

# RAPPORT

## Søm kirke, Kristiansand

### Målerapport etterklangstid med tiltaksforslag

Kunde: Randesund menighet v/Rolf Erik Hanisch

---

#### Sammendrag:

Målt etterklangstid i Søm kirke ligger vesentlig over anbefalte grenseverdier for kirkerom der det primære bruksformålet er gudstjenester og ulike typer konserter som både formidles akustisk og via lydanlegg.

Det er utført beregninger av to alternative tiltak for å bedre lydforholdene i kirkerommet. Løsning med felter av absorberende spiler i tak vil bidra til en vesentlig reduksjon av etterklangstid og tilhørende bedring av opplevd romakustikk sammenlignet mot dagens situasjon. Kirken vil være godt egnet til menighetssang, korsang, kirkeorgel, akustisk gitar o.l. Med et godt nytt høyttaleranlegg med direktivitet konsentrert mot publikumsområde vil tale oppfattes godt i kirken. Dersom det vurderes innkjøp av nytt lydanlegg i kirken anbefales det at det gjøres en kontrollberegning av lydtryknivå, dekningsgrad og tale tydelighet fra anlegget i allerede kalibrert romakustikkmodell.

Ved å montere akustikkgardiner på bakvegg vil klangen i kirken dempes ytterligere og rommet vil være mer egnet til band/rytmiske konserter. I tillegg vil gardiner bidra til å forhindre evt. uheldige refleksjoner fra bakvegg.

---

Oppdragsnr:	210465
Rapportnr:	AKU - 01
Revisjon:	0
Revisjonsdato:	23. desember 2022
Oppdragsansvarlig:	Espen Hatlevik
Utarbeidet av:	Espen Hatlevik
Kontrollert av:	Magne Skålevik

---

Rev.	Utarbeidet		Kontrollert		Kommentar
Nr:	Navn:	Dato (Egenkontroll)	Navn	Dato	
0	EHA	23.12.22	MS	22.12.22	Dokument opprettet

IT arkiv: AKU-02 N 221223 Søm kirke, romakustikk - Etterklangstid og tiltaksvurdering

## Innhold:

1	Innledning.....	3
2	Situasjonsbeskrivelse.....	3
3	Parametere, definisjoner og kriterier.....	6
3.1	Etterklangstid .....	6
3.2	NS 8178:2014 «Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse» .....	6
4	Målemetode .....	7
5	Måleresultat .....	7
6	Simuleringsresultat av tiltak.....	7
6.1	Absorberende spiletak .....	8
6.2	Absorberende spiletak kombinert med gardiner på bakvegg.....	9
6.3	Ekko .....	10
7	Oppsummering.....	10

## 1 Innledning

Brekke & Strand Akustikk AS er engasjert av Randesund menighet v/Rolf Erik Hanisch for å måle etterklangstid og vurdere tiltak i kirkerommet i Søm kirke i Kristiansand kommune. Den primære bruken til kirken er gudstjenester og ulike typer konserter som både formidles akustisk og via lydanlegg.

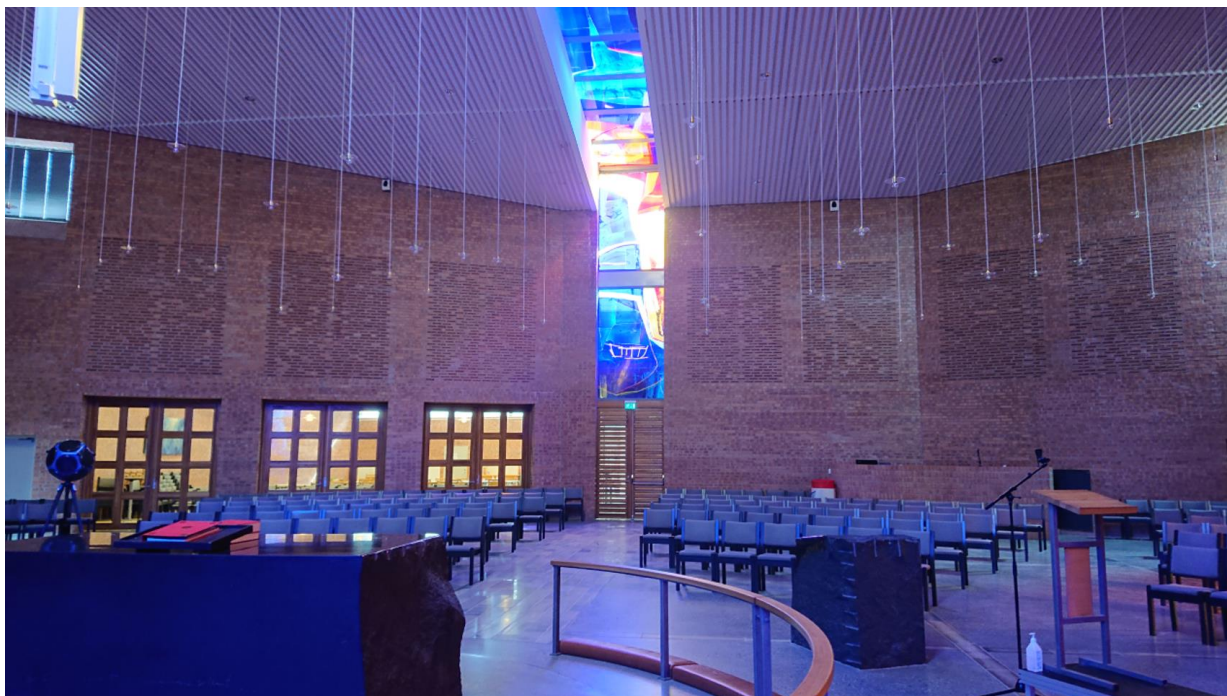
Det ble avholdt møte med menighet og brukere den 14.10.2022 der den akustiske målsetningen for kirkerommet ble diskutert, samt aktuelle romakustiske tiltak. Brukerne rapporterte om øk lydforhold til akustisk musikk (korsang o.l.), men dårlige akustiske forhold ved formidling av tale. Formidling av tale fungerer greit for enkelte talere og når man taler langsomt i mikrofon. Rommet er beskrevet som uegnet til band/rytmisk musikk. I tillegg ble det nevnt fra enkelte brukere at bakvegg (sett fra alter) gir uheldige refleksjoner tilbake til scene/alter.

Formålet med dette prosjektet er å vurdere tiltak for å dempe etterklangstiden i kirkelokalet og gjøre det bedre egnet for taleformidling. Samtidig ønskes det å beholde noe klang i kirkerommet for menighetssang, liturgi og klassisk kirkemusikk. Oppgaven er løst ved å dokumentere dagens etterklangstid og beregne/vurdere romakustiske tiltak for å bedre situasjonen. Dette er gjort i en akustisk 3D-modell som er kalibrert til dagens lydforhold.

## 2 Situasjonsbeskrivelse

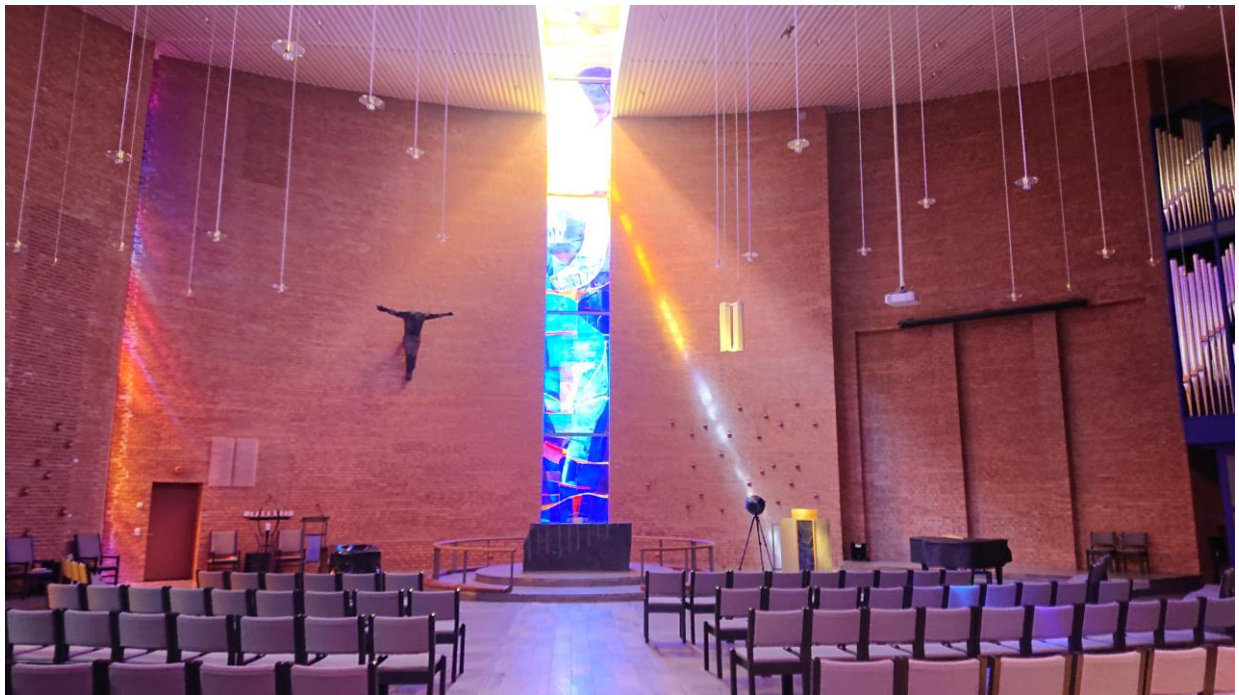
Kirkerommet har et gulvareal på ca. 488 m<sup>2</sup>. Gjennomsnittlig romhøyde er ca. 10 m (ca. 12 m på det høyeste og 8 meter på det laveste). Romvolumet er totalt ca. 4900 m<sup>3</sup>.

Tak/skråtak består av spiler lagt direkte utenpå en reflekterende plate (bidrar til noe lydspredning, ikke lydabsorberende). Vegger er generelt teglstein (reflekterende), men med enkelte felter som er perforerte og med mineralull bak (lydabsorberende). Perforerte felter kan ses som litt mørkere felter i bilder under. På gulvet er det slipt betong og polstrede stoler i sete og rygg. Figurer under viser bilder fra måledagen.

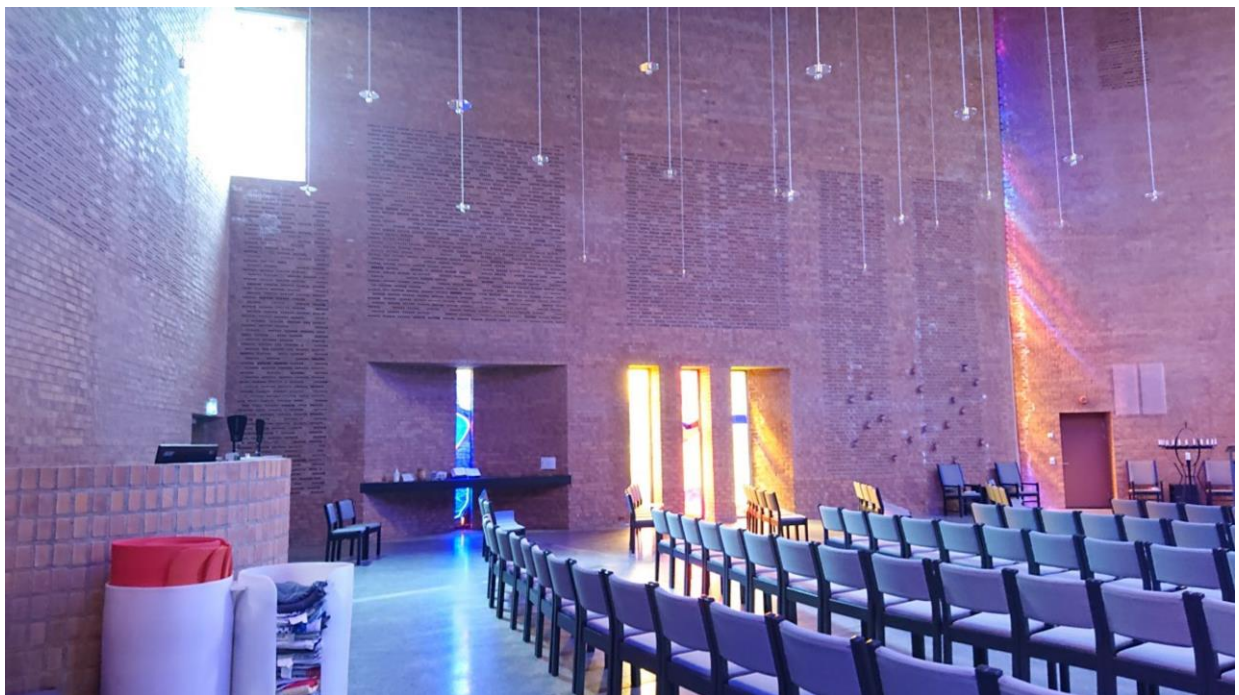


Figur 1 – Fra alter mot bakvegg





Figur 2 – Fra bakvegg mot alter

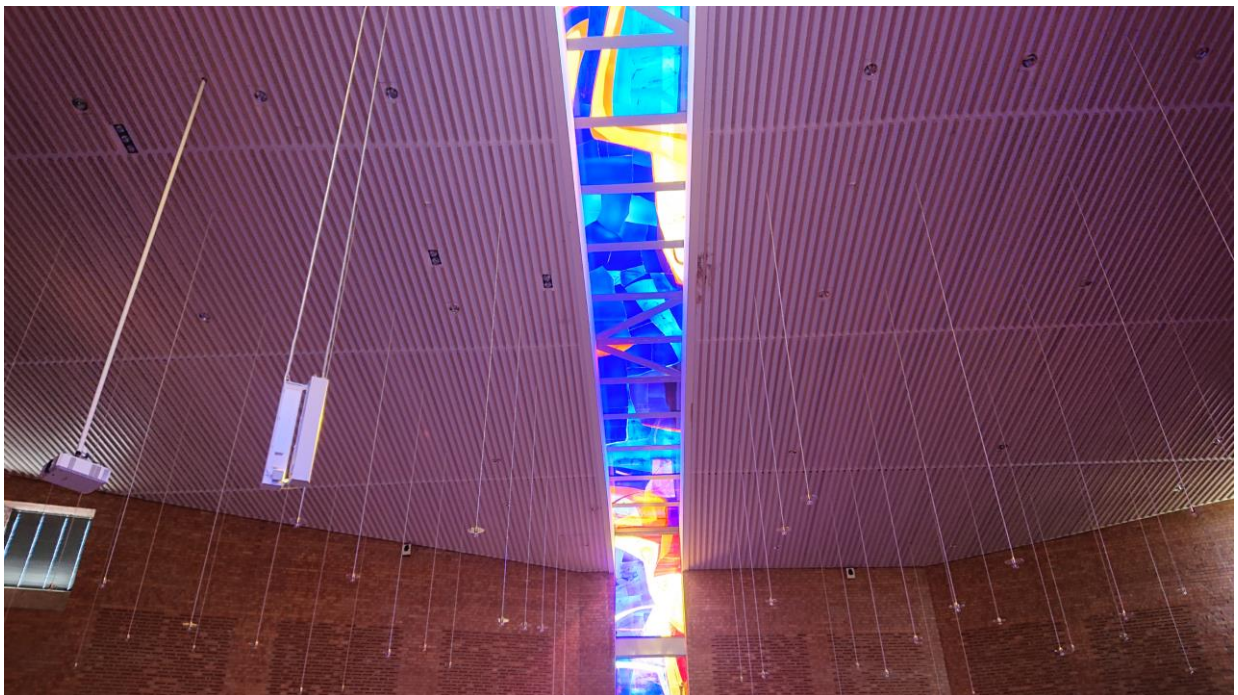


Figur 3 – Sidevegg





Figur 4 – Sidevegg



Figur 5 - Spiletak.

### 3 Parametere, definisjoner og kriterier

Det finnes ingen spesifikke krav til romakustikk i kirkerom, men kriteriene som er vist i pkt. 3.1 er fornuftig å bruke som veiledende for å oppnå god akustikk for et gitt formål.

#### 3.1 Etterklangstid

Den parameteren som er mest brukt til objektive vurderinger av romakustiske forhold er etterklangstiden. Etterklangstid er definert som tiden det tar for lyden i et rom å dø ut (60 dB fall i lydtrykknivå) etter at lydkilden stopper. Etterklangstid analyseres gjerne i ulike frekvensområder eller frekvensbånd, typisk i oktavbåndene 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 og 4000 Hz. Spesielt viktig for opplevd etterklangstid i rom for musikk og tale er etterklangstiden i mellomfrekvensområdet,  $T_m$  som er gjennomsnittet av etterklangstidene i de midterste oktavene 500Hz og 1000Hz. Et sett med verdier for alle de ulike frekvensbåndene kalles etterklangstid-spekteret.

#### 3.2 NS 8178:2014 «Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse»

NS 8178, gjerne kalt musikkromstandarden, angir retningslinjer for romakustikk i forskjellige typer rom og lokaler som benyttes til musikkutøvelse.

Standarden skiller mellom tre ulike musikkformer der det stilles ulike krav til akustikk.

- *Elektrisk forsterket musikk: Musikk formidlet via høyttaleranlegg. Bandmusikk typisk. Tale via høyttaleranlegg. Krav om lite etterklang.*
- *Akustisk musikk med lydsvake instrumenter: Tradisjonelle kor, strenginstrumenter (for eksempel akustisk gitar og lignende), strykeorkestre etc. Krav om mye etterklang*
- *Akustisk musikk med lydsterke instrumenter: Musikk som fremføres av akustiske instrumenter som produserer kraftig lyd. Brassband, janitsjarkorps, piano/flygel, symfoniorkestre med blåsergrupper. Krav til etterklangstid vil være en mellomting sammenlignet mellom de to forrige.*

NS8178 angir kriterier for passende verdier for  $T_m$  og *etterklangstids-spekteret* etter rommets volum i  $m^3$  og den tiltenkte musikkformen.

Med et romvolum på rundt  $4900 m^3$  angir lydstandarden  $T_m = 1,9-2,3$  sekund for akustisk lydsvak musikk,  $T_m = 1,5-1,9$  s for akustisk lydsterk musikk, og  $T_m = 0,8-1,1$  s for elektrisk forsterket musikk.

På grunnlag av møtet med menighet og brukere 14.10.22 ble det konkludert med at målsetning for etterklangstid etter tiltak settes til rundt 2 sek i tom kirkesal. Dette vil være med faste akustiske tiltak. Kirken vil da beholde en del klang som ønsket fra brukerne, men vil være mer optimalisert for akustisk lydsvak musikk (jf. lydstandard) som f.eks. menighetssang, korsang, kirkeorgel, akustisk gitar o.l. Taleoppfattelse i kirken vil bedres vesentlig med denne reduksjonen av etterklang, og med et godt nytt høyttaleranlegg med direktivitet konsentrert mot publikumsområde forventes det at tale vil kunne oppfattes godt i kirken.

I forhold til band/rytmisk musikk vil kirken fortsatt være mer klangfull enn i et rom som er dedikert til forsterket musikk iht NS 8178, og det legges derfor opp til noe variabel akustikk i form av akustikkgardiner på bakvegg for å kunne dempe klangen ytterligere ved denne type bruk.

Etterklangstiden bør være noenlunde lik i alle frekvensbånd, men en svak økning i bassen kan aksepteres.

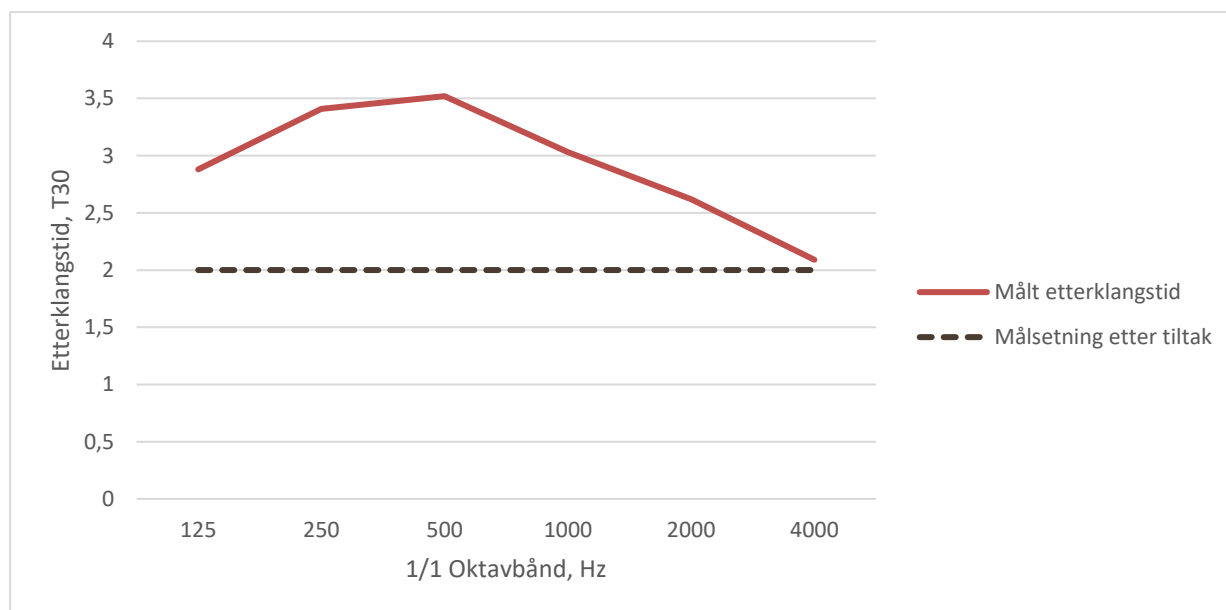
## 4 Målemetode

Befaring med måling av etterklangstid ble utført av siv. ing. Helge Forsdal 10. juni 2021.

Måling av etterklangstid ble utført i henhold til NS-EN ISO 3382-2:2008 «*Måling av romakustiske parametere Del 2: Etterklang i vanlige rom*».

## 5 Måleresultat

Figur 6 presenterer målekurve for etterklangstid i kirkerommet vurdert mot ønsket etterklangstid, jf. kap. 3.. Resultater viser en vesentlig overskridelse av etterklangstid sammenlignet mot målsetting.



Figur 6 – Målekurver for etterklangstid vurdert mot krav.

## 6 Simuleringsresultat av tiltak

Det er opprettet en 3D-modell av kirkerommet i romakustikkprogrammet Odeon ver. 17. Modellen er laget basert på snitt- og plantegninger av kirken<sup>1</sup>. 3D-modellen er kalibrert mot den målte etterklangstiden i kirkerommet og brukt for å beregne/vurdere effekten av tiltak. Se utklipp av modell i figur under.

I brukermøte ble det diskutert aktuelle tiltak og en løsning som ble nevnt var at hvitmalt takplater bak trespiler, feltvis kan erstattes med hvite mineralullsplater (eksisterende spiler monteres utenpå nye mineralullsplater). I tillegg ble det diskutert montering av lydabsorbenter på nedre del av bakvegg i form av akustikkgardiner e.l. da denne veggen oppleves å gi uheldige refleksjoner tilbake til scene/alter.

Underliggende kapittel angir tiltaksbeskrivelse og beregningsresultater vurdert mot målsetning.

<sup>1</sup> ARK tegninger fra Arne Åmland



Figur 7 – utklipp fra 3D-modell kalibrert mot dagens situasjon. Rosa felter angir hulltegl (lydabsorbenter).

## 6.1 Absorberende spiletak

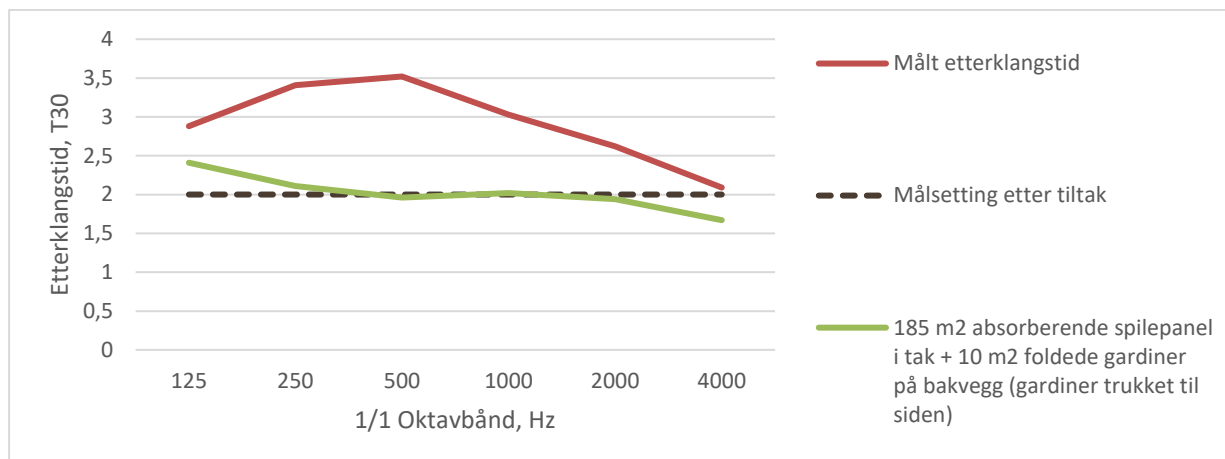
I simuleringer er det lagt inn felter med absorberende spiler tilsvarende  $185 \text{ m}^2$ , fordelt 50/50 på hver side av takvindu. Dvs. her kreves totalt  $185 \text{ m}^2$  med hvite 40 mm mineralullsplater som erstatter eksisterende hvitmalt takplater. Nøyaktig plassering detaljeres i samråd med RIAKU. For å unngå for mye absorpsjon ved høyere frekvenser bør åpningsgraden til det absorberende spiletaket begrenses til maks 20%. I beregninger er det benyttet 34x34 mm spiler med 10 mm spalt mellom spiler. Eksisterende spiler skal beholdes og dimensjonene på de må derfor kontrolleres og spalten mellom spilene må tilpasses til en åpningsprosent på ca. 20 %.



Figur 8 - utklipp fra 3D-modell. Spilepanel er markert i mørkt lilla.

Med angitt tiltak blir beregnet etterklangstid som vist i figur under (sammenlignet mot dagens situasjon). Etterklangstid  $T_m = 2 \text{ sek}$ . Løsningen tilfredsstillende målsettingen for etterklangstid. En svak økning i bassen aksepteres. Dette blir den nye grunnakustikken i kirken som benyttes ved gudstjenester, kor- og orgelmusikk o.l.

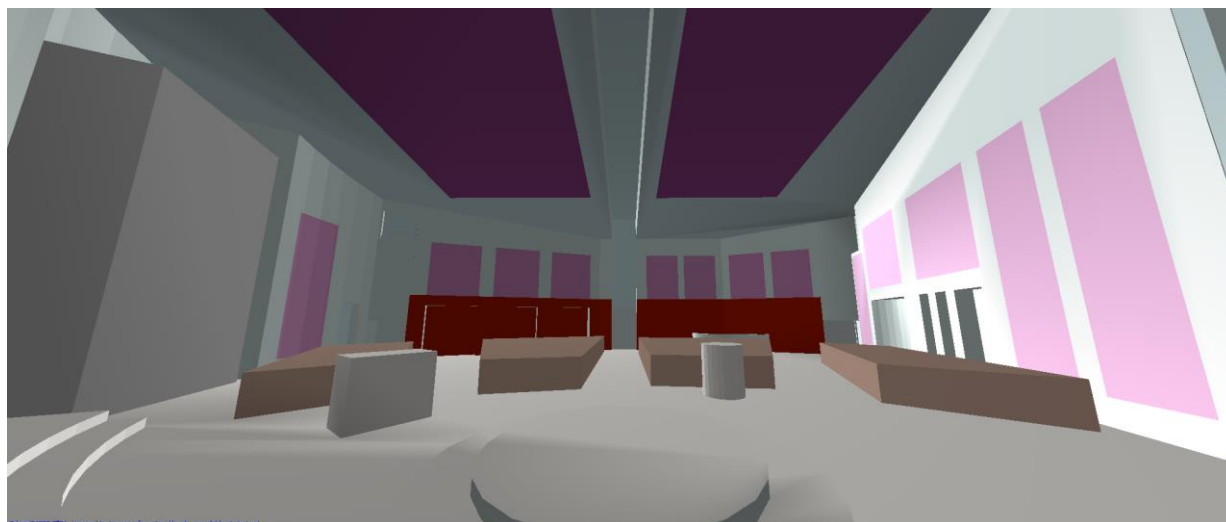




Figur 9 – Beregnet etterklangstid.

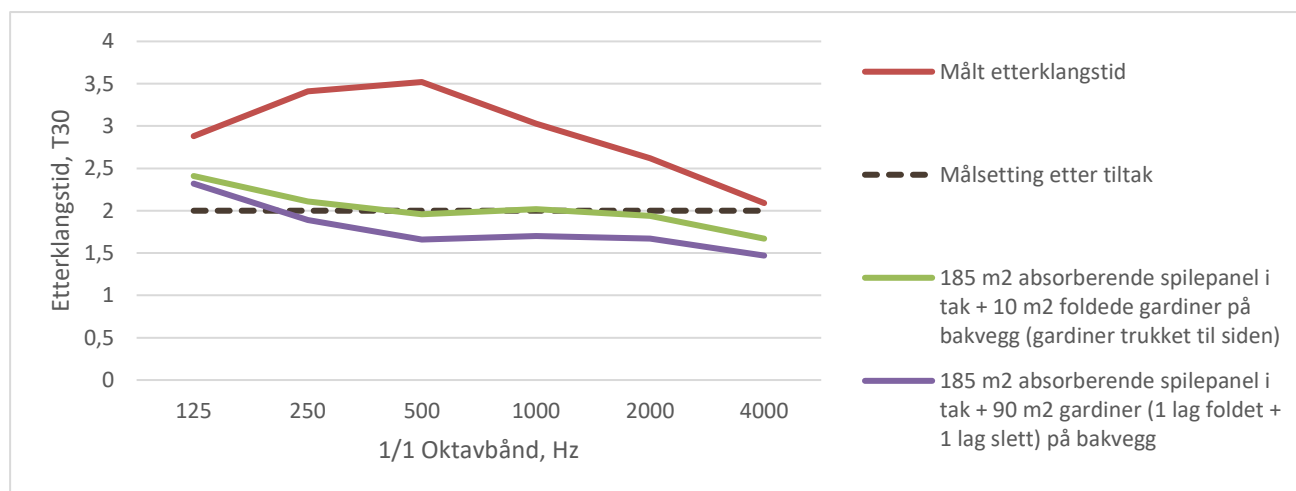
## 6.2 Absorberende spiletak kombinert med gardiner på bakvegg

I tillegg til beskrevet spiletak er det gjort beregninger der det er lagt inn to lag akustikkgardiner (ca. 550 g/m<sup>2</sup>) i skinner foran bakvegg under hulltegl, fra 0-3,5 m over gulv. To lag benyttes for at gardinene også skal gi lydabsorberende effekt ved lavere frekvenser (basslyd). Når gardiner er trukket for skal ytterste gardin være foldet til 50% (1.5m stoff per 1m skinne), mens bakerste kan være helt slett. Bakerste lag (slett) skal ha avstand minst 10 cm fra bakvegg. Skinnen som bærer den ytterste, foldede gardinen, må ha så stor avstand til den innerste skinnen at det er plass til foldene når gardinene trekkes frem og tilbake, minst 15cm. Totalt dekker gardinene ca. 90 m<sup>2</sup> når de er trukket for. Dette er markert i brunt i underliggende figur.



Figur 10 - utklipp fra beregningsmodell. Akustikkgardiner er markert i brunt

Med angitt tiltak blir beregnet etterklangstid som vist i figur under (sammenlignet mot dagens situasjon og løsning med kun absorberende tak). Etterklangstid på  $T_m = 1,65$  sek. Løsningen vil gjøre kirken mer egnet til band/rytmisk musikk. I tillegg vil akustikkgardiner forhindre evt. uheldige refleksjoner fra bakvegg. Videre er det også forventet at taleydighet ved bruk av lydanlegg vil bli noe bedre med dette oppsettet, men en vil samtidig oppleve mindre støtte fra rommet ved menighetssang som igjen er uheldig. Vi mener derfor at dette alternativet primært bør benyttes under konserter med elektrisk forsterket musikk.



Figur 11 – Beregnet etterklangstid.

### 6.3 Ekko

Brukerne har fortalt om at de av og til opplever ekko fra bakveggen. Når de akustiske gardinene, beskrevet over, er i bruk, forventes det at disse skal hindre ekko fra de flatene de dekker.

Generelt vil sannsynligheten for å merke ekko fra ulike flater øke noe når etterklangstiden i et rom reduseres, uten at de nødvendigvis oppleves som forstyrrende. Slike virkninger av tiltaket krever mer inngående og tidkrevende analyser enn det vi har gjort som grunnlag for denne rapporten. Eksakte metoder for å forutsi statistisk sannsynlighet for sjenanse fra ekko finnes dessverre ikke, men vi vil på nærmere bestilling kunne gjøre analyser for å se på tiltakets virkning på enkelte lydrefleksjoner og hørbarhet.

## 7 Oppsummering

Målt etterklangstid i Søm kirke ligger vesentlig over anbefalte grenseverdier for kirkerom der det primære bruksformålet er gudstjenester og ulike typer konserter som både formidles akustisk og via lydanlegg.

Det er utført beregninger av to alternative tiltak for å bedre lydforholdene i kirkerommet. Løsning med felter av absorberende spiler i tak vil bidra til en vesentlig reduksjon av etterklangstid og tilhørende bedring av opplevd romakustikk sammenlignet mot dagens situasjon. Kirken vil etter tiltak være godt egnet til menighetssang, korsang, kirkeorgel, akustisk gitar o.l. Med et godt nytt høyttaleranlegg med direktivitet konsentrert mot publikumsområde vil tale oppfattes godt i kirken. Dersom det vurderes innkjøp av nytt lydanlegg i kirken anbefales det at det gjøres en kontrollberegning av lydtryknivå, dekningsgrad og taletydighet fra anlegget i allerede kalibrert romakustikkmodell.

Ved å montere akustikkgardiner på bakvegg vil klangen i kirken dempes ytterligere og rommet vil være mer egnet til band/rytmiske konserter. I tillegg vil gardiner bidra til å forhindre evt. uheldige refleksjoner fra bakvegg.