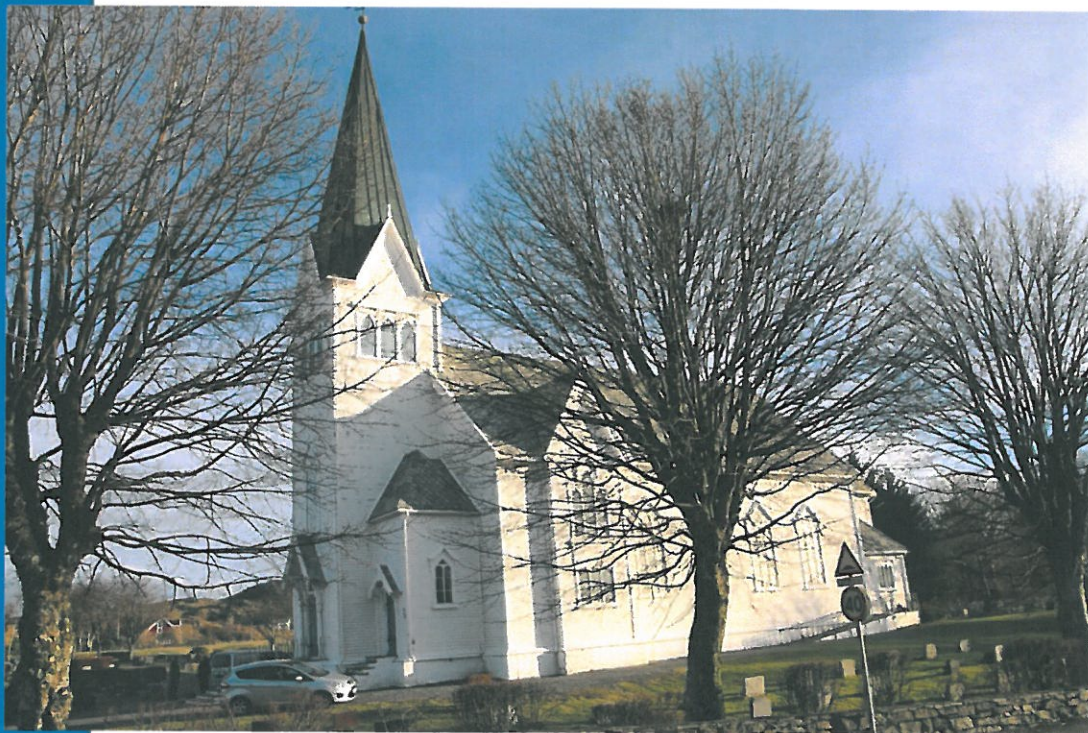


Akasia



## **Tilstandsrapport 2014**

### **Manger kirke**

## Innledning

### Oppdrag

Radøy kirkelige fellesråd har henvendt seg til Akasia i forbindelse stabiliteten til Manger kirke. Kirken har ved flere anledninger blitt vurdert i forbindelse med skjevheter som har blitt avdekket, sist i september 2003 og november 2006. Begge tilstandsvurderingene bekrefter skjevheter i søyler og yttervegger, og i 2006 ble det også dokumentert avvik på konkrete målepunkter.

Henvendelsen i februar 2014 gjaldt knakelyder i bygget og oppdagelse av en 2 centimeter sprekke mellom gallerigulv og gavlvegg ved orgelet. Det ble uttrykt bekymring for stabiliteten til bygget.

### Kort om Manger kirke

Manger kirke er tegnet av arkitekt H. Jess i Bergen.

Kirken har treskipet langhus og er bygget av laftet plank på en grunnmur av bruddstein. Utvendig er den kledd med liggende staffpanel. Alle tak er tekket med lappskifer, bortsett fra tårnhjelmen som er av kopper.

Kirken er ca. 14 meter bred og 22 m lang og (antagelig) utført i dobbelpløyd plank. Høyden til raft er 7,5 m. I skipets lengderetning er det to søylerekker med søyleavstand ca. 3,6 m. Søylerekken står ca. 3 m fra ytterveggen.

Seks par midtskipsstolper med korresponderende opplengjer i sideskipsveggene deler langhuset inn i fem ordinære fag og to ”halve” fag lengst øst og vest i langhuset. Tverrskipet, hvor galleriet er anbragt, utgjør første ordinære fag fra vest.

Langhustaket er et åstak, båret av seks hovedbind. Hvert hovedbind består av sperrer, kryssende undersperrer, hanebjelke og en hengbjelke som går fra mønet og ned til hanebjelken. Det er lagt en himling over undersperrene som danner et saltak over midtskipet med synlige sperrer og hanebjelker/hengbjelker. Sideskipene har flate himlinger med synlige bindbjelker, bortsett fra tverrskipsarmene som har tverrstilte, underkledde saltak.

Alt under byggingen ble det klart at langhusets takkonstruksjon var for svak. ”Skipet tok til å gjeva etter” (Litleskare s. 114). Antakelig av den grunn er det satt inn jernstag mellom tre av midtskipsstolpeparene. Bordtak av stående bord over åsene førte også til lekkasjer – noe som førte til at et ekstra sutak måtte legges over bordtaket.

Koret har saltak med sperrer, hanebjelker og hengbjelker. I tillegg består takkonstruksjonen av undersperrer som går ned på korveggene. Undersperrene er forbundet med doble stikkbjelker i gesimsnivå og danner knekter som støtter sperrefagene hvor hanebjelkene går inn på sperrene.

Bergen, 24. februar 2014

Karsten Hjertholm



## Innholdsfortegnelse

Innledning.....	2
Oppdrag .....	2
Kort om Manger kirke .....	2
Innholdsfortegnelse .....	3
Sammendrag.....	4
Gjennomføring av undersøkelse.....	4
<b>Grunnforhold</b> .....	4
<b>Råteskader</b> .....	5
<b>Statisk system</b> .....	5
<b>Sprekk på galleri</b> .....	6
Metode.....	7
Dokumentstudier .....	7
Fysisk befaring .....	7
Medvirkende.....	7
NS 3424 – Tilstandsanalyse av byggverk.....	7
Tiltak og kostnad.....	8
Referanseliste .....	8
Fotovedlegg.....	9
Måleresultater.....	11

## Sammendrag

Arbeidet med byggingen av Manger kirke startet våren 1890. Dokumenter fra Manger sokneråd vider at det underveis i arbeidet var det mange diskusjoner om tak, lekkasjer og usikkerhet om kvaliteten på arbeidet. Bl. a følgende forhold er kommentert i referatene:

- Arkitekten påpekte at gavlene ikke var bygd konstruktivt etter tegningen
- Det er ikke benyttet «dømlinger» i lafteveggen.
- Sutaket avvek fra vanlig utførelse, og ble montert vertikalt med over- og underliggere. Vanlig utførelse var «suede» bord på langs. Løsningen medførte lekkasjer særlig på vestsiden. Skiferen ble senere demontert på denne siden, og det ble montert sutak på langs oppå eksisterende sutak.
- Takkonstruksjonen var for svak og det ble bemerket at skipet begynte å gi seg. Taket ble forsterket med mere bindingsverk og bolter

Disse forholdene synes å være essensielle for problemene i kirken, og er kommentert nærmere i rapporten.

Rapporten er ikke en generell tilstandsvurdering, men kun en undersøkelse knyttet til skjevheter og stabilitet.

En viktig del av befaringen var registrering av loddavvik for vegger og søyler, og horisontalavvik for gulv. Resultatene fra disse målingene er sammenliknet med måleresultatene i 2001 og 2006, og er medtatt i rapporten. Målingene viser såpass store vertikalavvik i forhold til målingene i 2006, at det har vært nødvendig å ta arbeidet med rapporten svært alvorlig.

Det er medtatt forslag til videre undersøkelser av bygget. Det er helt nødvendig å gjøre tiltak som kan gi større sikkerhet mht. stabiliteten i bygget.

## Gjennomføring av undersøkelse

For å forstå årsakene til problemene med Manger kirke, ble det på bakgrunn av rapportene som foreligger fra tidligere befaringer, fokusert på tre hovedområder for undersøkelsen:

- Grunnforhold
- Råteskader
- Svakheter i det statiske systemet i bygget

Undersøkelsen skulle også prøve å konkludere mht. sprekken som har oppstått mellom galleriet v/orgelet og gavlveggen.

### Grunnforhold

Kirken har grunnmur av bruddstein, og er pusset på både innside og utside ([Figur 1](#) og [Figur 2](#)). Innvendige søyler hviler på langsgående dragere som igjen er fundamentert på grunnmuren av bruddstein.

Grunnforholdene er stabile, og det er ikke registrert setningsskader.

Hvis vertikalavviket i ytterveggene skulle forklares ut fra svikt i grunnforholdene, var det å forvente at setningene i grunnmuren skulle være svært store. Dette ville i så tilfelle også gjenspeile store avvik på gulvet inne. Undersøkelsen viser imidlertid at det ikke har vært vesentlige bevegelser i grunnmuren. Muren er så godt som fritt for riss og setningsskader både

ute og inne (se [fotovedlegg](#)). Målinger på gulvet inne viser ikke større avvik enn man kan forvente, og sammenliknet med målinger fra 2001 er differansen ikke større enn det som kan forklares med måleavvik for utstyret som er benyttet.

Dette synes å utelukke at grunnforholdene er årsak til bevegelsene i kirken

### **Råteskader**

Kirken har yttervegger i laftet plank. På innsiden av ytterveggene er det bærende søyler for takverket. I tillegg er det to søylerekker i kirkerommet som tar last fra taket. Søylene har en lengde på ca. 7500 mm. Taket er utført med langsgående åser som hviler på sperrebind av typen saksesperrer med senteravstand 3600 mm. Søylene som bærer taket hviler på langsgående bjelker i gulvet, som er opplagret på bruddstein i blindkjeller. Det er god tilkomst i blindkjelleren og bærekonstruksjonen er synlig ([Figur 3](#)).

På vår befaring i kirken fokuserte vi særlig på fundamentene på østre side i blindkjelleren. Det var på denne siden vi forventet eventuelle svikt i bærekonstruksjonen. Undersøkelsen avdekket ingen forekomst av råte i bærende konstruksjoner. Treverket ansees som godt luftet, og vår undersøkelse avdekket ingen vanninntrenginger eller lekkasjer. Det var tegn til fukt i gulvet ved inngangsdøren. Dette ble forklart med at sluken utenfor døren tidvis kunne gå tett, med den følge at vannet trengte inn gjennom døren. Dette forholdet synes ikke å ha særlige konsekvenser for bærende konstruksjoner.

Vi kan ikke se at råte er en faktor som inngår i årsakssammenhengen til forskyvningene i kirken. Vi har derfor sett bort fra dette i de videre vurderingene.

### **Statisk system**

Etter å ha utelukket grunnforhold og råte som årsaker til forskyvningene i kirken, står vi igjen med det statiske systemet. Følgende punkter i statikken er vurdert:

- Utførelsen av det statiske systemet
- Avstivende elementer
- Uheldige forhold / svakheter

### **Utførelsen av det bærende systemet**

Som nevnt er taket et åstak som hviler på saksesperrer med senteravstand på 3600 mm. Saksesperrere hviler på søyler som er opplagret på grunnmuren. Annenhvert sperr i kirkerommet er forsterket med horisontale strekkledd i stål, for å ta opp de horisontale kreftene i konstruksjonen. Det synes ikke å være problemer/svikt knyttet til de vertikale lastene i bygget.

### **Avstivende elementer**

Når det gjelder de horisontale vindlastene som påvirker bygget (trykk og sug), tas de i hovedsak opp av de tversgående gavlveggene. I mangel av tversgående skillevegger i kirkerommet, overføres lastene via stive bygningsdeler (skiver) i lengderetningen på bygget. Skivene fører lasten bort til gavlveggene, hvor kreftene ledes ned på fundamentene.

Bygningsdeler med skivevirkning er hovedsakelig yttertaket og den horisontale delen av himlingen i tillegg til gavlveggene. Yttertaket har sutak av over- og underliggere montert



direkte på åsene i vertikalretningen. Dette har dårligere avstivende virkning enn langsgående suete bord, da sutaksbordene får mindre kontinuitet i lengderetning av bygget. På vestsiden er det lagt suete bord oppå det opprinnelige sutaket. Bordene er festet til underliggende sutak (Figur 4), og har ikke samme avstivende effekt som om bordene var festet direkte på vertikale lekter oppå åsene. Takflaten anses å ha begrenset stivhet mot store vindlaster.

Den horisontale delen av himling i kirkerommet har en bredde på 3250 mm over begge sideskipene. Himlingen brytes på hver side ved takarkene bak i kirkerommet (Figur 5), og får dermed ikke en sammenhengende flate fra gavl til gavl. Dette svekker bygningsdelen som avstivende element.

Disse to forholdene kan forklare utbøyingen som skjer med langveggene i kirken.

Det er oppsiktsvekkende at også gavlveggen dras mot (nord-) øst. Målinger i gavl mot sør viser et avvik på 13-14 cm i retning øst. Ved døråpning til våpenhus, synes denne forskyvningen å komme til syne (Figur 6 til 9). Gavlveggen får begrenset last fra taket, da disse lastene i hovedsak ledes ned på selvstendige søyler via saksesperrene. Dette gir mindre friksjon mellom lafteplankene, og bidrar til, sammen med fravær av dømlinger (Figur 10), at lafteplanken glir i forhold til hverandre.

### **Uheldige forhold / svakheter**

Følgende forhold ved det statiske systemet anses som uheldige og som medvirkende årsaker til forskyvningen som kirken har fått:

- Stående sutak gir svakere stivhet i takflaten i forhold til liggende sutak monter på lekter
- Brudd i horisontal himling svekker stabiliteten av ytterveggen mellom gavlveggene.
- Den mest alvorlige svakheten i konstruksjonen er at det er bevegelse mellom lafteplankene i gavlveggene. Dette er sannsynligvis forårsaket av at lafteveggen mangler dømlinger i hjørnene (Bildeeksempel Figur 10). Når det i tillegg er begrenset last på gavlveggen som kan skape friksjon mellom plankene, er dette en alvorlig feil som i ytterste konsekvens kan få bygningen til å kollapse.

I sum gjør dette det vanskelig å se hva som stabiliserer bygget mot horisontale belastninger. Tilbygget mot øst vil gi noe støtte, men også her er forskyvningene siden 2006 på omkring 20 mm. Tårnet kan gi noe støtte. Det er reell sjanse for at utviklingen skal akselerere ettersom tyngdepunktet i kirken forskyves ut av likevekt. Målinger viser at kirken har beveget seg gjennomsnittlig 23,8 mm siden 2006, målt i høyde 7,0 m fra gulvnivå. Maksimal forskyvning er 31 mm i målepunkt 31 i løpet av 7,5 år. Måleusikkerheten er på +/- 2,5 mm.

### **Sprekk på galleri**

Sprekken på galleriet (Figur 11 og 12) var årsaken til bekymringsmeldingen for bygget. Det ble antydnet at sprekk på 2,3 cm hadde oppstått plutselig. Undersøkelsen viser at sprekk nok har vært der en tid. Gulvbordet som tidligere var skjult under dørlisten er blitt malt etter at forskyvningen har funnet sted (Figur 11). Dette utelukker ikke at det allikevel kan ha vært en bevegelse i gulvet, og knakelydene signaliserer at det er spenninger i konstruksjonen. Det kan i imidlertid konstateres at sprekk har vært der før gulvet ble malt siste gang.

## Metode

### Dokumentstudier

Følgende dokumenter har vært viktige kilder i arbeidet med tilstandsrapporten.

- Rapport fra befaring 07.07.2003 Rolf Lenschow NTNU
- Rapport fra befaring 08.08.2003 Petter Aune
- Rapport fra prosjektoppgave høst 2006 Even Skulstad

### Fysisk befaring

Det er gjennomført visuell befaring av kirkebygget ved bruk av ikke-destruktive metoder. Befaringer er foretatt 11.02.2014, og omfatter kirkerommet inklusiv tårn og kryperom under kirken. Vurdering av fuktforhold er gjort visuelt uten bruk av måleutstyr.

#### Medvirkende

Ansvarlig for registrering: Arne Tveit, områdeleder

Faglig medvirkende: Øystein Mortensen, tekniker  
Karsten Hjertholm, byggingeniør

Fra Manger sokneråd og Radøy kommune deltok:

Audun Sylta, kirkeverge

J. William Kay, organist

Tore Rikstad, Radøy kommune

### NS 3424 – Tilstandsanalyse av byggverk

NS 3424 er lagt til grunn for befaringen og registreringsnivået er satt til Nivå 1. Nivå 1 er det groveste analysenivået, men ved systematisk registrering av eiendommen gir dette en god oversikt på tilstanden for bygget.

Kontrollen har imidlertid ikke omfattet hele bygget, men er begrenset til forhold knyttet til skjevhet og stabilitet. Det er derfor ikke utarbeidet generelle tiltak for bygget.

## Tiltak og kostnad

Tilstanden til kirken er alvorlig. Dette er særlig begrunnet i bevegelsen som har vært i bygget de siste 7 årene. Mens horisontalnivåene er uendrete, er vertikalforskyvningen i gjennomsnitt 23,8 mm, med maksimalverdi på 31 mm i målepunkt 31. Det er nødvendig å gjøre tiltak for å stabilisere kirken, da bygget er i bevegelse. Den videre utviklingen vil være avhengig av vindbelastningen på kirken, og er dermed vanskelig å forutsi. Man risikerer imidlertid at kirken blir ubrukelig, enten pga. reell bevegelse i konstruksjonen eller på grunn av usikkerhet knyttet til stabiliteten.

Det anbefales å sette i gang et forprosjekt hvor videre tiltak planlegges. Vi har allerede vært i kontakt med et firma med kompetanse på laftekonstruksjoner, og anbefaler en ny befaring sammen med dem.

Vi ser i første omgang for oss en løsning som kan stabilisere gavlveggene slik at disse holder igjen videre bevegelse i kirken.

Det er ikke estimert noen kostnader for stabilisering av bygget.

## Referanseliste

[http://www.norgeskirker.no/wiki/Manger\\_kirke](http://www.norgeskirker.no/wiki/Manger_kirke)

Standard Norge (2012). NS 3424 - Tilstandsanalyse for byggverk

Standard Norge (2009). NS 3451 – Bygningsdelstabell

Skriftlig materiale fra Manger sokneråd hentet frå Jubileumsskrift (1991)

Rapporter:

- Rapport 7.7.2003
- Rapport 24.9.2003
- Rapport desember 2006



## Fotovedlegg



Figur 1. Grunnmur sett fra utsiden (østre langvegg)



Figur 2. Grunnmur sett fra innsiden (østre langvegg).



Figur 3. Bærekonstruksjon fundamentert på bruddstein



Figur 4. Langsgående sutak montert oppå underliggende bord av stående over- og underliggere.



Figur 5. Brudd i horisontal himling



Figur 6. Horisontale forskyvninger i gavlvegg ved dør fra våpenhus





Figur 7. Horisontale forskyvninger i gavlvegg ved dør fra våpenhus



Figur 8. Horisontale forskyvninger i gavlvegg ved dør fra våpenhus



Figur 9. Horisontale forskyvninger i gavlvegg ved dør fra våpenhus



Figur 10 Eksempel på dømling i lafteverk



Figur 11. Sprekk på galleri



Figur 12. Sprekk på galleri



## Måleresultater

### Horisontalmålinger (mm)

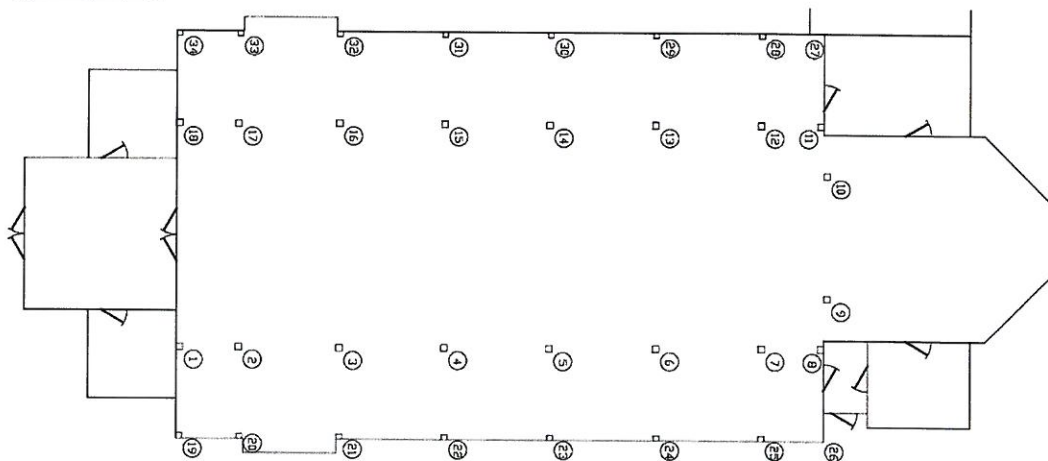
Måleresultat 11.2.2014	1	2	3	4	5	6	7	8
Østre langvegg (mm)			1,3	1,9	1,8	2,4	0,9	-1,2
Østre søylerekke	1,1	-2,7	-2,1	-1,4	0,5	0,5	0,3	-0,2
Vestre søylerekke	-0,7	0,0	0,4	1,4	1,2	0,1	0,1	-0,8
Vestre langvegg		-1,7	-1,1	0,3	-0,4	-1,7	-1,0	-0,3

Måleresultat 2.11.2006	1	2	3	4	5	6	7	8
Østre langvegg			1,2	2,0	1,9	2,4	1,0	-1,3
Østre søylerekke	1,2	-2,5	-2,4	-2,0	0,0	0,6	0,5	0,0
Vestre søylerekke	-0,4	0,0	0,3	1,1	1,2	0,0	0,1	-0,4
Vestre langvegg	-1,5		-1,2	0,5	-0,2	-1,3	-0,7	-0,3

Måleresultat 2001	1	2	3	4	5	6	7	8
Østre langvegg	1,8	2,3	1,1	2,1	1,8	2,3	0,8	-1,4
Østre søylerekke	1,3	-2,2	-1,9	-1,5	0,1	0,0	0,0	0,1
Vestre søylerekke	-0,8	-0,4	0,1	1,2	1,5	-0,4	-0,5	-0,5
Vestre langvegg	-1,5	-1,2	-1,5	0,3	-0,2	-1,7	-0,7	-0,7

Differanse 2001-2014 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8
Østre langvegg			0,2	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
Østre søylerekke	-0,2	-0,5	-0,2	0,1	0,4	0,5	0,3	-0,3
Vestre søylerekke	0,1	0,4	0,3	0,2	-0,3	0,5	0,6	-0,3
Vestre langvegg		-0,5	0,4	0,0	-0,2	0,0	-0,3	0,4

### Målepunktskart:



Måleresultater fra 2006 viser tre målepunkter som avviker fra de øvrige ved at de har forskyvning motsatt veg (målepunkt 22, 23 og 25). Dette gir en forskyvning på omkring 200 mm i disse punktene i 2014. Måleverdiene antas å være **feilplotting** når dataene har blitt overført fra totalstasjonen, og er ikke tillagt betydning i rapporten.

## Vertikalmålinger (mm)

### Vestre langvegg

Måleresultater 11.2.2014			Måleresultater 2.11.2006		Differanse
Målepunkt	Avvik (mm)	Målehd.	Avvik (mm)	Målehd.	
19					
20			110	7320	
21	132	Ca 7000	112	6940	20,0
22	133	Ca 7000	-75	6780	208,0
23	175	Ca 7000	-33	6750	208,0
24	197	Ca 7000	200	6930	-3,0
25	166	Ca 7000	-32	6780	198,0
26	130	Ca 7000	123	6760	7,0

### Østre langvegg

Måleresultater 11.2.2014			Måleresultater 2.11.2006		Differanse
Målepunkt	Avvik (mm)	Målehd.	Avvik (mm)	Målehd.	
27	142	Ca 7000			
28	170	Ca 7000	148	6950	22
29	226	Ca 7000	210	6940	16
30	224	Ca 7000	198	6940	26
31	229	Ca 7000	198	6930	31
32	208	Ca 7000			
33			125	7350	
34					

Gjennomsnitt	23,8
--------------	------