm spilepanel festet til stolpene med medfølgende skruer, ble montert av oppdragsgiver til ståljiggen.

Innfesting: 2 stk. gjennomgående M10 8.8 skrue med mutter per stolpe.

Treffpunktet til pendelen var midt i spilepanelet i høyden og midt mellom to spiler nærmest midten.

De samme to stolpene og innfestingen i ståljiggen ble benyttet til alle prøvingene, ettersom det fortsatt var forspenning i festekruene og ingen andre tegn til skader på stolpene etter hver prøving. Dette ble vurdert til å ikke ha betydning for resultatene. Nye spilepaneler ble montert til hver prøving.

Se foto av prøveoppstillingen i Figur 13.



Figur 13. Prøveoppstilling for pendelprøving av det forkantmonterte spilerekkverket "MODELL 30"

4.4 Punktlastprøving

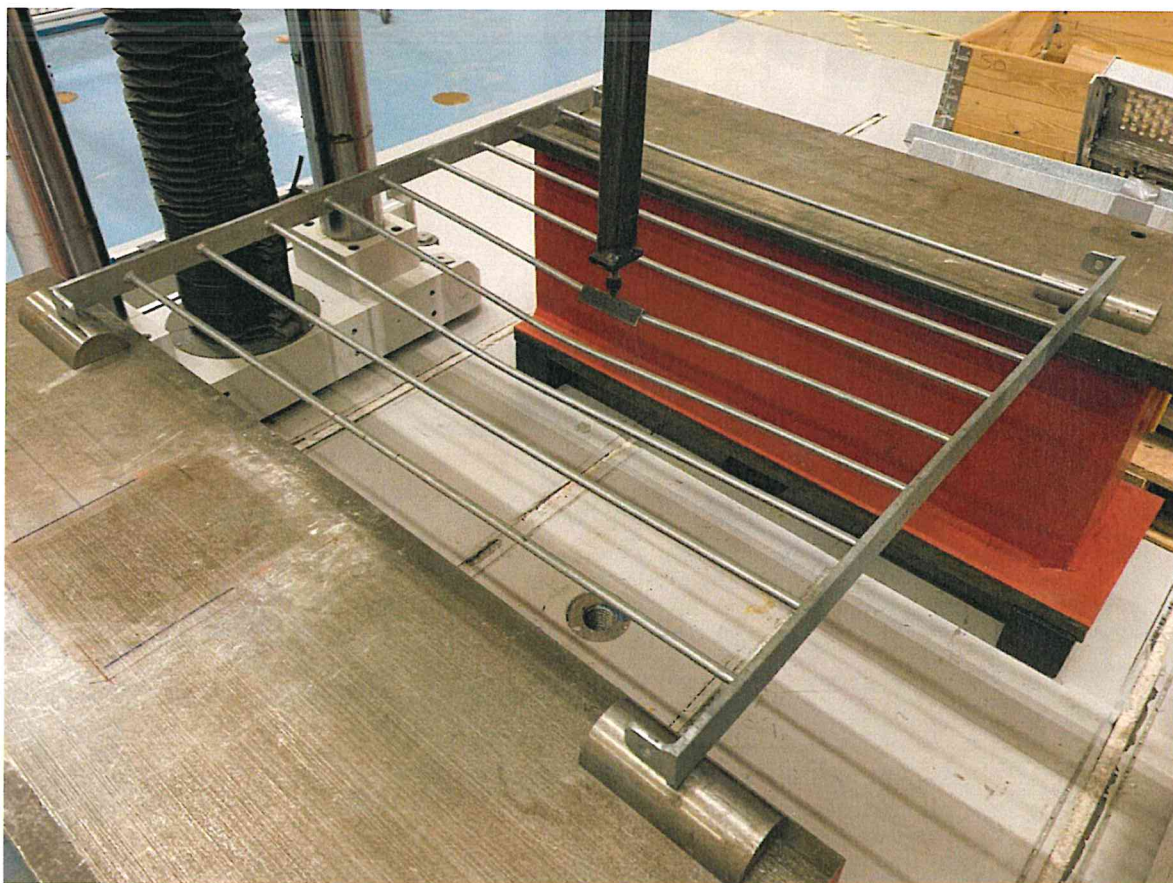
Ett representativt spilepanel ble prøvd separat uten stolper for punktbelastning i antatt mest kritiske punkter. Spilepanelet hadde på forhånd gjennomgått pendelprøving og hadde en liten permanent utbøying av to spiler nærmest midten. Dette ble vurdert til å ikke bidra til økt styrke.

Spilepanelet ble plassert horisontalt på halvsirkelklosser av stål i hvert hjørne og prøvd i en 300 kN universalprøvemaskin (SINTEF utstyrsnummer ID 5388).

En og en spile ble trykkbelastet vertikalt enten på midten eller i den ene enden med et stag og en stålvinkel som fordelte lasten over 100 mm. Egenvekten til pålastingsutstyret ble veid til 40 N, og er inkludert i resultatene.

Kraft ble avlest manuelt ut ifra prøvemaskinens egen programvare og egenvekten til pålastingsutstyret ble lagt til.

Se Tabell 11 for angivelse av belastningspunkter og foto av prøveoppstillingen i Figur 14.



Figur 14. Prøveoppstilling for punktlastprøving av spiler til "MODELL 30"

5 RESULTATER

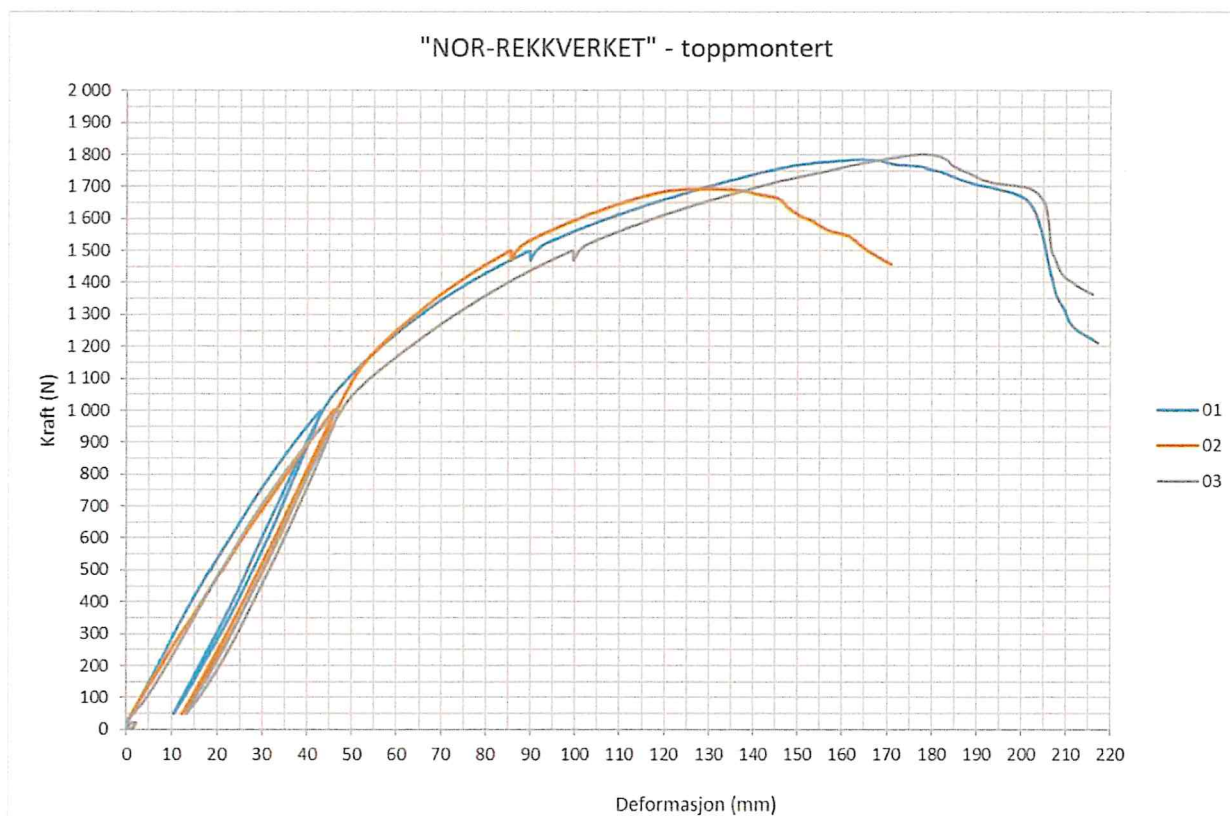
5.1 Resultater fra prøving av stolper

"NOR-REKKVERKET" – Toppmontert:

Prøveresultater er oppsummert i Tabell 4 og kraft- og deformasjonskurver er vist i Figur 15. Se også foto fra prøvingen i Figur 16.

Tabell 4. Prøveresultater fra prøving av stolper for toppmontert versjon av "NOR-REKKVERKET". Total høyde på rekkverksstolpen er 1200 mm og avstand fra underlaget til belastningspunkt er 1190 mm. Største c/c-avstand mellom stolper er oppgitt til 1000 mm. Krav til stivhet er maksimum 50 mm deformasjon ved 1,0 kN (1,0 kN/m). Krav til styrke er minimum 1,5 kN bruddlast (1,5 x 1,0 kN/m). Kravene gjelder for brukskategori A, B og C1

Prøve nr.	Def. ved 0,5 kN [mm]	Def. ved 1,0 kN [mm]	Def. ved 1,5 kN [mm]	Bruddlast [N]	Def. ved bruddlast [mm]	Resultat	Notater
01	18,7	42,9	89,8	1786	164,3	BESTÅTT	Settskrue på strekksiden. Ca. 9,4 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Stolpeforsterker og fotplate bøyer seg og flyter ved bruddlast. Litt varig deformasjon i enden av stolpeprofil.
02	21,0	46,0	85,5	1692	127,8	BESTÅTT	Settskrue på strekksiden. Ca. 11,2 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Popnagle til håndløper mangler og prøving avbrytes etter andre passering av 1 kN. Festes med skrue og prøves på nytt. Resultater lagt til etter 1 kN. Stivhet og bruddlast etter 1 kN er tilsynelatende litt påvirket fra den ekstra pålastingsrunden. Bøying av stolpeforsterker og fotplate ved bruddlast.
03	20,9	46,8	100,7	1801	178,0	BESTÅTT	Settskrue på trykksiden. Ca. 11,7 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN.
Gj.snitt:	20,2	45,2	92,0	1760	157	-	-



Figur 15. Kraft- og deformasjonskurver fra prøving av stolper for toppmontert versjon av "NOR-REKKVERKET". Prøve 02 ble prøvd på nytt etter at håndløperen først manglet en popnagle. Egenskapene etter 1 kN ble dermed litt annerledes fra de to andre prøvene, trolig pga. deformasjonsharding i stolpen.



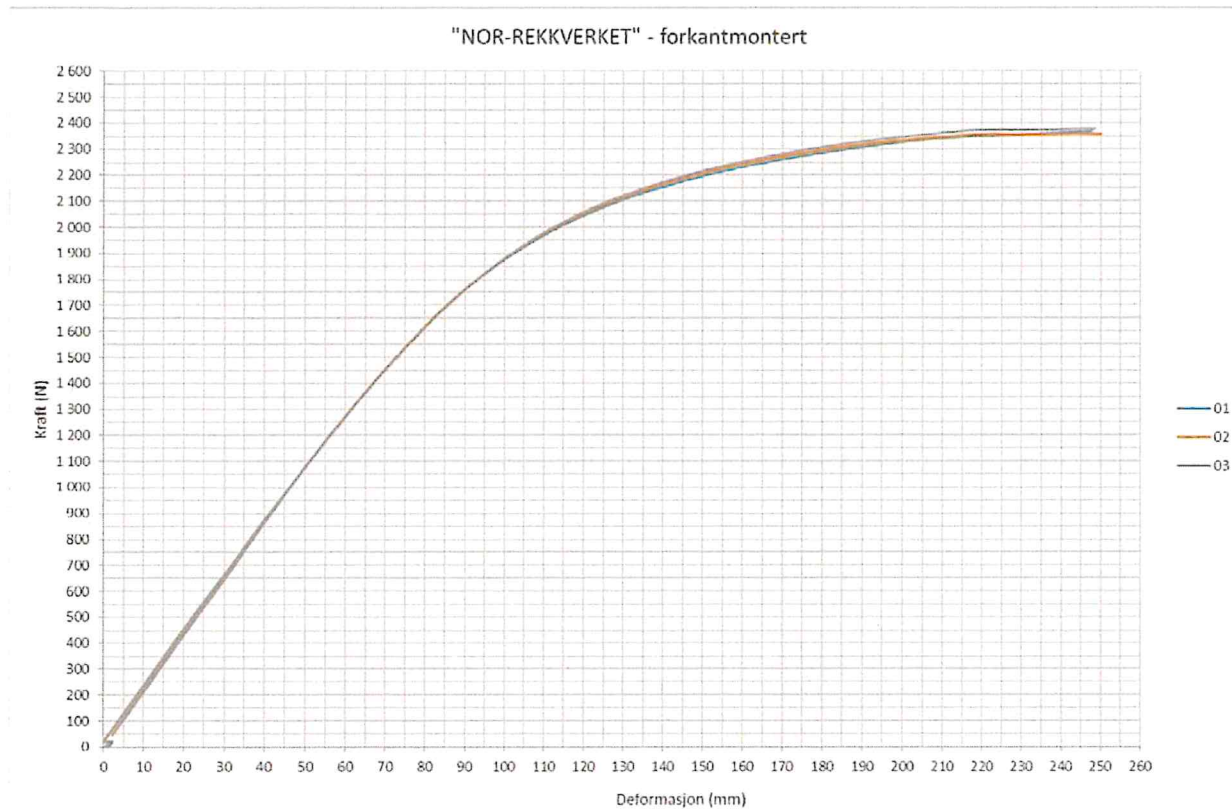
Figur 16. Prøve 01 ved bruddlast. Størsteparten av deformasjonen skjer i overgangen mellom stolpeforsterker og fotplate.

"NOR-REKKVERKET" – Forkantmontert:

Prøveresultater er oppsummert i Tabell 5 og kraft- og deformasjonskurver er vist i Figur 17. Se også foto fra prøvingene i Figur 18 og Figur 19.

Tabell 5. Prøveresultater fra prøving av stolper for forkantmontert versjon av "NOR-REKKVERKET". Lengde på stolpeprofil er 1600 mm og avstand fra senter øvre innfestingsskrue til belastningspunkt er 1463 mm. Største c/c-avstand mellom stolper er oppgitt til 1000 mm. Krav til stivhet er maksimum 50 mm deformasjon ved 1,0 kN (1,0 kN/m). Krav til styrke er minimum 1,5 kN ved 200 mm deformasjon (1,5 x 1,0 kN/m). Kravene gjelder for brukskategori A, B og C1

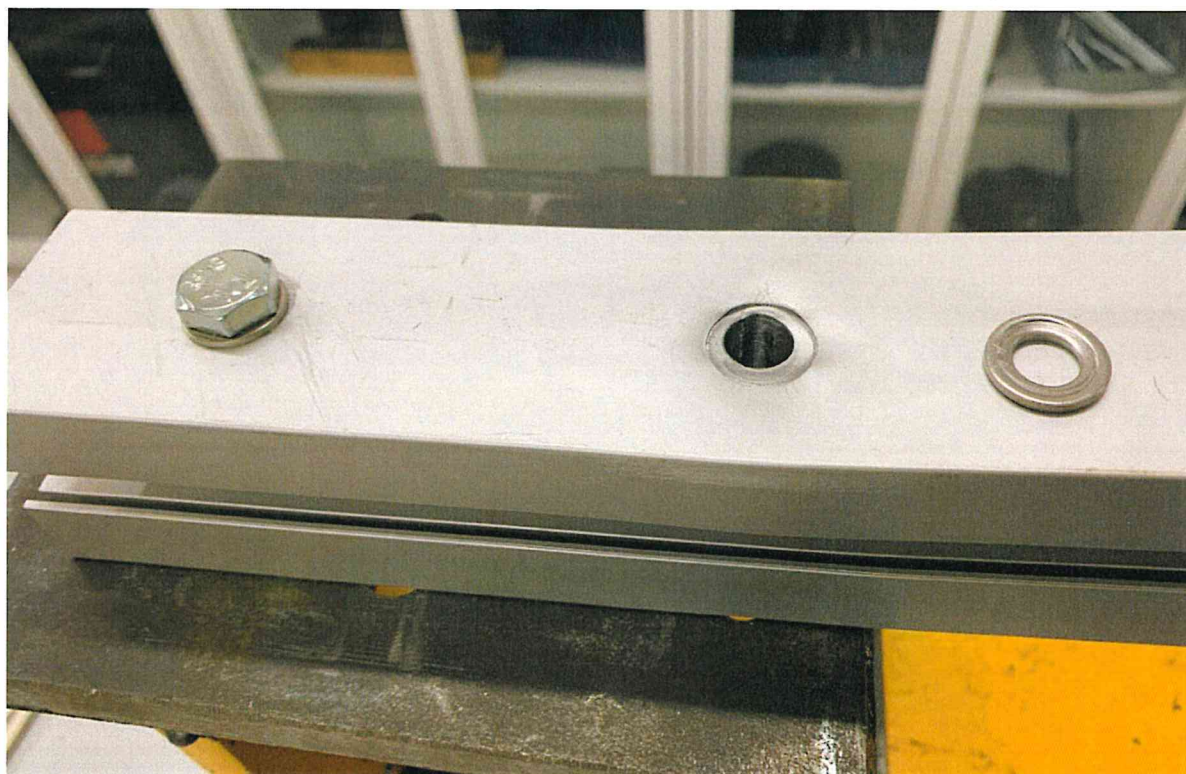
Prøve nr.	Def. ved 0,5 kN [mm]	Def. ved 1,0 kN [mm]	Def. ved 1,5 kN [mm]	Last ved 200 mm def. [N]	Maks. prøvelast [N]	Resultat	Notater
01	22,3	46,2	72,8	2329	2373	BESTÅTT	Ca. 1,0 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet ved 250 mm deformasjon.
02	22,4	46,3	72,8	2334	2360	BESTÅTT	Ca. 0,9 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet ved 250 mm deformasjon.
03	22,4	46,3	72,8	2347	2379	BESTÅTT	Ca. 0,9 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet ved 250 mm deformasjon.
Gj.snitt:	22,4	46,3	72,8	2337	2371	-	-



Figur 17. Kraft- og deformasjonskurver fra prøving av stolper for forkantmontert versjon av "NOR-REKKVERKET". Prøvingene ble avbrutt ved ca. 250 mm deformasjon pga. stor vinkel i prøveoppstillingen. Resultatene viste at stolpene er tilnærmet helt elastiske opp til 1 kN, de har et seigt bruddforløp og det er svært små variasjoner mellom prøvene.



Figur 18. Prøve 01 ved maksimum prøvelast. Bøyingen av stolpen skjer relativt lokalt ved den øvre festeskruen. Skruen strekkes og skiven på utsiden trykkes inn i overflaten, slik at stolpen separeres fra underlaget. Etter avlastning er resten av stolpen tilnærmet like rett som før prøving



Figur 19. Prøve 01 etter avlastning fra maksimum prøvelast. Den rustfrie skiven har et vesentlig hardere materiale og trykkes inn i aluminiumprofilet ved høye laster

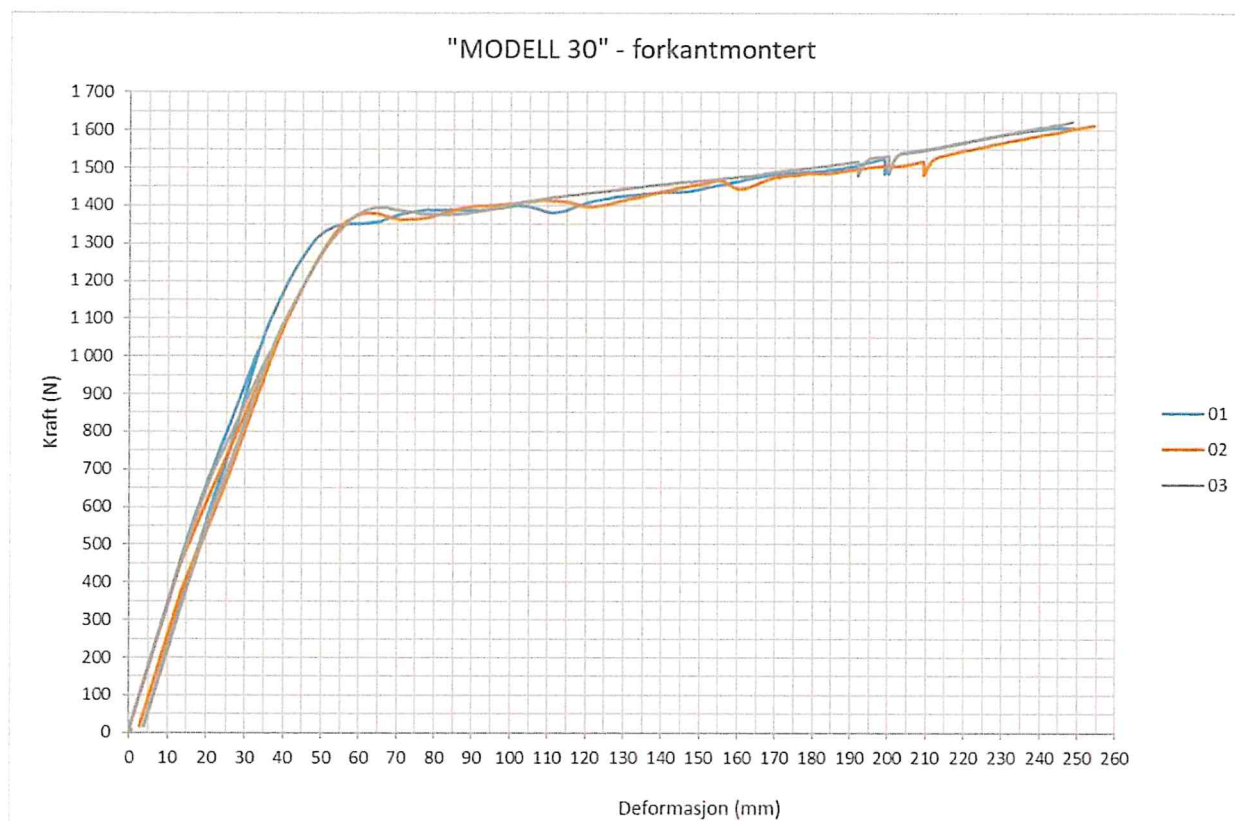
"MODELL 30" – Forkantmontert:

Prøveresultater er oppsummert i Tabell 6 og kraft- og deformasjonskurver er vist i Figur 20. Se også foto fra prøvingene i Figur 21.

Tabell 6. Prøveresultater fra prøving av stolper for forkantmontert versjon av "MODELL 30".
Lengde på stolpeprofil er 1170 mm og avstand fra senter øvre innfestingsskrue til belastningspunkt er 1065 mm. C/c-avstand mellom stolper er 1012 mm og er gitt av bredden på spilepanelet (1000 mm).
Krav til stivhet er maksimum 50 mm deformasjon ved 1012 N (1,0 kN/m). Krav til styrke er minimum 1518 N ved 200 mm deformasjon (1,5 x 1,0 kN/m). Kravene gjelder for brukskategori A, B og C1

Prøve nr.	Def. ved 506 N [mm]	Def. ved 1012 N [mm]	Første makslast [N]	Last ved 200 mm def. [N]	Resultat	Notater
01	14,9	33,5	1398	1509	BESTÅTT*	Ca. 3,5 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN/m. Prøving stoppet ved ca. 250 mm deformasjon pga. stor vinkel
02	15,7	37,1	1380	1505	BESTÅTT*	Ca. 2,4 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN/m. Prøving stoppet ved ca. 250 mm deformasjon pga. stor vinkel
03	15,2	36,4	1395	1531	BESTÅTT	Ca. 3,5 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN/m. Prøving stoppet ved ca. 250 mm deformasjon pga. stor vinkel
Gj.snitt:	15,3	35,7	1391	1515	-	

* To av bruddlastverdiene, og gjennomsnittsverdien, er marginalt lavere enn styrkekravet på 1518 N. Prøvingene er likevel vurdert som bestått fordi det ikke oppstår et tydelig brudd i stolpene, men de fortsetter å ta opp last etter 200 mm deformasjon, samt at gjennomsnittsverdiens sikkerhetsmargin mot lasten i bruksgrensetilstand fortsatt er høy (1,497).



Figur 20. Kraft- og deformasjonskurver fra prøving av stolper for forkantmontert versjon av "MODELL 30". Prøvingene ble avbrutt ved ca. 250 mm deformasjon pga. stor vinkel i prøveoppstillingen. Resultatene viste at stolpene begynner å flyte relativt brått rundt 1350 N, men fortsetter deretter å ta opp last ettersom deformasjonen og vinkelen øker.



Figur 21. Prøve 02 ved maksimum prøvelast og ca. 250 mm deformasjon. Materialflyt oppstår tydelig i nedre del av stolpeprofilen, der bøyemomentet er størst.

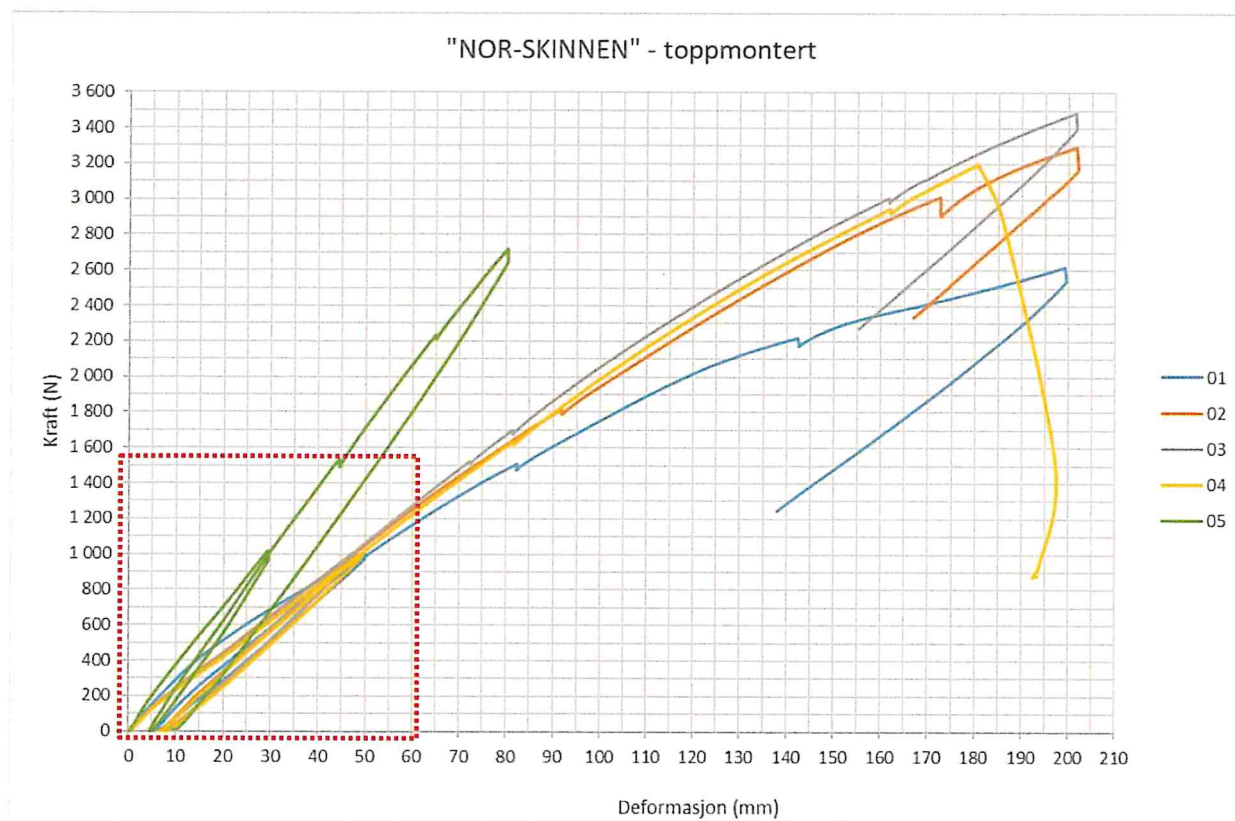
5.2 Resultater fra linjelastprøving på bærende glass

"NOR-SKINNEN" – Toppmontert:

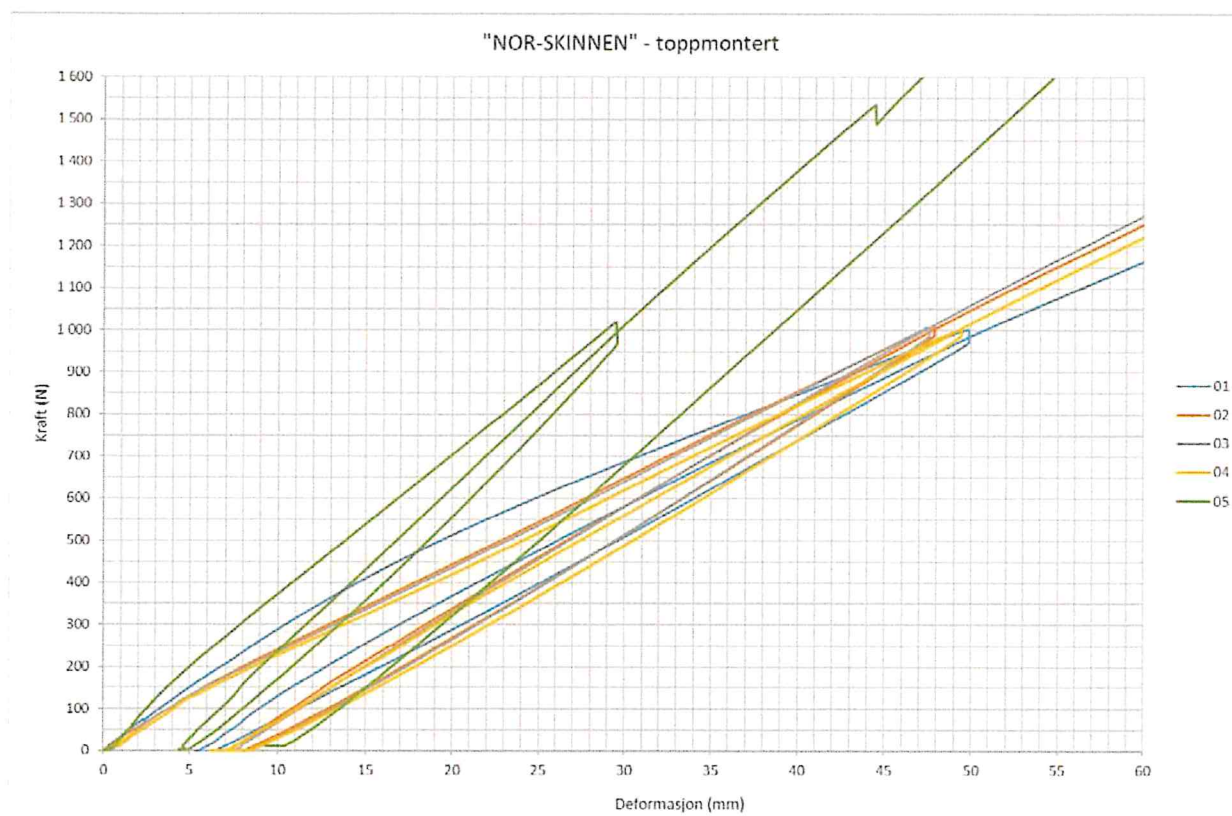
Prøveresultater er oppsummert i Tabell 7 og kraft- og deformasjonskurver er vist i Figur 22 og Figur 23. Se også foto fra prøvingene i Figur 24 til Figur 26.

Tabell 7. Prøveresultater fra linjelastprøving av "NOR-SKINNEN" med 16,76 mm herdet laminert glass. Lengde på skinnen er 1000 mm og glassruten er 1000 mm bred og 1200 mm høy. Belastningshøyden ved prøve 01-04 er 1200 mm over betongfundamentet, og 1000 mm ved prøve 05. Krav til stivhet i brukskategori A, B og C1 er maksimum 50 mm deformasjon ved 1,0 kN (1,0 kN/m). og krav til styrke er minimum 1,5 kN ved brudd eller 200 mm deformasjon (1,5 x 1,0 kN/m). Krav til stivhet i brukskategori A, B og C1 er maksimum 50 mm deformasjon ved 1,5 kN (1,5 kN/m). og krav til styrke er minimum 2,25 kN ved brudd eller 200 mm deformasjon (1,5 x 1,5 kN/m).

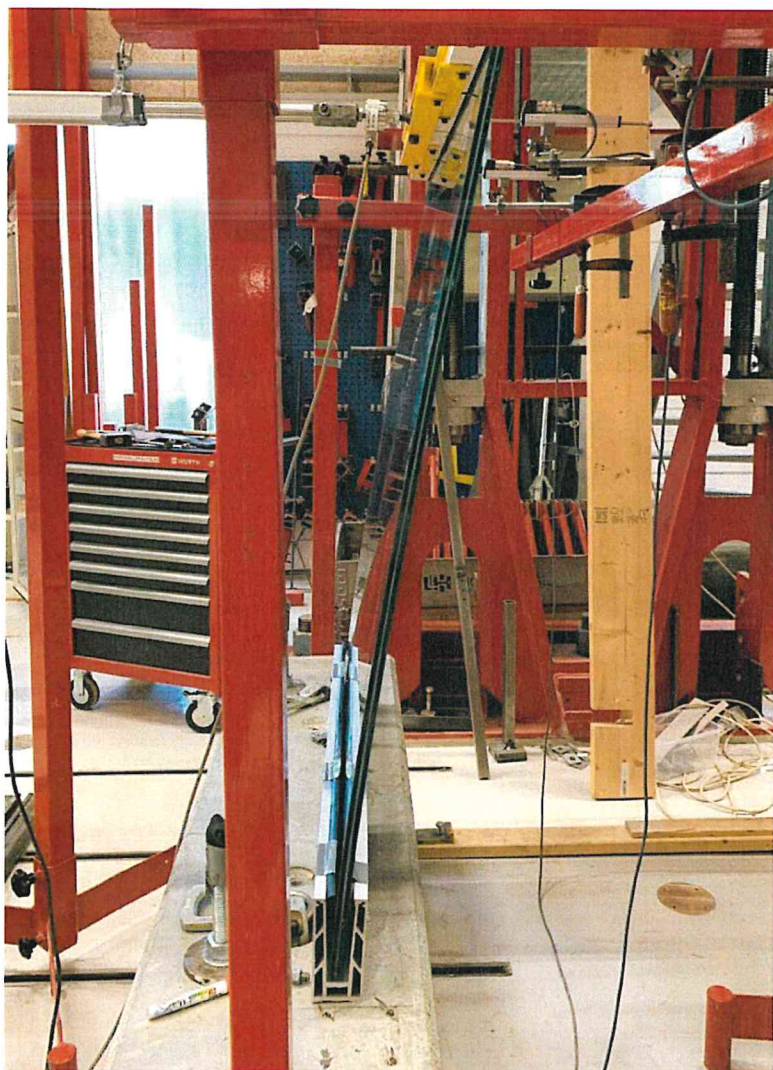
Prøve nr.	Def. ved 0,5 kN [mm]	Def. ved 1,0 kN [mm]	Def. ved 1,5 kN [mm]	Last ved 200 mm def. [N]	Maks. prøvelast [N]	Resultat	Notater
01	19,6	49,7	81,8	2620	2620	BESTÅTT	5,3 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet ved 200 mm deformasjon. Ingen brudd.
02	23,0	47,3	73,4	3281	3294	BESTÅTT	7,1 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet litt etter 200 mm deformasjon. Ingen brudd.
03	23,2	47,2	71,2	3473	3486	BESTÅTT	7,5 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet litt etter 200 mm deformasjon. Ingen brudd. Skruene eller betongankerene har mistet forspenningen og skinnen er løs etter avlasting fra makslast.
04	24,1	49,3	74,6	-	3200	BESTÅTT	6,8 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Den ene glassruten nærmest belastningsbjelken knuser og granulerer ved maks prøvelast og 180 mm deformasjon.
Gj.snitt (prøve 01-04):	22,5	48,4	75,2	3143	3150	-	Uthevet bruddlast er gjennomsnitt av last ved 200 mm deformasjon og maks prøvelast for prøve 04
05	13,8	28,9	43,6	-	2720	BESTÅTT	Belastningshøyde 1000 mm. 4,3 mm varig deformasjon etter avlasting fra 1,0 kN. Prøving stoppet ved ca. 80 mm deformasjon fordi kapasiteten var tilstrekkelig og for å spare prøver



Figur 22. Kraft- og deformasjonskurver fra linjelastprøving av toppmontert versjon av "NOR-SKINNEN" med 16,76 mm glass. Prøve 01-04 er belastet i høyde 1200 mm, mens prøve 05 er belastet i høyde 1000 mm. Ved prøve 04 gikk glasset til brudd. Ved øvrige prøver ble pålastingen avbrutt før brudd. "Hakkene" i kurvene kommer fra at pålastingen ble midlertidig stoppet underveis for å flytte posisjonsgivere med for kort slaglengde. Se utsnitt vist med rødstiplet ramme i Figur 23



Figur 23. Forstørret utsnitt av graf med rødstiplet ramme i Figur 22, fra 0 til 1,6 kN kraft og 0 til 60 mm deformasjon



Figur 24. Prøve 02 ved maksimum prøvelast ca. 3,3 kN. Skinnen løfter seg litt fra underlaget på den ene siden, trolig pga. strekk i skruene



Figur 25. Prøve 04 ved bruddlast. Det nærmeste glasslaget i ruten granulerer plutselig. Ut ifra bruddmønsteret kunne det se ut som bruddet startet ved pakningen nede til høyre, vist med rød pil



Figur 26. Prøve 05 belastet i høyde 1000 mm over betongfundamentet

5.3 Resultater fra pendelprøving

"NOR-SKINNEN" – Toppmontert:

Prøveresultater er oppsummert i Tabell 8. Se også foto fra prøvingene i Figur 27.

Tabell 8. Resultater fra pendelprøving av toppmontert versjon av "NOR-SKINNEN" med 16,76 mm herdet laminert glass. Lengde på skinnen er 1000 mm ved prøve 01-04 og 600 mm ved prøve 05. Glassruten er 1000 mm bred og 1200 mm høy. Kravet er at rekkverket skal stoppe pendelen midt i glassruten fra vertikal fallhøyde 450 mm og glasset får ikke falle ut.

Prøve nr.	Skinne, prøve nr.	Glass, prøve nr.	Fallhøyde 190 mm	Fallhøyde 450 mm	Resultat	Notater
01	04	05	OK	OK	BESTÅTT	Ingen skader observert etter prøving og forspenning i skruer er bevart
02	04	06	-	OK	BESTÅTT	Gjenbruker skinne med innfesting, men bytter glass. Ingen skader observert etter prøving og forspenning i skruer er bevart
03	04	07	-	OK	BESTÅTT	Gjenbruker skinne med innfesting, men bytter glass. Ingen skader observert etter prøving og forspenning i skruer er bevart
04	04	08	-	OK	BESTÅTT	Gjenbruker skinne med innfesting, men bytter glass. Ingen skader observert etter prøving og forspenning i skruer er bevart
05	02 (600 mm)	08	-	OK	BESTÅTT	Kortere skinne med bare 3 skruer. Gjenbruker glass med bredde 1000 mm. Litt slark i innfesting etter prøving, men ellers ingen skader observert



Figur 27. Pendelprøving av "NOR-SKINNEN", prøve 05, med 600 mm lang skinne. Glasset hadde bredde 1000 mm pga. begrenset tilgang på prøveobjekter

"NOR-REKKVERKET" – Toppmontert:

Prøveresultater er oppsummert i Tabell 9. Se også foto fra prøvingene i Figur 28.

Tabell 9. Resultater fra pendelprøving av toppmontert versjon av "NOR-REKKVERKET" med 8,76 mm herdet laminert glass. Rekkverkets høyde er 1200 mm og c/c-avstand mellom stolpene er 1035 mm. Glassruten er 1000 mm bred og 995 mm høy. Kravet er at rekkverket skal stoppe pendelen midt i glassruten fra vertikal fallhøyde 450 mm og glasset får ikke falle ut.

Prøve nr.	Stolpe, prøver nr.	Glass, prøve nr.	Fallhøyde 450 mm	Resultat	Notater
01	01 H 01 V	01	OK	BESTÅTT	Stolpene er litt varig deformert i overgangen til stolpeforsterker etter prøving. Ellers ingen andre skader observert.
02	02 H 02 V	02	OK	BESTÅTT	Stolpene er litt varig deformert etter prøving, men noe mindre enn i prøve 01. Ellers ingen andre skader observert.
03	03 H 03 V	03	OK	BESTÅTT	Stolpene er litt varig deformert som i prøve 02 etter prøving. Ellers ingen andre skader observert.
04	03 H 03 V	04	OK	BESTÅTT	Gjenbruker stolper og innfesting fra prøve 03 pga. begrenset antall prøver, men bytter glass. Ingen skader observert etter prøving.



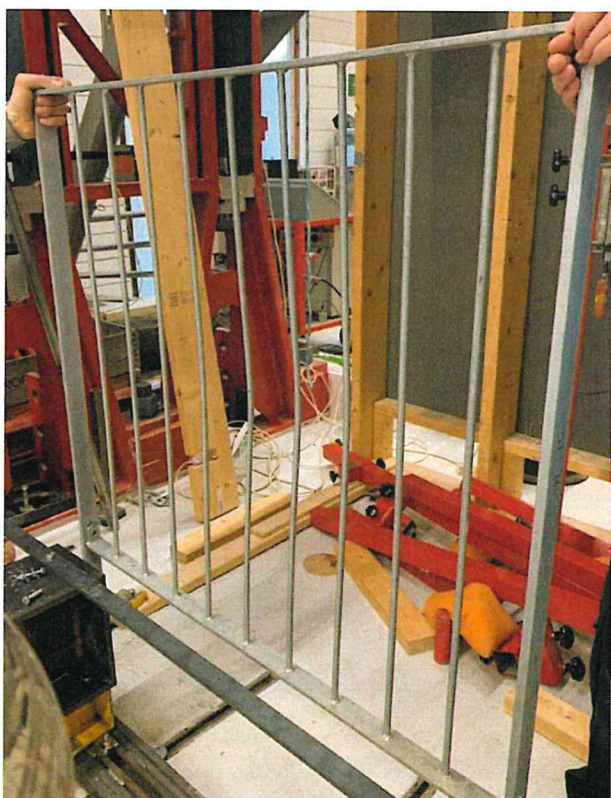
Figur 28. Pendelprøving av toppmontert versjon av "NOR-REKKVERKET", prøve 01. Stolpene fikk en synlig varig deformasjon etter prøving fra fallhøyde 450 mm, men bestod prøvingen. Det oppstod en liten glipe mellom stolpeprofilen og fotplaten, se rød pil

"MODELL 30" – Forkantmontert:

Prøveresultater er oppsummert i Tabell 10. Se også foto fra prøvingene i Figur 29.

Tabell 10. Resultater fra pendelprøving av forkantmontert versjon av spilerekkverket "MODELL 30". Spilepanelets høyde er 1000 mm og c/c-avstand mellom stolpene er 1012 mm. De samme to stolpene og innfestingen av disse ble gjenbrukt ved alle prøvingene, men spillepanelet ble byttet ut. Kravet er at to spiler midt i rekkverket skal stoppe pendelen fra vertikal fallhøyde 450 mm. Maksimalt en spile får løsne og åpningen som oppstår får ikke overstige 200 mm.

Prøve nr.	Stolpe, prøver nr.	Spiler, prøve nr.	Fallhøyde 450 mm	Resultat	Notater
01	01 H 01 V	01	OK	BESTÅTT	Pendelen stoppes. Spiler er litt bøyd etter prøving, men intakte. Stolpene ser helt uberørte ut. Ellers ingen skader.
02	01 H 01 V	02	OK	BESTÅTT	Gjenbruker stolper. Pendelen stoppes. Spiler er litt bøyd etter prøving, men intakte. Ellers ingen skader.
03	01 H 01 V	03	OK	BESTÅTT	Gjenbruker stolper. Pendelen stoppes. Spiler er litt bøyd etter prøving, men intakte. Ellers ingen skader.



Figur 29. Pendelprøving av forkantmontert versjon av spilerekkverket "MODELL 30", prøve 01. Spilene fikk en liten varig deformasjon på midten etter prøving fra fallhøyde 450 mm, men bestod