



SINTEF

Rapport

Vår Frue kirke – Vurdering Tårn

Forfatter:

Fredrik Slapø

Rapportnummer:

2026-00330 - Fortrolig

Oppdragsgiver:

Kirkelig fellesråd i Trondheim

Rapport

Vår Frue kirke – Vurdering Tårn

EMNEORD

Skadeundersøkelse,
Byggskada,
Frostsprengning,
Yttervegg, Fuge, Stein,
Mørtel, Sement, Kalk,
Tegl, Bestandighet, Fukt,
Frost

VERSJON

Versjon 1

DATO

2026-06-11

FORFATTER

Fredrik Slapø

OPPDRAGSGIVER

Kirkelig fellesråd i Trondheim

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Stian Lilleberg

PROSJEKTNUMMER

102035888

ANTALL SIDER

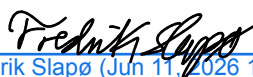
27

SAMMENDRAG

SINTEF vurderer at det er et behov for utbedring og at sementfugene bør skiftes ut med kalkmørtel. Det må tas en vurdering for hva som gjøres med skadde stein og om man skal forsøke å utbedre gjennomgående sprekker. Utbedringen skal trygge områdene rundt tårnet mot nedfall av stein og mørtel, de skal beskytte murverket mot nedbrytning og bevare et viktig kulturminne. Pussing og hvitning av tårnet vil kunne beskytte tårnet mot frostskafer samtidig vil hvitning kreve jevnlig (anbefalt årlig) vedlikehold.

UTARBEIDET AV

Fredrik Slapø

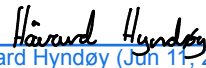


SIGNATUR

Fredrik Slapø (Jun 11, 2026 14:58:01 GMT+2)

KONTROLLERT AV

Håvard Hyndøy



SIGNATUR

Håvard Hyndøy (Jun 11, 2026 15:11:00 GMT+2)

GODKJENT AV

Carine Lausset



SIGNATUR

RAPPORT NR.

2026-00330

ISBN

Klikk eller trykk her
for å skrive inn

GRADERING

Fortrolig

GRADERING DENNE SIDE

Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2026-06-11	Første versjon

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	4
2	Konstruksjon	4
3	Mottatt dokumentasjon	4
4	Befaring og observasjoner	4
4.1	Sprekker fra innsiden	5
4.2	Sprekker i utvendig sementfuger	9
4.3	Murkronen	10
4.4	Skader på stein i fasaden	12
4.5	Prøvefelt.....	16
4.6	Opplysninger gitt av Kirkelig fellesråd i Trondheim	23
5	Vurderinger.....	24
5.1	Innvendige sprekker	24
5.2	Sprekker i sementfuger	24
5.3	Murkronen	24
5.4	Skadet stein i fasaden	24
5.5	Prøvefelt.....	24
5.5.1	Prøvefelt 1	25
5.5.2	Prøvefelt 2	25
5.5.3	Prøvefelt 3	25
5.5.4	Prøvefelt 4	25
5.5.5	Prøvefelt 5	25
6	Forslag til utbedring	25
6.1	Sprekker fra innsiden (gjennomgående sprekker).....	25
6.2	Sprekker i utvendige sementfuger	25
6.3	Skader på murkrone	25
6.4	Skadet stein i fasaden	25
6.5	Spekking av fuger	26
6.6	Pussing og hvitting opp mot eksponert stein	26
6.7	Pussing og hvitting utførelse	26
6.8	Akselerert aldring.....	27
6.9	Innvending puss	27
7	Konklusjon	27

1 Innledning

Vår Frue kirke har hatt nedfall av stein fra tårnet og skal restaureres.
SINTEF er engasjert av Kirkelig fellesråd i Trondheim for å gjøre en vurdering av istandsettingsarbeidene.

Mandatet slik det står i oppdragsbekreftelsen er gjengitt her.

Befaring på Vår Frue Kirke 22.05.2026 med innvendig og utvendig visuell kontroll av tårn. Observasjoner og vurdering vil sammen med oversendte rapporter danne grunnlag for beskrivelse av tilstand og prinsipp for utbedring. Ved behov for felt eller laboratorie-prøving avtaltes dette særskilt.

SINTEFs vurderinger oppsummeres i et notat.

SINTEF kan ikke garantere at en klar og entydig årsak til skaden(e) blir avdekket, men vil etter beste evne, viten og kunnskap basert på mottatt informasjon og dokumentasjon, gi sin faglige vurdering av mulige årsaker.

Oppdraget har et begrenset mandat og begrenset budsjett og det er forsøkt å prioritere de områdene vi mener er viktigst eller som ikke er godt belyst andre steder.

2 Konstruksjon

Vår Frue kirke er en Steinkirke i Trondheim kommune. Konstruksjonen er en kistemur i tegl og naturstein forblendet med ulike typer naturstein.

Navn: Vår Frue kirke	
Adresse: Kongens gate 5, 7011 TRONDHEIM	Gnr./Bnr. 400/11
Ferdigstilt/Byggeår -	Antall Bygg 1
Antall etasjer 4	Type bygg 671 - Kirke kapell

3 Mottatt dokumentasjon

Rapporter



Trh VårFrueKirke
Tårn.pdf



Trh VårFrueKirke
Tiltaksplan Prøvefelt



Rapport NTBL.pdf



2025 VårFrue 04
Rapport Kopi.pdf



2024 VårFrue 44
RapportFjerneForvit

4 Befaring og observasjoner

Befaring ble gjennomført 22.05.2026. klokken 08:30 Det var sol og lettskyet være.

Deltagere på befaringen var.

Stian Lilleberg fra Kirkelig fellesråd Trondheim

Fredrik Slapø fra SINTEF Community

4.1 Sprekker fra innsiden

I figur 1 ser vi toppen av vindusåpningen på vestveggen og her kan det ses en sprekk som ser ut til å være gjennomgående, sprekken starter ved vinduet og følger spissen på buen og går derifra opp til det senter av taket.



Figur 1 Sprekk fra innside mot Vest



Figur 2 Sprekk i toppen av bue ved vindu under klokke.



Figur 3 Sprekk under klokke



Figur 4 Sprekk over klokke

4.2 Sprekker i utvendig sementfuger

Det er stedvis mye sprekker og løse fuger på fasaden. Her er det en kombinasjon av ulike typer sprekker, sprekker som følger sprekker i murverket, sprekker som følger sprekker i stein og områder der fugen har løsnet fra steinen og har sprekk på begge sider (mot begge hosliggende steiner). Vi kan også se betydelig farge og strukturforskjeller i mørtelen.



Figur 5 Sprekker i fuger og stein

4.3 Murkronen

Stedvis er toppen av muren tilsynelatende uskadet og mørtelfugene er hele og ser ut til å henge sammen med steinene.



Figur 6 Topp av muren

Andre steder er det mye løs stein og løse mørtelbiter.



Figur 7 Toppen av muren løse stein og mørtelbiter

4.4 Skader på stein i fasaden

Steiner har også skader i form av sprekker herunder vertikale sprekker som går gjennom stein.



Figur 8 Sprekker i stein



Figur 9 Vertikale sprekker i stein og mørtel og eksponert tegl



Figur 10 Skader sørvestlig hjørne av tårnet mot grunnen



Figur 11 Mørtel og kalk hvitting i sprekker



Figur 12 Skader på stein og fuger

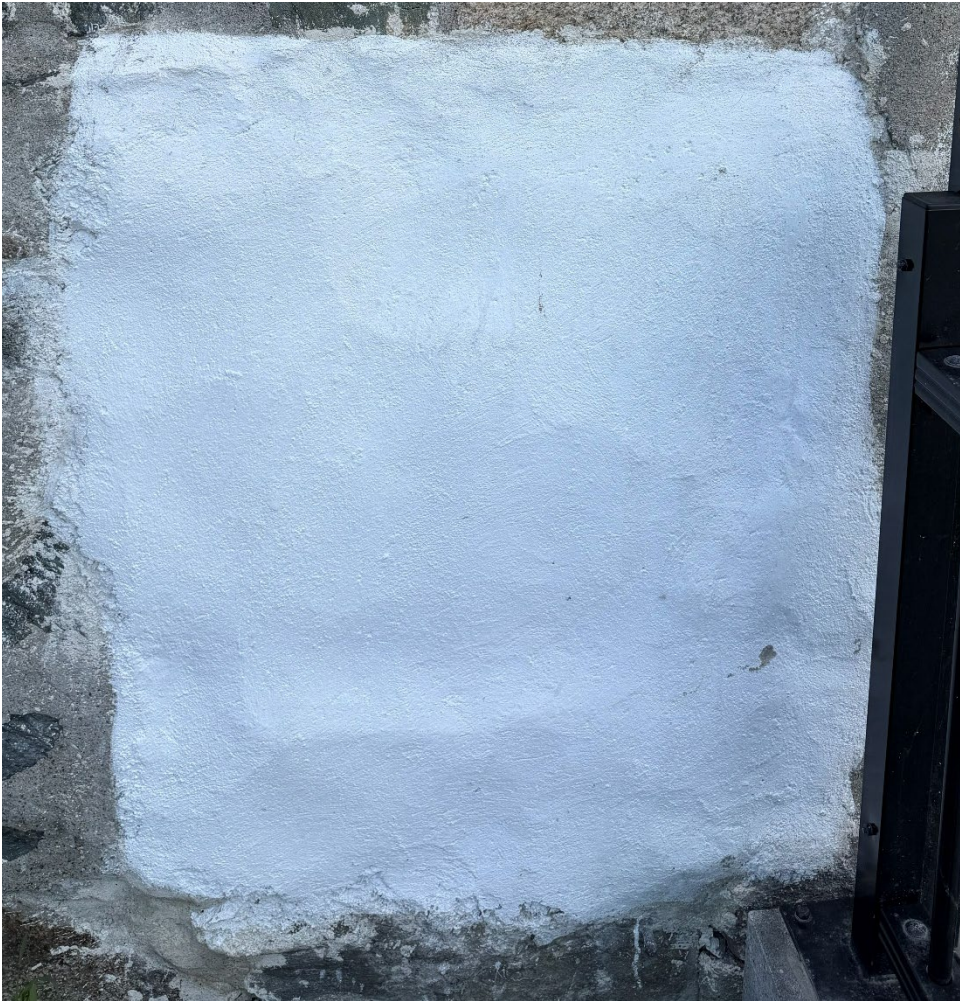
4.5 Prøvefelt

Det er i alt utført fem mindre prøvefelt for ulike behandlinger på fasaden. Vi har ikke noen benevnelse på dem og vil nummere dem løpende fra venstre side av nordveggen.



Figur 13 Prøvefelt nord 1 og 2

Prøvefelt 1 til venstre ser best bevart ut. Skaden litt nede til høyre er en mekanisk skade som antas å ikke ha noe med bestandigheten av pussen å gjøre.



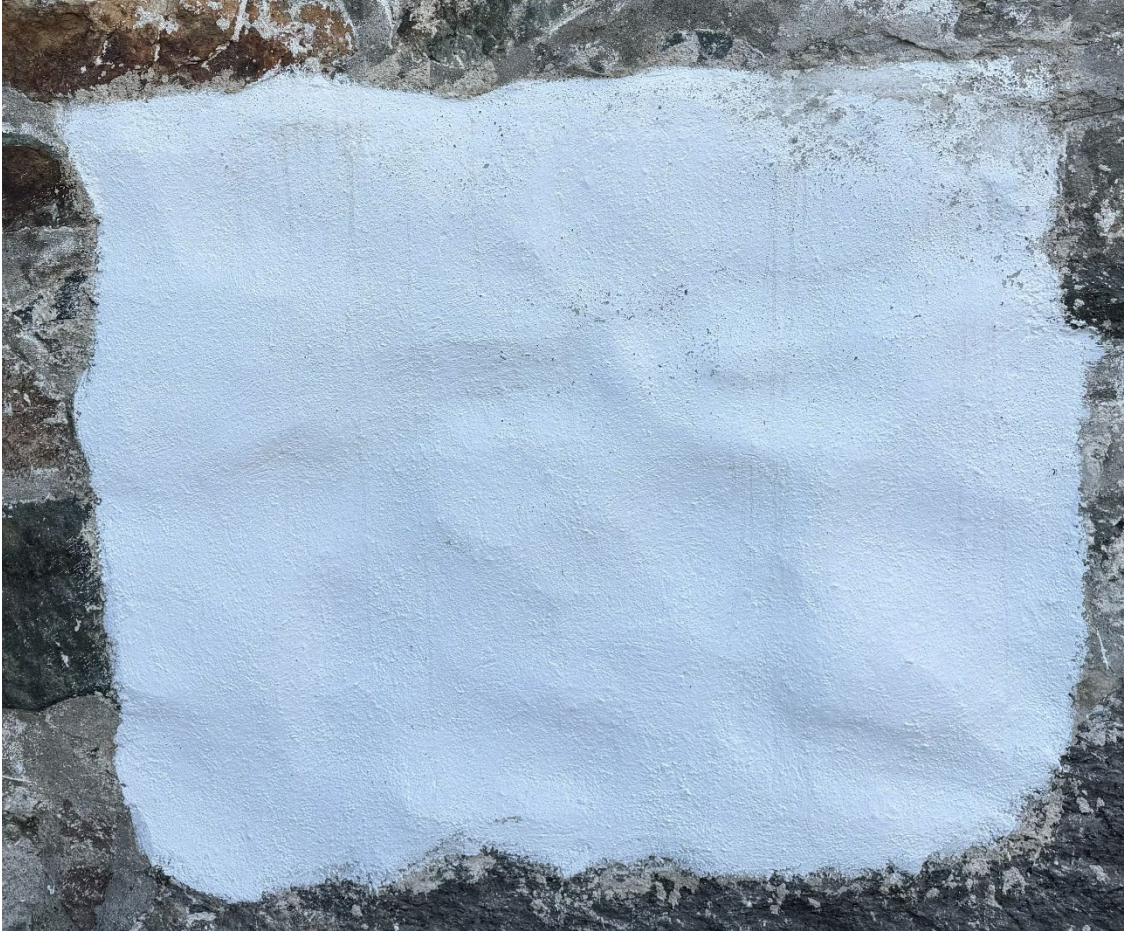
Figur 14 Prøvefelt 1

Prøvefelt 1 fremstår i god stand. Samtidig kan vi se gjennom hvitningen i toppen.



Figur 15 Prøvefelt 1 nærbilde

Prøvefelt to har begynt å miste hvittingen særlig oppe i høyre hjørne.



Figur 16 Prøvefelt 2

Nærbildet av prøvefelt 2 viser hvordan hvittingen tæres vekk. Pussen under ser fremdeles fin ut.



Figur 17 Nærbilde prøvefelt 2

Prøvefelt 3 mangler store deler av puss og hvitting. Pussen skaller av og stedvis er underliggende stein igjen eksponert uten grunning eller puss.



Figur 18 Prøvefelt vest venstre 3

Prøvefelt 4 har en frostskaadet puss og som ser ut til å gå i oppløsning og løse flak vis hvor hvittingen holder pussen sammen.



Figur 19 Prøvefelt vest høyre 4

På prøvefelt 5 er uten kalkhvitning, pussen står seg godt uten synlige tegn på frostskeer eller nedbrytning. Vi kan se noen mindre svinnriss.



Figur 20 Prøvefelt sør 5

4.6 Opplysninger gitt av Kirkelig fellesråd i Trondheim

Det ble gitt en innføring i bygget både med hensyn på historie, som branner, utvidelser, utseende og bruk tidligere og i dag. Det ble også opplyst om utfordringer med kirken og utfordringer i lignende kirker som Ila kirken. Det ble opplyst om at det kunne kondensere store mengder vann i toppen av tårnet ved ugunstige forhold og at dette kunne være en mulig årsak til skadene i toppen av muren.

5 Vurderinger

5.1 Innvendige sprekker

Sprekkene følger et typisk mønster ut ifra toppen av buer og vinduer hvor en naturlig vil få spenningskonsentrasjoner og der tverrsnittet er minst. Sprekkene antas å være fra mindre bevegelser i murverket, hovedsakelig setninger.

5.2 Sprekker i sementfuger

Sprekkene ser ut til å være en kombinasjon av frostskafer hvor mørtelen sprenges ut. Og som stedvis knusing sammen med stein samt at enkelte antagelig er som de innvendige sprekkene (gjennomgående).

5.3 Murkronen

Skadene antas å være frostskafer og vannet antas å stamme fra kondens og eller lekkasjer i takkonstruksjonen.

5.4 Skadet stein i fasaden

En stor andel av sprekkene er vertikale sprekker. Slike sprekker er også de første skadene som oppstår ved overbelastning (trykk) i en mur. Årsaken kan være sementmørtelen som gir det ytre murverket en mye høyere elastisitetsmodul. Slik at indre deler av muren med kalkmørtel avlastes mens ytre deler bærer en større andel av lasten. Under stort trykk presses mørtelen sammen vertikalt og utvider seg samtidig horisontalt, som en følge av dette sprekker steinen vertikalt. Det er også nevnt andre årsaker til skader (eks. tidligere branneksponeering) og vi ser forvitring og frostskafer på enkelte stein. Det er aktuelt at flere mekanismer virker sammen, eksempelvis at steinen er skadet av frost/forvitring og at belastningen kommer av trykkspenninger fra egenlast og samtidig fra frostutvidelse i murverket. En kan ikke utelukke at sprekker har vært i steinen fra opprinnelsen av.

5.5 Prøvefelt

Det er utfordrende å si så mye om årsakene til den korte levetiden som registreres visuelt. Da er noe usikkerhet med tanke på materialvalg, utførelsen og til dels påkjenningen.

Det er i Riksantikvarens veileder for kalkhvitning angitt et vedlikeholds-intervall som følger «Hver eller annenhver vår går man over fasaden og kalkhvitte flekkvis på de stedene hvor kalken er slitt bort i løpet av vinteren.»

Pussen derimot bør ha vesentlig bedre levetid, i størrelsesorden 50 år eller mer med nødvendig vedlikehold. Dermed er to vintre på ingen måte tilstrekkelig til å vurdere at pussene er god, mens skader etter to vintre er en sterk indikasjon på at pussene ikke vil fungere i 50 + år.

Eksponeeringen er beskrevet som at værveggene er nord og vestveggen, og viser i Byggforskserien 451.031 *Klimadata for dimensjonering mot regnpåkjenning* at Trondheim har dominerende vindretning 230 grader som blir vest/sørvest.

Mer om materialvalg på prøvefeltene står i underlagsrapportene, men det har ikke vært mulig for SINTEF å knytte spesifikt materialvalg til de enkelte prøvefeltene. Enkelte prøvefelt er også beskrevet som et prøvefelt med to ulike materialer på samme felt.

5.5.1 Prøvefelt 1

Dette er det eneste feltet hvor puss og hvitting ser ut til å ha overlevd to vintre.

5.5.2 Prøvefelt 2

Dette feltet har begynt å minste hvittingen og er modent for å hvittes på nytt. Det står noe mer eksponert til og det kan tenkes at det er årsaken til hvorfor dette feltet ikke står like godt som prøvefelt 1.

5.5.3 Prøvefelt 3

Pussen er gått i oppløsning og har store frostskader og liten reststyrke. Stedvis ser vi tilnærmet ren stein under pussen. Det er også sprekker i pussen.

5.5.4 Prøvefelt 4

Pussen er tydelig frostskadet og svært porøs. Hvittingen har klart seg bedre enn pussen.

5.5.5 Prøvefelt 5

Pussen har noen riss som antas å være tidlige, plastiske svinnriss. Altså at de har kommet forholdsvis tidlig etter pussing. Mulig årsak kan være for hurtig uttørking eller for tykt pussjikt. Dersom det er hurtig uttørking som er hovedårsaken kunne for og eller etter vanning trolig ha hjulpet. Dersom hovedårsaken er for tykk puss er årsaken trolig at fugene i murverket under ikke er tilstrekkelig fylt før pussing. Åpne sprekker og riss er en rask vei inn for vann.

6 Forslag til utbedring

6.1 Sprekker fra innsiden (gjennomgående sprekker)

Innvendige sprekker ser ut til å være tilnærmet gjennomgående og kan ikke enkelt utbedres. Det er mulig å bytte ut skadde fuger, og skadde stein. Det kan også være mulig å armere på tvers av sprekken, dersom det er akseptabelt for riksantikvaren. I så fall bør det brukes rustfri armering, og armeringen må ha bøyde ender. Det er et poeng å forsøke å få en mest mulig sprekkefri konstruksjon for å begrense vanninntrenging.

6.2 Sprekker i utvendige sementfuger

Vi støtter forslaget i rapporten fra Magnussen om å håndmeisle eller ved behov meisle med lett maskinelt verktøy. Arbeidet bør følges opp nøye for å unngå skader på bevaringsverdig stein i størst mulig grad. Det er avgjørende at fugene er godt rensket for å gi ny mørtel mulighet til å danne tett og god forbindelse med murverket.

6.3 Skader på murkrone

Vi anbefaler at skader på murkrone utbedres slik at vann som kommer til ikke renner rett inn i muren.

6.4 Skadet stein i fasaden

Det må gjøres en vurdering for skadet stein om det er nødvendig å skifte ut med nye stein. Utskifting bør skje til tilsvarende stein hvis mulig. Fasaden bør i størst mulig grad være sprekkefri for å begrense oppfukting etter at utbedringene er ferdig. Det kan bety at enkeltstein eller deler av stein mures på nytt og at det etableres en fuge der sprekken var. Å fylle en smal sprekke i en stein med mørtel for å tette denne er krevende. Ulempen med å ha en dårlig fylt sprekke i en stein må vurderes opp mot inngrepet det medfører å skifte eller mure steinen på nytt.

6.5 Spekking av fuger

Enten bygget pusses eller ikke, så bør fugene etter vår vurdering spekkes ferdig som om de skulle stå ubehandlet. For en påfølgende puss vil spekkede fylte fuger gi en jevn mørteltykkelse i pussen og begrense mulighetene for svinriss som følge av for tykke pussjikt.

Fugene må være godt rengjort og bakenforliggende mørtel må være forvannet til svakt sugende før spekking. Mørtelen må tilpasses fugetykkelsen og tilslaget største korn (D-maks) bør være slik at 3 til 5 ganger D-maks er lik tykkelsen på mørtelsjiktet. En mørtel med riktig tilslagsstørrelse har bedre bæreevne og tetthet, samt mindre utfordringer med svinnsprekker. Pinningsstein kan brukes enten av naturstein eller vannet tegl. Pinningsstein bør være innhyllt i mørtel og ikke være kilt direkte mellom steinen i murverket for å gi mørtelen en mulighet til å fordele trykkreftene. Mørtelen bør ha trilstrekkelig matriksoverskudd (bindemiddel vann og finstoff) til at fugene er komprimerbare og får god heft, men ikke så stort at det gir fare for svinnsprekker. Ved behov bygges fugen opp av flere mørtelsjikt. Underliggende mørtelsjikt bør ha en viss fasthet før ny mørtel påføres. Ved behov må underliggende mørtel forvannes. Fugene komprimeres godt mens de er plastiske og uttørkingen begrenses ved ettervanning og eller tildekking for å begrense svinnsprekker.

6.6 Pussing og hvitting opp mot eksponert stein

Det er slik vi forstår det et åpent spørsmål om kirken nå skal pusses og hvittes slik den tidligere har vært eller om steinen skal være eksponert. Normalt er en tresjiktspuss en god slagregn-beskyttelse og det er vår antagelse at det vil det også være her, med grunning, hovedpuss og hvitting. Det betyr altså at hvittingen også må være i god stand for at pussen effektivt skal avise slagregnet. Det er også sann at puss selv om den er forholdsvis diffusjonsåpen vil begrense uttørkingen av veggen. Derfor er det avgjørende for at tiltakene i sum skal ha en positiv effekt slik at veggen beskyttes mot oppfukning ved å vedlikeholde hvittingen og ved å unngå eller i det minste begrense spekker.

6.7 Pussing og hvitting utførelse

Riksantikvaren har en god beskrivelse av kalkpuss riksantikvaren.no/veileder/murverk-kalkpussing/.

Det er viktig at en bruker erfarne og dyktig håndverkere og at en følger opp underveis. Blandingsforholdet er i rapporten til Magnussen beskrevet som 1 del kalk til 2,5 deler sand, som er det samme som riksantikvaren beskriver som en mager mørtel. Riksantikvaren beskriver en tradisjonell kalkmørtel som 1 del kalk til 2 deler sand. Her vil vi anbefale å tilpasse mørtelen til sanden (ulike siktekurver vil kreve ulike litt matriksvolum) for å gi en god mørtel. Mørtel analysen fra NBTL Rapport P15299 angir en matriksvolum på 53,6 % og 66,3 % for to ulike mørtelprøver fra kirken. Det tyder på en vesentlig fetere mer bindemiddelrik mørtel. Blandingen av mørtelen må gjøres i tvangsblander og mørtelen må blandes tilstrekkelig lenge før bruk. Etter at mørtelen er ferdig blandet, må blandemaskinen stoppes og mørtelen tildekkes for å unngå å svekke mørtelen ved å tilføre for mye luft.

Det anbefales en årlig oppfrisking av hvittingen hvor løs hvitting børstes vekk og ny påføres.

Vi er enige i at buer med mer der de står godt bør få stå selv om de er utført i en sementmørtel.

6.8 Akselerert aldring

Prøvefelt på kirken kan gi et godt bilde på hvordan et materiale fungerer, men er lite egnet for å dokumentere lang levetid. SINTEF tilbyr en lang rekke metoder for akselerert klima-aldring eksempelvis klimakarussell. I løpet av alt fra noen uker til ett år kan vi vurdere levetiden for fasadematerialer opp imot et fullt livsløp ute. Da er også belastningen godt kjent og lik for alle prøver. Videre kan vi også måle vanntetthet, dampetthet, heft og en lang rekke andre relevante egenskaper.

En vitenskapelig dokumentert prøving i laboratoriet vil kunne gi et vesentlig bedre vurderingsgrunnlag både for om en skal pusse og hvitte og med hvilke materialer og teknikker dette bør utføres.

6.9 Innvending puss

Det er stilt spørsmål ved om innvendig puss er sementpuss og om den i så fall bør fjernes eller byttes.

Dette kan undersøkes, både om det en sementpuss, hvilken sd- verdi (ekvivalent luftlagstykkelse) den har og ut ifra det kan det vurderes om den bør byttes. Vår antagelse er at den innvendige pussen har begrenset effekt på uttørkingen til veggen.

7 Konklusjon

SINTEF vurderer at det er et behov for utbedring og at sementfugene bør skiftes ut med kalkmørtel. Det må tas en vurdering for hva som gjøres med skadde stein og om man skal forsøke å utbedre gjennomgående sprekker. Utbedringen skal trygge områdene rundt tårnet mot nedfall av stein og mørtel, de skal beskytte murverket mot nedbrytning og bevare et viktig kulturminne. Pussing og hvitting av tårnet vil kunne beskytte tårnet mot frostskafer samtidig vil hvitting kreve tett (anbefalt årlig) vedlikehold.