

---

RAPPORT

# Manger kirke

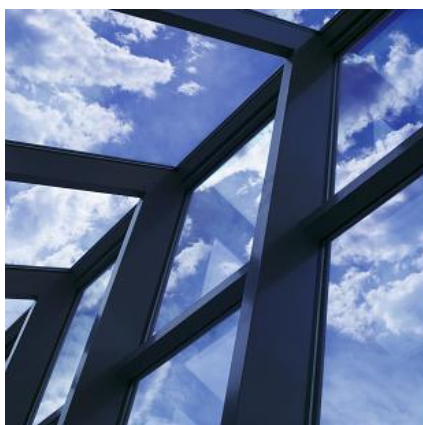
---

OPPDRAGSGIVER  
Radøy sokneråd

EMNE  
Vurdering av forsterkningsløsning

DATO / REVISJON: 18. desember 2014 / 0  
DOKUMENTKODE: 615689-RIB-RAP-001

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Manger kirke</b>	DOKUMENTKODE	615689-RIB-RAP-001
EMNE	Vurdering av forsterkningsløsning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Radøy sokneråd</b>	OPPDRAGSLEDER	Åse Lyslo Døssland
KONTAKTPERSON	Audun Sylta	UTARBEIDET AV	Åse Lyslo Døssland
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	2222 Bergen Konstruksjoner bygg
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Radøy		

## SAMMENDRAG

Manger kirke i Radøy kommune har skjevheter som har forverret seg markant de siste årene. Akasia ble i 2014 engasjert til å lage et forprosjekt for å prosjektere en løsning for stabilisering og avstivning av kirkebygget. Multiconsult har blitt bedt om å kommentere løsningen foreslått av Akasia, og samtidig å vurdere alternative løsninger.

Følgende konklusjoner og anbefalinger er gjort i denne rapporten

- Multiconsult anbefaler ikke oppjekking av kirken. Den bør forsterkes i nåværende posisjon.
- En stålramme over himling fremfor et fagverk vil føre til at kreftene blir mer fordelt, slik at man unngår å overbelaste eksisterende knutepunkt i tak
- Stålfensterkning bør plasseres over himling så den ikke blir synlig
- Ståldiagonaler i gavl er i utgangspunktet en billig forsterkningsmetode, men den krever refundamentering, fortrinnsvis ved hjelp av peling eller fjellbolter. Diagonalene må enten kunne ta både trykk og strekk for å ivareta vindsug (dvs større dimensjon), eller så må det legges inn stålkryss.
- Massivtreskiver er en estetisk bedre løsning, og refundamenteringen kan gjøres enklere vha betong.
- Forsterkning fra gavlvegg ved kor via tilbygg til grunnen kan være et godt kompromiss mellom økonomi og estetikk. Forsterkningen blir mindre synlig i kirkerommet, og samtidig blir forsterkning i fundament sannsynligvis vesentlig billigere. Løsningen kan likevel by på problemer innvendig i tilbygget.

0	18.12.14	Utgitt	ÅLD	LaJ	LaJ
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn .....	4
2	Henvisninger.....	5
3	Løsning foreslått av Akasia.....	5
4	Vurderinger .....	5
4.1	Faremoment ved å innføre nytt avstivningssystem – konsentrasjon av krefter .....	5
4.2	Oppretting av bygg .....	6
4.3	Horisontalfagverk i himling sideskip .....	6
4.4	Kraftoverføring i gavlvegger.....	7
4.5	Fundamentering .....	7
4.6	Alternativ forsterkninga tverrvegg m/fundamentering .....	8
5	Oppsummert .....	8



### 1 Bakgrunn

Manger kirke i Radøy kommune har skjevheter som har forverret seg markant de siste årene. Dette er verifisert gjennom en rekke målinger fra 2001-2014. Med denne utviklingen er det åpenbart at kirken må forsterkes, og etter vanlige beregningsmodeller og metoder vil kirken ikke kunne motstå store vindkrefter.

Kirken er en trekonstruksjon bygd på 1890-tallet. Oppbygning av kirken er detaljert forklart i rapporter referert til i neste avsnitt og gjengis ikke her. Akasia ble i 2014 engasjert til å lage et forprosjekt for å prosjektere en løsning for stabilisering og avstivning av kirkebygget. Multiconsult har blitt bedt om å kommentere løsningen foreslått av Akasia, og samtidig å vurdere alternative løsninger.

## 2 Henvisninger

Vurderinger i denne rapport er basert på følgende tilgjengelig skriftlig materiale:

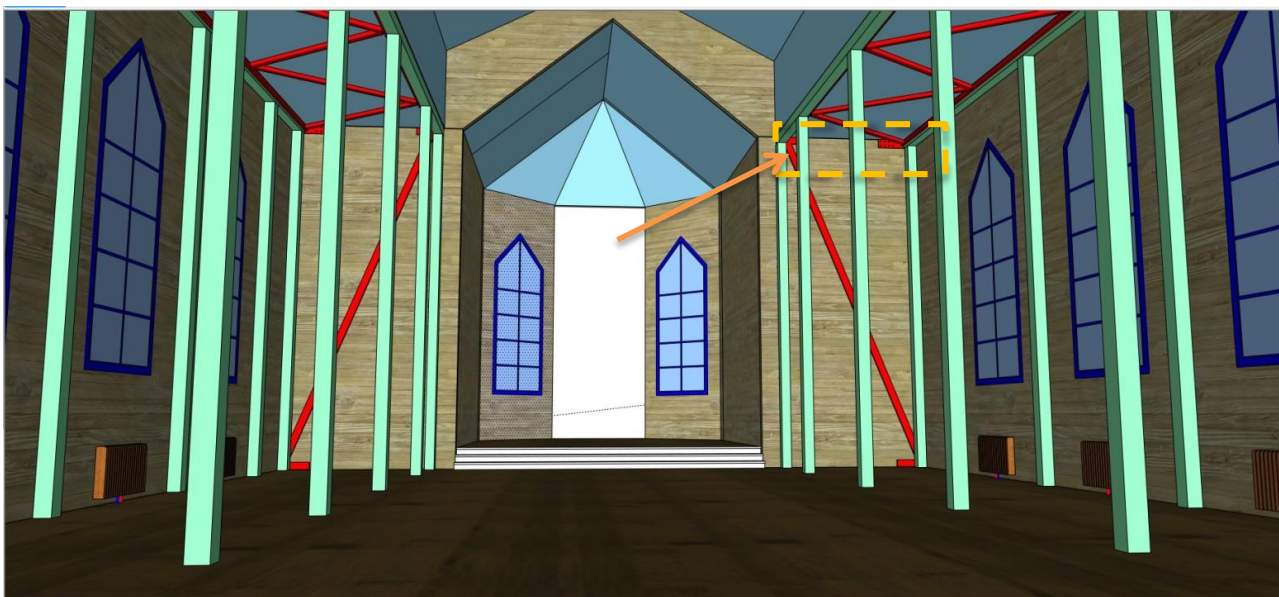
1. «Befaring av Manger Kirke» Rapport av Rolf Lenschow 2003
2. «Kartlegging av skjevhet – Manger kirke» Prosjektoppgave av Even Skulstad 2006
3. «Tilstandsrapport 2014. Manger kirke» Rapport Akasia ved Karsten Hjertholm 2014
4. «Presentasjon av forprosjekt» Rapport Akasia 2014

Even Skulstad har gjort et dokumentasjonsarbeid langt ut over det som er normalt i en prosjektoppgave, og har svært god kjennskap til kirken. Han er nå tilsatt i Multiconsult, og er rådspurt i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten.

## 3 Løsning foreslått av Akasia

Følgende løsning er foreslått av Akasia:

- Jekke kirken tilbake ved hjelp av 6stk wirer som festes i betongblokker
- Nytt avstivningssystem i stål som illustrert i figur under.



Figur 1: Bilde fra Akasias rapport. Lignende løsning foreslått for gavlvegg ved klokketårn.

## 4 Vurderinger

### 4.1 Faremoment ved å innføre nytt avstivningssystem – konsentrasjon av krefter

Bygget har vist seg å kunne motstå krefter langt utover det som kan forklares med normale statiske beregningsmodeller. Dette innebærer at sekundære konstruksjonselementer nødvendigvis må være med på å overføre kreftene, og at kraftbildet blir komplisert og uoversiktlig. Ved å forsterke bygget

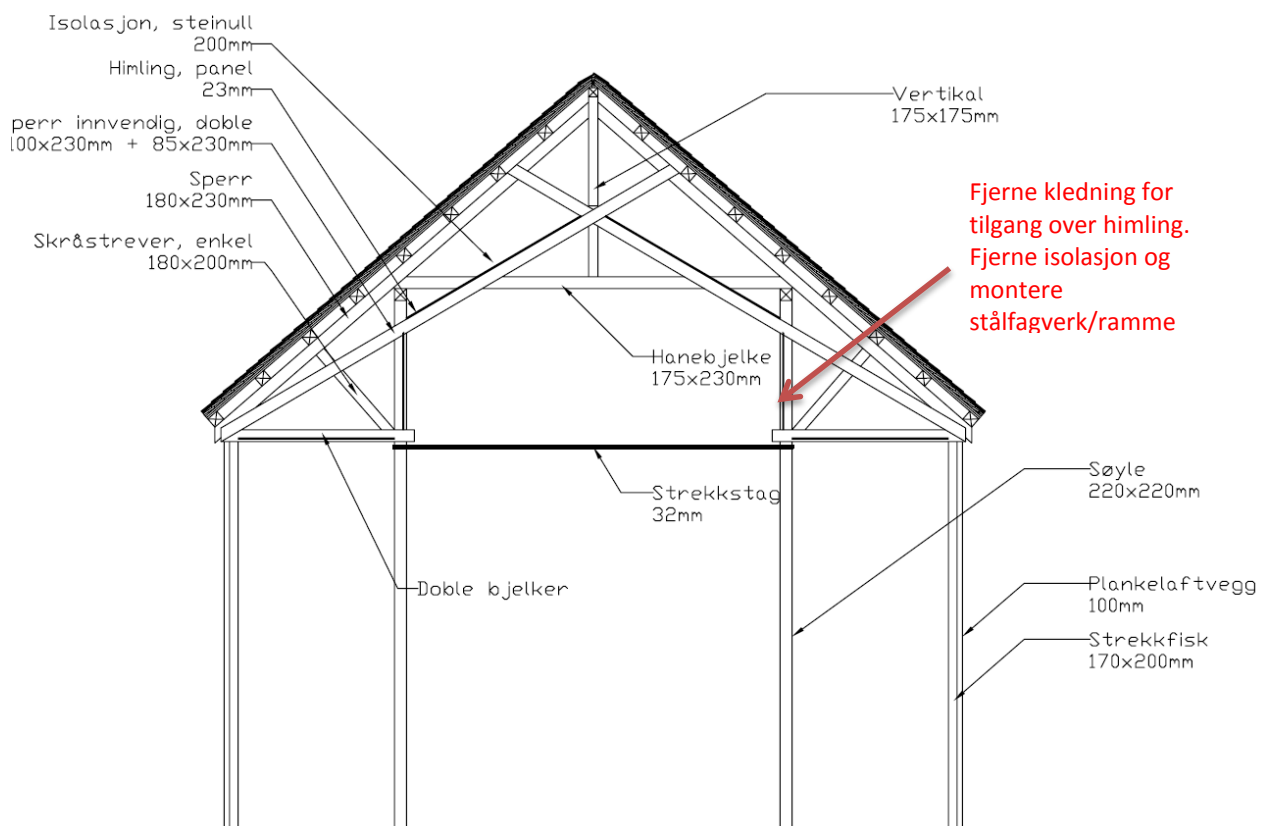
med stålstag slik det er foreslått av Akasia vil man skape ett nytt statisk system med en annen stivhet. Kraftene vil ikke fordele seg på samme måte som de har gjort til nå og bli mer konsentrerte i overgang mot nytt avstivningssystem. Faren er at knutepunkt som allerede er høyt utnyttet kan bli overbelastet.

## 4.2 Oppretting av bygg

En oppjekking av bygget slik Akasia har foreslått medfører at kraftene vil gå mye mer konsentrert gjennom kirken en de har gjort mens kirken har bøyd seg ut. I tillegg skal forskyvningene som har intruffet gradvis i løpet av en 100 års periode rettes opp på kort tid. Sannsynligheten for å påføre kirken store skader i denne operasjonen vil være høy, og Multiconsult anbefaler derfor å forsterke kirken uten å rette den opp. Det er videre utbøyning av kirken som må forhindres.

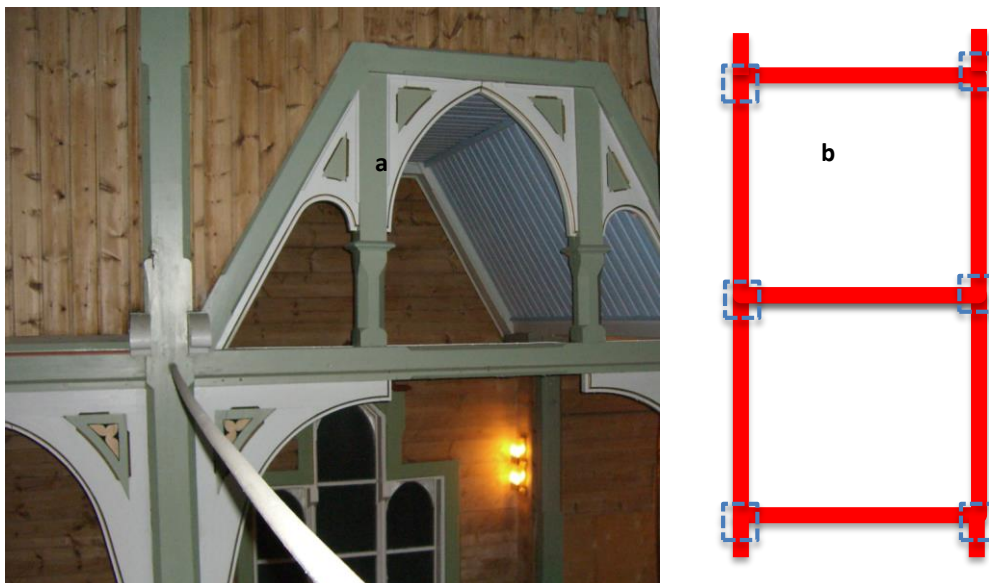
## 4.3 Horisontalfagverk i himling sideskip

Det er fornuftig å sette inn avstivning horisontalt i tak ved sideskip slik Akasia har foreslått. Av estetiske grunner er det fordelaktig å legge fagverket over himlingen. Dette kan gjøres ved å gå inn på siden av himlingen, fjerne isolasjonen og montere stålstag. I et område ved takopplett vil stålet bli synlig i kirkerommet, se Figur 3. Merkostnadene ved å montere stålet på oversiden av himlingen må vurderes opp i mot å få en tilnærmet usynlig forsterkning.



Figur 2: Tegning og oppmåling utført av Skulstad 2006 [2]

For å begrense stivhetsøkningen i tak i sideskip anbefaler Multiconsult at det i stedet for stålfagverk settes inn en stållamme. Dette vil redusere faren for å overbelaste knutepunkt i takkonstruksjonen som allerede er høyt utnyttet. Se Figur 3.



Figur 3:a) Ved takopplett i et av sideskipene. Bilde tatt av Even Skulstad 2006. Her vil stålfagverk/ramme bli synlig i kirkerommet. b) Stållamme i stedet for fagverk for å redusere stivheten. Denne løsningen vil også være mindre synlig ved takopplett.

#### 4.4 Kraftoverføring i gavlvegger

Et kritisk punkt i Akasias løsning er overgang mellom horisontalt fagverk i himling og skråstag i gavlvegg, markert med pil i Figur 1. Her kommer en konsentrert kraft fra horisontal fagverk, som er tenkt overført gjennom gavlvegg bort til skråstag. I henhold til side 41 i rapport angitt som referanse nr 2 [Skulstad] er denne lasten 122kN. Overføringen av en så stor kraft inn og ut av eksisterende konstruksjon anses som lite gunstig, og vanskelig å dokumentere. I tillegg ivaretar strekkstag i gavl bare vindtrykk på ytterveggen. For å ivareta vindsug måtte det ha vært et strekkstag i motsatt retning.

#### 4.5 Fundamentering

Det mest kritiske punktet i Akasias foreslåtte løsning er mangel på fundamentering for å ta opp strekkrefter fra diagonaler i gavl. Iht side 43 i rapport ref.2 [Skulstad] vil hele veggen kunne løftes av fundamentet dersom vindkreftene skal tas opp i gavlvegg. Grunnen til at dette ikke har skjedd så langt er sannsynligvis at koret har en avstivningseffekt. Dersom avstivningssystemet blir mer «rendyrket» i form av Akasias foreslåtte stålstag er det sannsynlig at gavlvegg ved kor vil kunne løftes av fundamentet.

Løsningen krever at strekkstagene forankres fortrinnsvis ved hjelp av fjellbolter eller peler.

#### 4.6 Alternativ forsterkninga tverrvegg m/fundamentering

I rapport av Skulstad er det foreslått å forbedre tverrveggenes evne til å ta ned horisontale krefter ved hjelp av massivtreskiver som monteres på innside av vegg. Dette er estetisk sett en god løsning. Også denne krever refundamentering, men fundamenteringen kan gjøres i form av å støpe betongfundament som er tunge nok til å unngå at tverrveggene kan løfte seg. Det vil sannsynligvis være en mer økonomisk løsning enn fjellbolter/peling, særlig dersom avstanden til fjell er stor.

Et annet forslag av Skulstad er å nyttiggjøre seg av tilbygg for å få overført krefter gavlvegg ved kor til grunnen. Det kan monteres en skråstrever som tar ned horisontale krefter inne i bygget, og denne vil nok være vesentlig enklere å fundamenterer enn en refundamentering direkte under tverrvegg ved kor.

Den mest økonomiske løsningen er mest sannsynlig å «bardunere» bygget ved hjelp av stålwirer eller skråstreber i tre utenfor kirken i hver søylerekke, men dette vil naturligvis være svært skjemmende for kirken.

### 5 Oppsummert

- Multiconsult anbefaler ikke oppjekking av kirken. Den bør forsterkes i nåværende posisjon.
- En stålramme over himling fremfor et fagverk vil føre til at kreftene blir mer fordelte, slik at man unngår å overbelaste eksisterende knutepunkt i tak
- Stålfosterkning bør plasseres over himling så den ikke blir synlig
- Ståldiagonaler i gavler er i utgangspunktet en billig forsterkningsmetode, men den krever refundamentering, fortrinnsvis ved hjelp av peling eller fjellbolter. Diagonalene må enten kunne ta både trykk og strekk for å ivareta vindsug (dvs større dimensjon), eller så må det legges inn stålkryss.
- Massivtreskiver er i seg selv en dyrere men samtidig en estetisk bedre løsning, og refundamenteringen kan gjøres enklere vha betong.
- Forsterkning fra gavlvegg ved kor via tilbygg til grunnen kan være et godt kompromiss mellom økonomi og estetikk. Forsterkningen blir mindre synlig i kirkerommet, og samtidig blir forsterkning i fundament sannsynligvis vesentlig billigere. Løsningen kan likevel by på problemer innvendig i tilbygget.