



RAPPORT

OPPDRAGSNAVN: 1006530 Johanneskirken, Bergen

EMNE: Johanneskirken Forprosjekt - tilstandsvurdering med forslag til tiltak

DOKUMENTKODE: 1006530-MoT-001-20230511





Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter Bergen Kirkelige Fellesråd, Akasia kirke- og gravplass AS, og WSP Norge AS.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. WSP Norge har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra rettighetshaverne.

Rapporten er skrevet som et samarbeid mellom Bergen Kirkelige Fellesråd, Akasia kirke- og gravplass AS, og WSP Norge AS. Hver av partene har rett til å bruke innholdet i videre arbeider med Johanneskirken med henvisning til rapportens dokumentkode.



DEN NORSKE KIRKE
Bergen kirkelige fellesråd

Akasia
-verdier for generasjoner





RAPPORT

Oppdragsnavn: 1006530 Johanneskirken, Bergen

Oppdragsgiver: Bergen Kirkelige Fellesråd
Kontaktperson: Arne Tveit

Emne: Johanneskirken Forprosjekt - tilstandsvurdering med forslag til tiltak

Dokumentkode: 1006530-MoT-001-20230511

Ansvarlig enhet: MoT	Utført av: Camilla Sandem Dhelie, Martin Tufvesson, Carmen Isabel Olsen Roman
-----------------------------	--

Tilgjengelighet: Åpen	Dato: 20.10.2023
------------------------------	-------------------------

Revidert 0/1: 10.11.23/CSD

WSP Norge AS (WSP) v/Camilla Sandem Dhelie og Akasia AS v/Martin Tufvesson, har på oppdrag for Bergen Kirkelige Fellestråd v/Arne Tveit, utført en tilstandsvurdering av alle murte og pussete flater på Johanneskirken, Bergen. Dette gjelder både eksteriør og interiør. Bakgrunnen er fuktproblematikk og omfattende skader. Oppdraget har gått ut på: skaderegistrering, identifisering av årsaker og forslag til tiltak. Det er ikke utført detaljprosjektering av tiltak. Undersøkelsene er gjort over 5 dager i perioden februar-april 2023 fra lift og bearbeiding av arkivalia og resultater fram til 19.10.2023.

Kirken viser særlig fuktskader i tårn og i sør-østlig retning. Tårnets murkonstruksjon er generelt gjennomvåt med fullt utslag på fuktindikator på inn- og utside. Fukten har gitt store råteskader i innvendig trekonstruksjoner, kraftige saltutfellinger både på innvendige og utvendig flater og spalting av teglstein på utside pga. vannmetning og frost. Årsakene er en kompleks kombinasjon av opprinnelige konstruksjonsdetaljer og materialer, uheldige valg ved utbedringer, tidligere problemer med nedløp/beslag, problematikk rundt skifer- og betongavdekninger samt flere omganger med impregnering.

Skipet viser lite synlige skader på utside, men har typiske fuktskader på innside med saltutfelling i underkant av vinduer og i overgang mellom tak og vegg. Skadene har trolig sammenheng med beslagsutforming i disse overgangene.

Johanneskirken er plassert geografisk i et område med kraftig slagregnsbelastning. Skadene som registreres er sammenfallende med tilsvarende problematikk på andre nygotiske kirker og kan først og fremst relateres til konstruktive løsninger i kombinasjon med materialenes egenskaper, og ikke til direkte feil i materialene i seg selv.

Tiltak som anbefales for utbedring omfatter erstatning av ødelagt tegl i tårn, utkrafing og respekking av fuger, fjerning av impregnering, fjerning av puss på innside tårn, uttørking av konstruksjon og erstatning betong- og skiferavdekninger med fuktsikker løsning. For vegger på innsiden av skipet anbefales generelt å erstatte tette malinger med dampdiffusjonsåpne løsninger og utbedring av sgrafitto og maling med dampdiffusjonsåpne malinger. For trappetårn anbefales det fjerning av maling og at det settes opp flere testfelt med «Hampkalk» som absorbent for salt- spesielt i området bak orgel. Dette vil være aktuelt dersom testfeltene fungerer.

Det er anbefalt at alle tiltak, inklusiv arbeid med trekonstruksjoner og kobber, må sees i sammenheng og utføres som en helhet.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	GODKJENT AV
1.0	01.11.2023	Rettigheter og skrivefeil. Oppdatering av tegning og informasjon.	CSD	LEB
0.0	20.10.2023	Ferdigstillelse av rapport	CSD	LEB

INNHALDSFORTEGNELSE

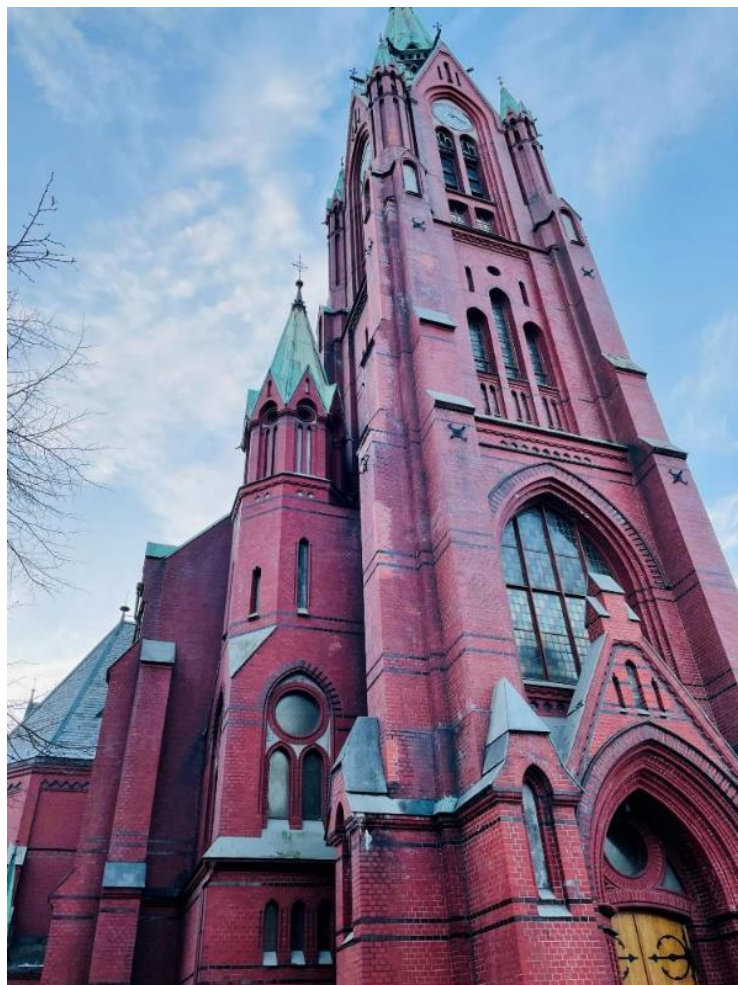
1.	Om oppdraget.....	7
2.	Historikk og originale materialer.....	8
2.1.	Bakgrunn	8
2.1.1.	Gjennomførte undersøkelser	8
2.1.2.	Plassering i terrenget	8
2.2.	Historikk	10
2.2.1.	Beskrivelse av kirken.....	10
2.2.2.	Tilsvarende nygotiske kirker i tegl.....	13
2.2.3.	Konstruksjon med maskinlaget hardbrent fasadetegl	14
2.3.	Konkurransen og byggesaken	18
2.3.1.	Arkitektkonkurransen i 1888.....	18
2.3.2.	Anbuds- og byggedokumentasjon	19
2.3.3.	Beskrevet og levert tegl	19
2.3.4.	Dokumentasjon på teglstein fra Ullersdorfer	21
2.3.5.	Bruk av mørtel og portlandsement	22
2.3.6.	Skiferavdekninger og -tak	24
2.4.	Byggefase.....	25
3.	Problemene oppstår og påfølgende rehabilitering	27
3.1.	1934- Skiferen på tak og avdekninger skiftes ut	27
3.2.	1938- Kirken impregneres første gang.....	28
3.3.	1954, Utredning om ny impregnering	28
3.4.	1981- Lekkasje med skader på innvendig puss	29
3.5.	1990- Hovedrestaurering av kirken til 100 års jubileet.	29
3.6.	2014-2015 Nytt klokkespill og stålkonstruksjon	29
3.7.	2015- Omfattende reparasjoner i utvendig fasade på tårn.....	30
3.8.	Utførte arbeider etter 2015.....	30
4.	2023-Ny Tilstandsvurdering	31
4.1.	Generelt om fasadene, oppsummering	32
4.2.	Skifer og betongavdekninger	36
4.3.	Generelt om Interiør	38
4.4.	Utvalgte skadetyper	41
4.4.1.	Skader i murverk.....	41
4.4.2.	Skader pga. fuktsikring og Impregnering	43
4.4.3.	Skader pga. salt- og kalkutfellinger	43
4.4.4.	Skader i trekonstruksjoner	45
4.5.	Utførte materialanalyser.....	46
4.5.1.	Teglanalyser og impregnering	46
4.5.2.	Murmørtler	47
4.5.3.	Spekkemørtel.....	48
4.5.4.	Sementpuss i fordypninger	50
4.5.5.	Betongavdekninger	51
4.5.6.	Innvendig - puss fra våpenhus.....	52
4.5.7.	Innvendig - antatt original puss fra trappehus sør/øst	53
4.5.8.	Innvendig - puss fra innside tårn sør/øst.....	53
4.5.9.	Saltanalyser	54

5.	Vurdering av Skadeårsaker	55
5.1.	Betydning av tilgjengelig dokumentasjon	55
5.2.	Vurdering av opprinnelig materialbruk	57
5.3.	Utført rehabilitering og dets konsekvenser	58
5.3.1.	Impregnering av tegl	58
5.3.2.	Betongavdekninger	59
5.3.3.	Malingsvalg	59
5.3.4.	Generelt valg av metodikk	60
5.4.	Konsekvensene av fuktopptak i murverket	61
5.4.1.	Isdannelse og frostrelaterte skader	62
5.4.2.	Saltforvitring i murverk	62
5.5.	Tolket skademekanisme i johanneskirkens fasader	64
5.6.	Sammenheng mellom detaljer på utside og skader på innside	67
5.7.	Beslag og detaljer	68
5.7.1.	Utforminger av sålbenker og horisontale beslag- skifer og betong	69
5.7.2.	Skader ved vinduer	71
5.8.	Natur og klima	71
6.	Forslag til utbedring	72
6.1.	Fjerning av impregnering	72
6.2.	Reprasjoner i murverk	72
6.3.	Erstatning av alle avdekninger	73
6.4.	Utbedring av beslag mellom tak og vertikale flater	73
6.5.	Reduksjon av saltutfellinger innendørs	74
6.5.1.	Kontroll på fuktilførsel	74
6.5.2.	Reduksjon av saltutfellinger på indre vegger med hampkalk	74
6.5.3.	Fjerning av puss i tårn	74
6.6.	Utbedring av dekorative overflater innendørs	75
6.7.	Utbedring av utendørs pussfelt	75
6.8.	Utbedring av tilstøtende konstruksjoner i andre materialer	75
7.	Vurdering av vedlikeholdsfrekvens	76
8.	Referanser	77

1. OM OPPDRAGET

Rapporten er skrevet på oppdrag for Bergen Kirkelige Fellesråd v/Arne Tveit. Undersøkelser og arbeider har pågått i perioden februar 2023 til august 2023, med utarbeiding av rapport fram til 20.10.23

WSP Norge AS (WSP) v/Camilla Sandem Dhelie har sammen Akasia v/Martin Tufvesson og Carmen Isabel Olsen Roman gjennomført undersøkelsene. Dette er gjort fra lift over 5 dager i perioden februar-april 2023. Det er utført en tilstandsvurdering av alle murte og pussete flater på Johanneskirken, Bergen, både eksteriør og interiør. Bakgrunnen er registrert fuktproblematikk og påfølgende skader. Oppdraget har inneholdt skaderegistrering, identifisering av årsaker og med forslag til tiltak. Det er ikke utført detaljprosjektering av tiltak. For å forstå problemstillinger og original materialbruk har det vært en gjennomgang av arkivalia fra Bergen Byarkiv, opplysninger fra tilstandsrapport utarbeidet av Akasia i 2018, samt annen relevant litteratur og kilder. Kvalitetssikring er gjennomført som sidekontroll i arbeidsgruppen og av Margrethe Moe (WSP). Som sideprosjekt har det blitt gjennomført vurdering av metoder for fjerning av fuktsikring/impregnering ved Margrethe Moe (WSP). Dette delprosjektet er gjengitt i egen rapport og blir klar ila november 2023.



Bilde 1, Johanneskirken- februar 2023. Har du noensinne vært tørr?

2. HISTORIKK OG ORIGINALE MATERIALER

2.1. BAKGRUNN

Johanneskirken tilhører en generasjon murte kirker fra slutten av 1800-tallet som har utfordringer med fukt. Dette gjelder både kirker i Norge som for eksempel Skien Kirke og Trefoldighetskirken i Arendal, samt Svenske kirker, for eksempel Örgryte Nya Kyrka i Gøteborg.

Felles for disse kirkene er stil og byggeteknikk. De er nygotiske i stilen med blankmurt tegl og murverket er massivt, utført med hardbrent fasadetegl og lettere brent tegl i bakmur. Murmørtelen er oftest ren kalkmørtel eller en svak KC-variant. I fasaden er det som oftest smale fuger spekket med pigmentert sementholdig spekkemørtel. I tillegg ble det ofte brukt avdekninger av skifer lagt i mørtel rett på murverket, men også kobber eller annen naturstein der hvor det var ønskelig. Kirkene gjenkjennes ved et utall av spir og takutspring, spissbuer og ornamentikk utført med profilstein i murverket. Det er spesielt kirkene murt med hardbrent fasadetegl som kan sammenlignes med Johanneskirken. Når disse murverkene først blir fuktige, har den tette overflaten (både fasadeteglen og de smale tette fugene) vanskelig for å tørke ut, det blir med forvitring av fuger og spalting av tegl. Det presiseres at i tillegg til selve konstruksjonen har også de lokalklimatiske forholdene betydning.

Hvorfor er disse kirkene utsatt for så store og sammenlignbare skader? Arkitektene hadde stor tro på egenskapene til de nye materialene som ble gjort tilgjengelig som følge av den kraftig voksende industrialiseringen og det økte utbyggingstempoet (Balksten, Lindholm, & Lange, Fuktproblem i salt- og frostskaadet tegelmurverk, 2012) Nye materialer og byggeteknikker ga problemer som ikke hadde vært til stede i tidligere byggverk. I påfølgende år fra begynnelsen av 1900-tallet blir skadene færre, men byggemetoden endrer seg også.

Rapporten tar sikte på å gjøre rede for skadebilde og mulige årsaker, og ved å vurdere generaliteten i skadene om dette også kan overføres til andre tilsvarende bygninger. Et viktig spørsmål rapporten ønsker å besvare er om kirken noen gang har vært tett og om den noen gang kommer til å bli tett selv med korrekt rehabilitering. Mange av disse nygotiske kirkene har en arkitektur med så mange muligheter for lekkasjer, at man kan spørre om denne konstruksjonen kan fungere?

2.1.1. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER

Forprosjektet har hatt til formål å avdekke skader, mulige utbedringsmetoder og materialer.

- Skader er kartlagt ved visuelle metoder fra lift både på utside og innside.
- Identifisering og kategorisering av skadetyper
- Analyser av mørtel og salter
- Kartlegging av mur-materialer (mørtel, tegl, puss, maling og støp)
- Kartlegging av rehabiliteringshistorikk
- Gjennomgang av arkivalia og annen litteratur

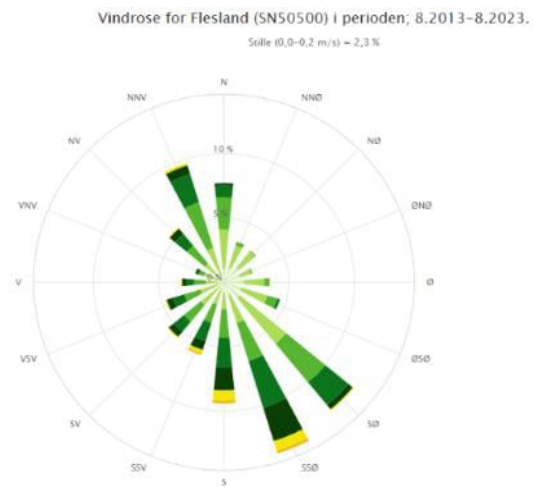
2.1.2. PLASSERING I TERRENGET

Johanneskirken er plassert på en høyde med værretning fra sør-sørøst. Kirken er plassert med akse sørvest-nordøst, med våpenhus i nordøst. Dette gir størst klimabelastning på sørøstre side av tårn, skip og kapell.

Det er slagregn også fra nordvest som gir utfordringer for denne siden av skip og sidekapeller.



Bilde 2, Oversiktsbilde av Johanneskirken orientert i forhold til himmelretning. Rød pil viser dominerende vindretning. Hjørnet på tårn mot sør-øst viser størst skader, se pil. (1881.no, 2023)



Figur 1, Vindrose for Flesland (Seklima.no, 2023). Vindretning i SSØ, mye vind med høy vind styrke

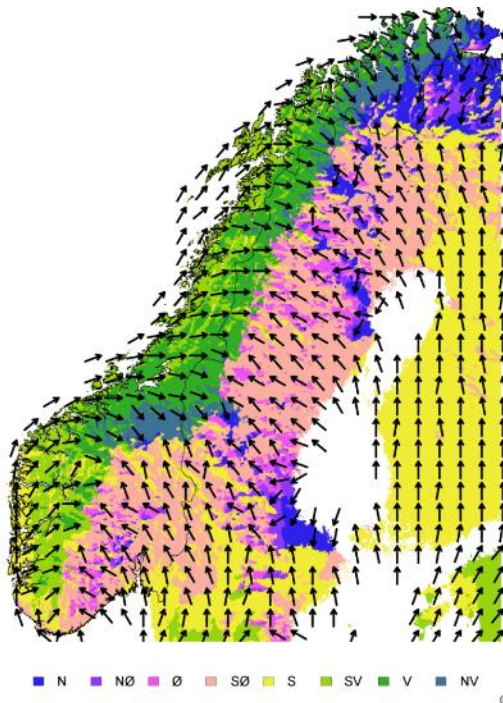


Fig. 21 a
Slagregnskart for Norge for normalperioden 1991-2020.
Fargene og pilene viser den hovedretningen som gir mest slagregn.

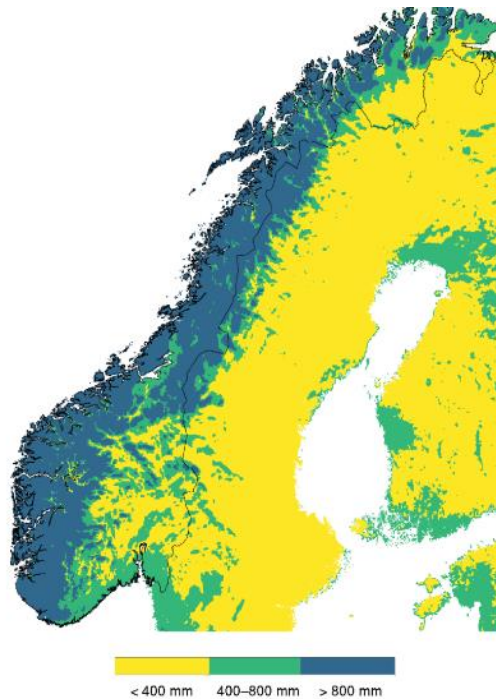


Fig. 21 b
Slagregnskart for Norge for normalperioden 1991-2020.
Fargeskalaen angir årlige slagregnsmengder.

Figur 2, Slagregnmengden i Bergen er høy. Kombinasjon av sterk vind og mye regn gir slagregn. Figuren til venstre er dominerende vindretning, Figuren til høyre er årlig slagregnsmengder normalisert for perioden 1991-2020 (Sintef Byggeforsk, 2023)

2.2. HISTORIKK

Johanneskirken ble tegnet av arkitekt Herman Major Backer og sto ferdig i 1894. Kirken er en nygotisk korskirke med et 61 meter høyt tårn. Taket var opprinnelig skiferlagt med «mønster», men dette ble lagt om på 1930-tallet.

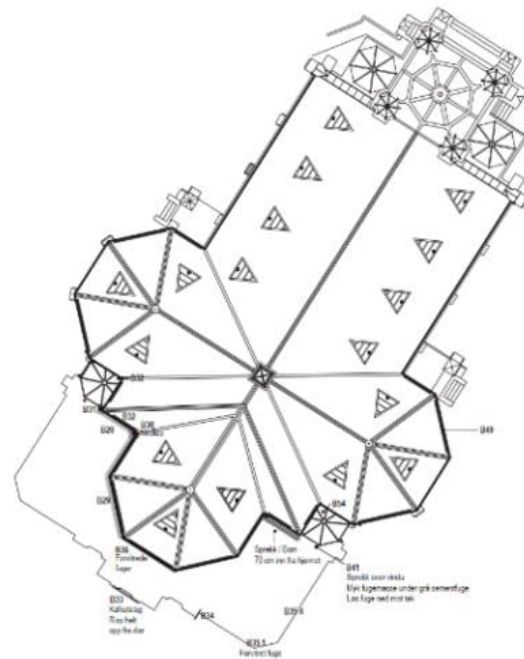
Herman M. Backer (1856-1932) har bla. tegnet Vitenskapsakademiets hus i Oslo (1887), Villa Fridheim ved Krøderen (1888), Backergården, Oslo (1894), samt flere trekirker i perioden mellom 1895 og 1933. Hans hovedperiode som arkitekt var fra 1890 - 1910 og han arbeidet spesielt mye med herskapsvillaer (Torvanger, 2022). Herman Backer arbeidet først som murer og studerte deretter på Tegneskolen i Christiania ledet av Wilhelm von Hanno. Han fikk videre sin utdannelse ved Den kgl. Tegneskole i København og 3 år i Dresden, fra 1876-79. Mye av hans inspirasjon i tidligere år er fra Tyskland, Østerrike og Danmark. Han har tegnet 4 kirker hvor Johanneskirken var den første- og eneste i nygotikk-, Landsmarka kapell i Lunde i Telemark (1905), Stengård Kirke (1902) og Sollihøgda kapell (1911).

Johanneskirken regnes som et av hans hovedverk, tegnet så tidlig som i 1888 og vant 1.plass i arkitektkonkurransen for kirken samme år. Av 15 utkast ble kandidatene arkitektene Backer, Lowsow og Solberg bedt om å revidere sine forslag innen en oppsatt økonomisk ramme, hvor Backers reviderte forslag vant fram. Byggearbeidene på Sydneshaugen ble først ledet av Adolph Fischer, men i 1891 overtok Hans Heinrich Jess. Kirken ble vigslet den 15. mars 1894. Den kan trygt kalles et hovedverk i norsk nygotikk.

2.2.1. BESKRIVELSE AV KIRKEN

Kirken er bygget med en lengdeakse: nordøst – sørvest. Koret ligger sørvest, mens tårnet og hovedbygningen ligger nordøst, mot byen. Tårnet danner et dominerende endepunkt for byens viktigste akse: Gateløpet fra Torvet over Torgallmenningen til vestre Torggate. Kirken ble innviet 15 mars 1894, og hadde opprinnelig 1250 sitteplasser.

Johanneskirken er oppført i nygotisk stil og har upusete fasader (blankmur) med røde fasadetegl og bånd av glaserte brune tegl på en sokkel av kvartsitt og trapper av granitt. Kirken er plassert på grunnfjell 0,8 m. over laveste terrenghøyde, plassert på fjell og fast grunn. Det er en korskirke hvor korsarmene og koret er polygonalt avsluttet. Koret er omkranset av kapell- og sakristilbygg. Tårnet ligger aksialt plassert nordøst for kirken, og er et 61 meters høyt kvadratisk tårn i fire etasjer, flankert med mindre trappetårn. Tårnmurene trapper inn for hver etasje og ender i spisse gavler

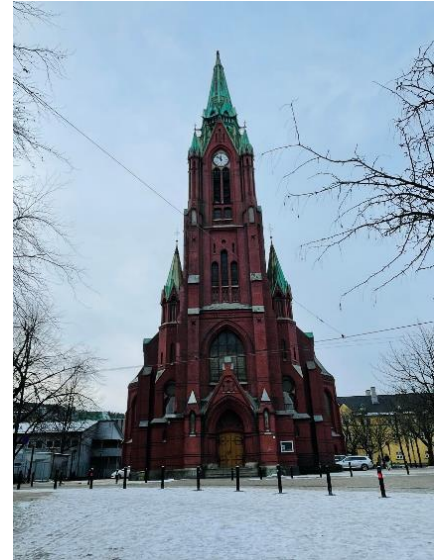


Figur 3, Oppriss av kirken. Korskirke med oktagonalt avsluttet korsarm og kor. Tårnet ligger i nordøstre ende og har akse ned mot Torgallmenningen. (Akasia)

som bærer en spiss, åttesidet koppertekket hjelm med lysarker. Avtrappingene er skråavdekket utvendig med skifer og betong.

Tårnhjørnene er forsterket med avtrappede støttestøtter som øverst er utformet som små tårn med selvstendige hjelmer. Trappetårnene som flankerer hovedtårnet har også fire etasjer. Tre av etasjene er mur i forband med tårn og skip, mens øvre etasje er frittstående. Tårnfoten og annen etasje har kvadratisk grunnplan mens de to øvre etasjene er åttekantet. Tårnene krones av spisse, åttesidet hjelmer med lysarker. Også i hjørnene mellom kor og korsarmer er det åttesidet tårnoppbygg. Disse er murt i forband med kirkens veggmur så bare tre av sidene står fri. Kirkens murverk er rikt artikulert med lisèner, bånd av brunglasert tegl, og gesimsfriser båret av blindbuer.

Apsidehjørnene er forsterket med lisèner. Tilsvarende lisèner deler skipets langmur inn i tre fag. Et fremskytende høyt sokkelparti som også har vinduer og døråpninger, gir kirken et preg av å ha to etasjer. Innvendig er sokkeletasjen markert av en malt sone over en trebrystning, sonen går opp til gallerinivå.



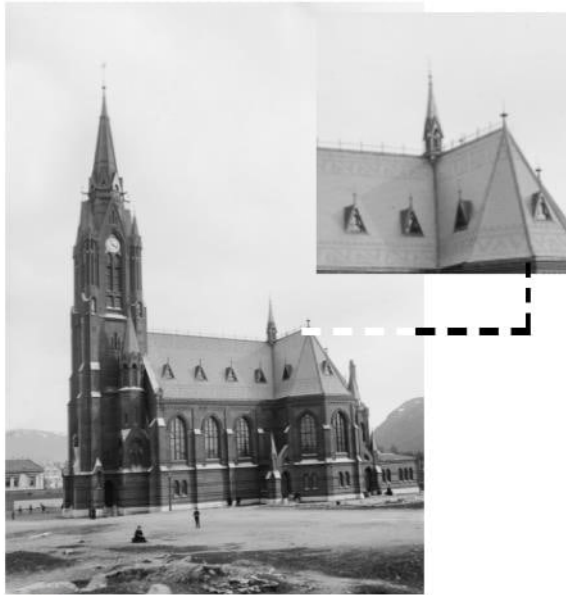
Bilde 3, Kirkens hovedfasade med tårn, sidetårn og støttestøtter med avdekninger av skifer og betong. (Bilde: WSP)

I tillegg til kirkens hovedportal i tårnfoten har skipet to motstående portaler i langmurene. Korsarmene har innganger i sørvestmurene fra trappetårnene, korresponderende med galleriinngangene. Koret har motstående innganger i sørøstre- og sørvestre mur til henholdsvis kapell og sakristi. Også trappetårnene som flankerer hovedtårnet har innganger. Fra trappetårnet fører dører inn til skip og tårnhall og fra denne fører en tredelt inngang inn i skipet.

Tårnfotens portal er en gotisk flertrinnsportal – hvor de øvrige døråpninger har enkle stikkbuer. Skipets langmurportaler er innvendig kronet av gavl og fialer av tre.

Skipet har 3 vinduer, koret 5 vinduer og tverrarmene har 3 hver – alle store og spissbuede. Tårnets andre etasje har et stort spissbuet vindu mot nordøst, mens i tredjeetasje har 3 lansettvinduer på tre sider. Fjerde etasje (klokkeetasjen) har høye, tokoplete, spissbuede lydglugger på alle fire sider.

Kirkens tak er konstruert som et sprengverkstak med hovedsperrebind bestående av sperr, hanebjelke og 3 sett med stikkbjelker. Av disse bæres de to øvre sett av knekter etter hammerbeamprinsippet, mens nedre sett i skipet bæres av veggmuren og frittstående tresøyler; i koret og tverrarmene av veggstøyer eller konsoller. Konstruksjonen er sikret av jernstag mellom nedre sett stikkbjelker. I Apsidene og krysset stråler disse stagene ut fra rommets midtpunkter. På stikkbjelkene er det lagt opp åser som støtter sperrene mellom hovedbjelkene. Sperrene bærer dobbelt sutak tekket med skifer. Takkonstruksjonen bærer en knekket himling bestående av et dobbelt lag liggende, profilerte bort båret av åser og sperr. Himlingen er hengt opp i stikkbjelkene og en midtre hengebjelke fra takets mønsås. Mellom hovedbindene er det mellom himling og yttertak bygget spissgavlede lysarker med koplede, spissbuede åpninger i himlingen. Disse korresponderer med vinduer i utvendige takarker.

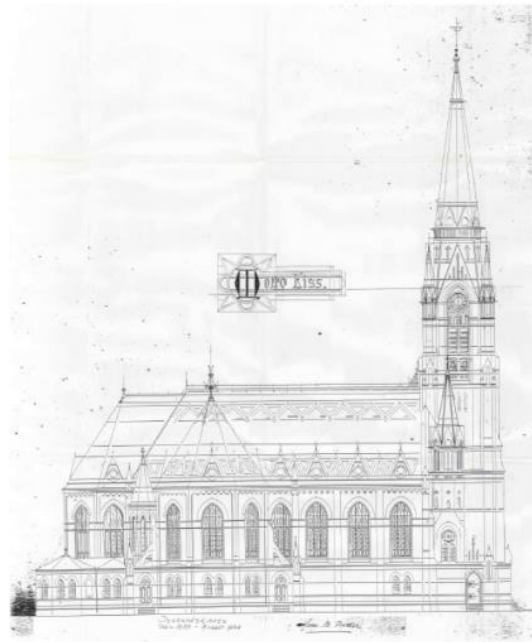


Bergen, 1910-34
Johanneskirken med original tak
UIB Marcus Bibliotek

Bilde 4, Johanneskirken. Antatt 1910 eller tidligere. Taket har mønstertak, gesimser har skiferavdekning.



Bilde 5, Uten mønstertak, etter 1934. (Marcus, Spesialsamlingene ved Universitetsbiblioteket Bergen, 2023)



Figur 6, tv. fra Arkitektkonkurransen 1888. Over: som bygget 1895. (Marcus, Spesialsamlingene ved Universitetsbiblioteket Bergen, 2023) (Bergen Byarkiv, 2023)

2.2.2. TILSVARENDE NYGOTISKE KIRKER I TEGL

Tabell 1 viser en gjennomgang av norske kirker som er definert som nygotiske og fra slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet (Egge, 2023),(Den norske kirke, 2023) Det er tydelig at teknologien med forblendingsstein i hardbrent tegl er en teknikk som blir mer og mer gjeldende generelt i arkitekturen mot slutten av 1800-tallet. Kirkene er ikke befart og det er derfor gjort noen antakelser om de er oppført med fasadetegl eller ikke ut fra bilder.

Tabell 1, Nygotiske kirker i Norge utført i tegl (det tas forbehold om at tabellen ikke er utfyllende). Kirker merket i kursiv har tilsynelatende samme konstruksjon som Johanneskirken.

Kirke	År	Arkitekt	Sted
Vestre Aker	1855	Heinrich Ernst Schirmer	Oslo
Horten Kirke	1856	Chr. Heinrich Grosch	Horten
Trefoldighetskirken	1858	Alexis de Chateauneuf og Wilhelm von Hanno	Oslo
Tønsberg Domkirke	1858	Chr. Heinrich Grosch	Tønsberg
Østre Aker Kirke	1860	Unger etter tegninger av Schirmers Vestre Aker	Oslo
Tvedestrand Kirke	1861	Georg Andreas Bull	Tvedestrand
Sørkedalen Kirke	1865	Chr. Heinrich Grosch	Oslo
St.Petri Kirke	1866	Von Der Lippe	Stavanger
<i>Grønland Kirke</i>	<i>1869</i>	<i>Wilhelm von Hanno</i>	<i>Oslo</i>
<i>Kragerø Kirke</i>	<i>1870</i>	<i>Georg Andreas Bull</i>	<i>Kragerø</i>
<i>Bragernes Kirke</i>	<i>1871</i>	<i>Ernst Norgren</i>	<i>Drammen</i>
Sofienberg Kirke	1877	Jacob Wilhelm Nordan	Oslo
Furuset Kirke	1879	Johannes Henrik Nissen	Ullensaker
Asker Kirke	1879	Jacob Wilhelm Nordan	Asker
<i>Jakob Kirke</i>	<i>1880</i>	<i>Georg Andreas Bull</i>	<i>Oslo</i>
Tuft Kirke	1880	Foss og T.J. Aschehoug	Kongsberg
<i>Fredrikstad Domkirke</i>	<i>1880</i>	<i>Waldemar F. Lühr</i>	<i>Fredrikstad</i>
Kampen Kirke	1882	Jacob Wilhelm Nordan	Oslo
Kristiansand Domkirke	1885	Henrik Thrap-Meyer	Kristiansand
Vestby Kirke	1885	Munthe og Nilsen	Vestby
<i>Uranienborg Kirke</i>	<i>1886</i>	<i>Balthazar Lange</i>	<i>Oslo</i>
<i>Trefoldighetskirken</i>	<i>1888</i>	<i>Chr. Fürst</i>	<i>Arendal</i>
<i>Sagene Kirke</i>	<i>1891</i>	<i>Chr. Fürst</i>	<i>Oslo</i>
<i>Paulus Kirke</i>	<i>1892</i>	<i>Henrik Bull</i>	<i>Oslo</i>
<i>Johanneskirken</i>	<i>1894</i>	<i>Herman H. Backer</i>	<i>Bergen</i>
<i>Skien Kirke</i>	<i>1894</i>	<i>Hagbarth Martin Schytte-Berg</i>	<i>Skien</i>
Høvik Kirke	1898	Henrik Nissen	Bærum
<i>Vår frelsers Kirke</i>	<i>1901</i>	<i>E. Halleland</i>	<i>Haugesund</i>
<i>Sandefjord Kirke</i>	<i>1903</i>	<i>Karl Michalsen</i>	<i>Sandefjord</i>

Den nye kirkeloven i 1851 førte til at svært mange stavkirker og andre små, mørke og falleferdige kirker ble revet og erstattet med mange nygotiske kirkebygg i både tømmer og mur. I tillegg ble kirkene utvidet, og det ble oppført nye kirker. De ble oppført med langplan og kor med avkuttete hjørner. De mange nygotiske hvite trekirkene på landet og de røde teglsteinskirkene i byene har blitt de typiske norske kirkene. For eksempel er Kristiansand domkirke et nygotisk bygg i teglstein og sement og Bamble kirke er et tidlig eksempel på nygotisk tømmerbygg inspirert av lokal byggeskikk. Tromsø domkirke er også et stort trebygg i nygotisk stil, mens Lofotkatedralen er den største nygotiske trekirken. Lillesand kirke ble bygget i 1889 av reisverk med en kombinasjon nygotisk stil og sveitserstil. Oslo vokste sterkt på denne tiden og der ble det oppført flere nygotiske kirker, bla. Uranienborg kirke og Trefoldighetskirken i rød tegl (Wikipedia, 2023).

Stilmessig ble nygotiske kirkene oppført noe tidligere i Tyskland, hvor Arkitekt Otzen var framtrødende og i Sverige hvor Adrian C. Peterson var sterkt fremtrødende med mer enn 35 nygotiske kirker. Dette ble inspirasjon for de nybygde kirkene i Norge. Felles for mange av disse kirkene er bruken av hardbrent fasadetegl i en massiv murt konstruksjon og med smale fuger. Under en presentasjon av Johanneskirken, på Nordisk Kalkforum i Åbo i august 2023, ble problematikken i Johanneskirken gjenkjent av deltakere fra alle de nordiske landene- og derfor også diskutert. Fuktproblematikk med utfelling av salter innvendig og skader i tegl er gjengangere. Kirkene ble oftest murt med svake kalkmørtler og spekket med sterkere, gjerne sementholdige fuger.

Det er tydelig at teknologien med forblendingsstein i hardbrent tegl er en teknikk som blir mer utbredt mot slutten av 1800-tallet. Den norske arkitekten Christian Fürst, som blant annet har tegnet Trefoldighetskirken i Arendal, og Sagene Kirke i Oslo, var elev hos Johannes Otzen. Også arkitekt Hagbart Martin Schytte-Berg, som står bak Skien Kirke, studerte ved den tekniske høyskolen i Berlin under Johannes Vollmer og var også Johannes Otzen var professor (Store Norske Leksikon (2005-2007)).

Den nygotiske stilen er tidstypisk og tilsvarende kirker er tegnet av nevnte A.C Peterson i Sverige i perioden 1872-1904, bla. Örgryte Nya Kyrka (1888-1890) i Gøteborg. Oscar Fredriks II Kyrka (1893) tegnet av Zetterwald kan også sammenlignes. Disse to kirkene er spesielt nevnt da de har blitt restaurert de siste årene (2017 og 2023) og blir brukt som inspirasjon for tiltak for rehabilitering av Johanneskirken. Flere prosjekter i Sverige har vist at mange av disse kirkene med massive teglvegger har utettheter spesielt i yttervegg og ytterveggs detaljer (Balksten & Strandberg-de Bruijn, 2019).

2.2.3. KONSTRUKSJON MED MASKINLAGET HARDBRENT FASADETEGL

Teglproduksjon i Norge var lenge basert på tradisjonelle metoder. Teglen var massiv, håndbanket og mindre industriell fremstilt tegl helt fram til midten av 1860-årene. Bakmuren i Johanneskirken er produsert blant annet på Bø Teglverk (Bergens teglverk) på Karmøy og fram til 1936 ble denne steinen håndbanket (Lampi C. , 2023). Håndforming av murstein og tradisjonell teglovn gir større måleavvik og det er derfor behov for 10-15 mm brede fuger. Overflatene bærer preg av mindre kompaktering og en åpen permeabel overflate. De første automatiserte teglpressene ble utviklet på midten av 1800-tallet i Tyrkland, sammen med en rivende utvikling i kvalitet og brenneteknikker. Med nye produksjonsmetoder, strengpresset og hardbrent i ringovner, kunne man oppnå stor målesikkerhet og

derfor mulig å mure med tynne fuger Både endring i fremstilling av tegl og mindre mørtel var økonomiske og kvalitetsmessige fremskritt.

Murverket i forblendingsmurer fremstår ofte med kopskift med $\frac{1}{4}$ forskyvning. Bånd med glasert tegl var også vanlig. Det er karakteristisk for denne type murverk at spekkefuge er sementbaserte, ca. 15 mm dype og utført med sort eller rødt pigment. Fugene er svakt inntrykt og går ikke i flush med teglstein. Denne spekketeknikken er typisk for nygotiske murverk. Teknikken med spekkemørtel er senere erstattet med svakere KC-mørtler som er minst 2 cm dype med godt komprimerte og glattede fuger.



Bilde 4, Arendal Kirke (Trefoldighetskirken, Arendal). Bilde fra norske-kirker.net. Sterkt inspirert av Otzens kirke St.Gertrud Kirche i Hamburg. Arkitektkonkurranse for Arendal Kirke ble lyst ut samtidig som Johanneskirken



Bilde 5, Sagene Kirke, Oslo. Ark. Fürst har tydelig blitt inspirert av sin læremester Otzen. (Den norske kirke, 2023)



Bilde 6, St. Gertrud Kirche, 1886 (Wikipedia), Otzen. Hamburg Tyskland. Chr. Fürst brukt denne som inspirasjon for Trefoldighetskirken i Arendal.



Bilde 7, Uranienborg Kirke, Oslo [kirkesok.no]



Bilde 8, St. Petri Kirke, Stavanger. [kirkesok.no]



Bilde 9, Skien Kirke, Skien [kirkesok.no]



Bilde 10, Bragernes Kirke, Drammen [kirkesok.no]



Bilde 11, Örgryte Nya Kyrka, Gøteborg. 1890. Arkitekt Adrian Peterson. (Bilde: Wikipedia). Sålbenker av massiv kalkstein.



Bilde 12, Friedenskirche Hamburg-Eilbek 1885, Hamburg, Tyskland. Ark. Otzen & Vollmer. Utstrakt bruk av kobber. (Wikipedia)



Bilde 13, Oscar Fredriks II Kyrka, 1893. Gøteborg, arkitekt Helgo Zetterwald. Utstrakt bruk av kobber på avdekninger. (Svenska kyrkan, 2023)

2.3. KONKURRANSEN OG BYGGESAKEN

2.3.1. ARKITEKTKONKURRANSEN I 1888

Arkitektkonkurransen ble utlyst i Teknisk ukeblad, den 16.mars 1888, med frist for innlevering av tegningsmaterieill med prisanslag 200.000 som maksimal kostnad. Det ble mottatt 15 forslag.

Materialbeskrivelsene i utlysningen av konkurransen er detaljerte og bekrefter bestillingen av datidens moderne materialer. Grunnmuren skulle oppføres i «*passende høide av hugget gråsten fuget med cement*». Mursteinsmurene skal videre fuges utvendig med sement og innsidens skal pusses. På de ytre murflatene skulle den benyttes skotsk eller engelsk klinker murt i ren sementmørtel. Det skulle brukes form- og profilstener også av klinker til innfatning av hjørner, dører og vinduer. Taket skulle dekket med Valdresskifer. Videre beskrives kobbertekking til tårnspir og laverliggende takflater som er utsatt for snø.

Johanne Elizabeth Gillow (2000) beskriver byggeprosjektet og aktørene i detalj. Hun har stor fokus på prosessene rundt, men har også gode opplysninger om materialbruk og endringer underveis. I det enormt store underlaget som er tilgjengelig i Byarkivet i Bergen finnes både konkurranseunderlaget, arkitektenes forslag, påfølgende anbudspapirer, tilbud og oppgjør i tillegg til korrespondanse, referater og telegram. Det mangler allikevel noe i dette underlaget: detaljerte byggetegninger og av alle ting-informasjon om hvilken bygningskalk de brukte.

2.3.2. ANBUDS- OG BYGGEDOKUMENTASJON

Det foreligger svært lite dokumentasjon fra selve oppmuringen, dvs. detaljer og løsninger, foruten de nevnte store mengder anbudspapirer og økonomisk dokumentasjon over medgåtte mengder og rater arkivert av byggekomiteen. Ut fra denne dokumentasjonen kan det trekkes noen konklusjoner som er viktige for å forstå oppbygging og krav til reparasjonsmørtler. Ut fra dette underlaget er det grunn til å tro at det har blitt forelagt grundige tegninger som dessverre ikke er tilgjengelige i dag. Ev. bildemateriale fra oppføring har heller ikke blitt funnet.

Ut fra anbudspapirer (Bergen Byarkiv) skrevet av Murmester E. Lehmann i 1891 kan vi lese om de beskrevne materialer og arbeider. Han har gått ut fra Arkitekt Backers egne mengdeberegninger og kravspesifikasjon. De samme postene finnes i slutten av prosjektet som avregning med korrekte mengdeangivelser ned til 2 desimaler. Murmester Lehmanns oppsummering etter ferdige utførte murarbeider datert 3.mars 1894, beløper seg til totalt kr 46.698,44 Kr, oppjustert til 47.126.20 kr. Daglønn for murere kr 48.557, tegl fra Ullersdorfer kr 28.995,33, Summert totalt for kirkens murarbeider unntatt grunnmur beløper seg til kr 124.678.

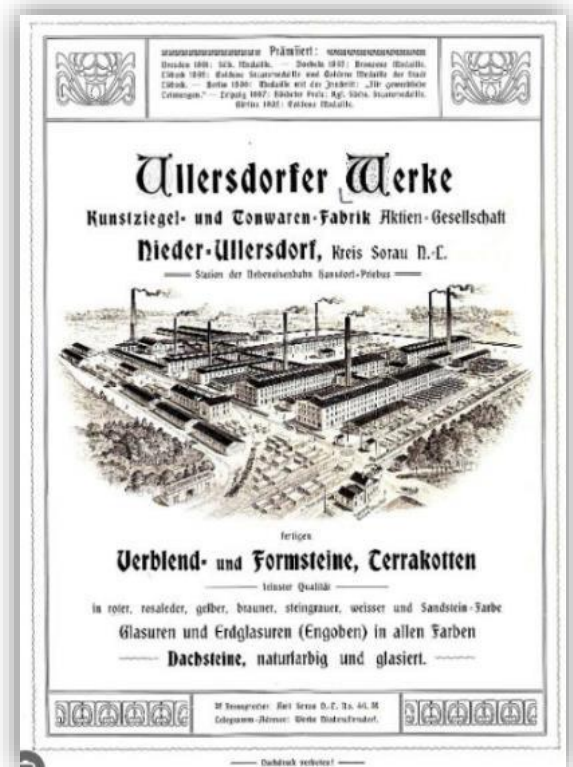
- «Justering med cement og pappblægg rundt de oppmurede ydre og indre vægge», 286 meter
- Mur til 2,5, 2 og 1,5 sten. murverk ved tårnet, pillarer og andre tårn priset pr kubikk
- Foblendingsmuring (3532 kvm)
- Profiler og utstikkskifer i vinduer, dører, baand og gesimser
- Flisgulv med Betongunderlag
- Skiferpaalæg paa skraaningerne i Cement
- Fugning med farvet cement incl rensing med saltsyre
- Farvet Cemetpuds udv i alle fordypninger
- Indvendig kalkpuds (filset)
- Stenskuring i Taarnene
- Kobberarbeider samt cement- og gipstrækninger.

Figur 7, Avskrift fra poster i anbudspapirene til murmester Lehmann

2.3.3. BESKREVET OG LEVERT TEGL

Backer beskriver selv klinker/fasadetegl fra England eller Skottland, trolig med inspirasjon derfra eller også direkte som et svar på konkurransebetingelsene. I dokumentasjonen foreligger allikevel kun dokumentasjon fra Ullersdorfer Werke, både tekniske egenskaper og fortegnelser over priser og leveringer. Underlaget viser at det er Backer selv som har beregnet mengder, og bestillinger ble gjort ut fra dette.

I den originale korrespondansen finnes det detaljerte forespørsler på fasadetegl fra Ullersdorfer Werke, i tysk Nieder Ullersdorf, nå i polske Mirostewice Dolne. Tegilverket hadde produksjon fra 1877, men ble stengt i 1996 og ny tegl fra dette tegilverket kan ikke skaffes. Dokumentasjon fra tegilverket datert 1905 (Ullersdorfer Werke, 1905) og er benyttet som utgangspunkt for kvalitetsbetraktninger og sammenlignet med nåtidige analyser.



Dokumentasjon og katalog fra verket gir muligheten til å få produsert tilsvarende formater og egenskaper som erstatningsstein.

Fasadetegl fra Ullersdorfer ble bestilt i mars 1892 og levert av Rieber & Søn v/ P. Rieber. I fortegnelsene er både referansenummer på sten og antall av hver type sirlig oppført- totalt 262.707 stk. fordelt på 28 ulike formater.

Bak fasadeteglen ble det benyttet lokal massiv tegl fra Bø teglverk. Dokumentasjonen viser at murerlaget mottok til og med den 29.12.1891, 475.783 sten hvorav 219.346 stk. klinker (hardbrent) og 256.437 første sortering. Ut fra dokumentasjonen under har de mottatt store mengder beskadiget sten (se Figur 8).

Totalt ble det bestilt 738.490 mursten til oppmuring av kirken, og det er anslått 1 million inklusiv arbeider på grunnmur (Fagertveit, 2018) . All sten som ikke ble brukt på kirken ble antatt kjøpt tilbake av Rieber & Søn, og pryder nok nå andre bygninger i Bergen. Det ligger også et lager med original sten i kjelleren under kirken sammen med erstatningstegl kjøpt inn til rehabiliteringen i 2015.

Dokumentasjonen inneholder som nevnt både arkitekt Backers mengdeberegninger, muremester Lehmanns anbud og byggekomiteens nitide oppføringer og avregning av medgåtte mengder. Disse oppføringene er gjennomgått for å få større forståelse for materialbruk og byggeprosesser underveis som kan påvirke byggkvaliteten og etterfølgende skader.

1/4 Sten	1/4 Sten	1/2 Sten	1/2 Sten	3/4 Sten	3/4 Sten	1/4 Sten	1/2 Sten	3/4 Sten
Bruglige	beskadiget	Bruglige	beskadiget	bruglige	beskadiget	glaserte	glaserte	glaserte
3545 ÷	740	4103 ÷	1104	1108 ÷	194	5443	5437	50
10957 ÷	1104	994 ÷	135	2372 ÷	274	150	340	115
3000 ÷	797	3000 ÷	954	30	~	220	10	74
1804 ÷	400	2617 ÷	771	50	~			68
76	isbæse	1250 ÷	30	1350 ÷	770			76

Figur 8, utdrag fra opptelling av mursten fra Bøe Teglverk. "brukelige" og "beskadiget"

Backers No	Fortegnelse over den af P. Rieber leveret Forblentsten		
No 1	90818 Sten 1/4		
" 2	6663 " 1/4 glaserte	1.800	12130
" 3	91282 " 1/2		
" 4	6637 " 1/2 glaserte	800	~210
" 5	36664 " 3/4	19700	~155
" 6	1600 " 3/4 glaserte	700	~310

Figur 9, Utdrag fra "Fortegnelse over den af P. Rieber leveret Forblentsten", Det er 28 ulike stener, totalt 262.707 stk.

Formstensfortegnelse til Johannes Kirke

<i>Nr.</i>	<i>Form.</i>	<i>Sten.</i>	<i>Bemærkninger</i>	<i>Antal.</i>
1.		1/4	<i>Patring</i>	1 glat Side * 92000.
X 2.	do.	1/4	do.	1 glaseret Side. 5750.
3.		1/2		1. glat Side 92000.
X 4.	do.	1/2		1 glaseret Side. 5750.

Figur 10, Utdrag fra "Formstensfortegnelse til Johannes Kirke" Signert Herman M Backer. Han beskrevet totalt 262.707 stk

- CA. 1700 M2 MED 2 ½, 2, 1 ¾ OG 1 ½ STENS MUR MER «TILLÆG AV SAND OG KALK»
- 1986,67 M3 «MURNING TIL HOVEDTAARNE, FLANKERINGSTAARN OG STREBEPILARER»
- 125 LMR MURING TIL INDRE VEGGER INKL KVADER I SAKRISTI
- 3168 M2 FORBLENDINGSSTEIN OG «FUGNING MED FARVET CEMENT OG RENSNING MED SALTSYRE»
- 2616,37 LMR PROFILSTEN
- 70,15 M2 FARVET CEMENTPUDS I KIRKENS YDRE MURING (? HVA ER DETTE)
- 2054,15 M2 FILSET KALKPUDS I (INDRE VEGGER I TÅRN)
- 662,93 M2 SEKKESKURING OG RAPNING I HOVEDTAARNED OG I VENTILATIONSROMMET

Figur 11, Avskrift av medgåtte mengder murarbeid

2.3.4. DOKUMENTASJON PÅ TEGLSTEIN FRA ULLERSDORFER

Figur 12 viser faksimiler fra Ullersdorf sin produktkatalog, datert 1905. Alle teglstein er opplyst med dimensjoner og nummerert. Nummereringen finnes igjen på teglstein på kirken. Hullene er firkantet og utformet for å gi teglen minst mulig vekt, men med nok styrke. Teglsteinen blir videre i dokumentasjon opplyst til å være 69 mm i steinhøyde og 8 mm fugebredde som gir 77 mm skifthyde, og 13 stk på en meter, Den er 122 mm lang og med 8 mm fugebredde gir det 130 mm skiftlengde. Med disse målene er det beregnet pr kvadratmeter 50 stk ¼ stein, og 50 stk ½ stein.

Figur 13 viser utdrag fra katalog med tekniske data for teglstein som er benyttet. Dette er tester utført på ¼ forblendingsstein utført i 1885. Både trykkfasthet, vannopptak (4,6 %), vedheftsegenskaper, spesifikk vekt og værbestandighet inkl. frostbestandighet er testet. De er spesielt opptatt av vær- og frostbestandighet og analysemetoden er nøye beskrevet : Steinen ble utsatt for flere runder med ulike

saltoppløsninger og rask nedkjøling. Konklusjonen er at den er værbestandig. «...als absolut bestanden bezeichnet werden.» Det finnes ingen direkte anbefalinger om type mørtler som skal benyttes til teglsteinen.

Ullersdorfer Werke, Nieder-Ullersdorf, Kreis Sorau N.-L.

Nachstehend geben wir Skizzen selbst Besreibungen der normalen schlichten Verbländsteine. — Um bei Bestellungen Lieferverhältnisse anzuschließen, bitten wir auf die nachstehenden, wie auch auf die bei den Profilen angegebenen Besreibungen der steinernen Strichsteine zu achten.

Einseitig sind die ungleichen Gewichte pro Tausend angegeben, auf Grund deren mit Hilfe des Frachttarifs für 100 kg die Fracht für jede Sorte nach der gewöhnlichen Station leicht berechnet werden kann. — B. die Fracht nach irgend einem Ort beträgt für 100 kg = 0,3 M., dann ergibt sich bei die 1/2 Verbländ No. 1, von deren das Tausend 800 kg wiegt, 135,800 = 4,00 M. Fracht pro Tausend. Für Profile ist dasselbe Gewicht zu rechnen wie bei den gleichgroßen schlichten Strichsteinen.

Nr.	Form	Beschreibung	Stückzahl pro Tausend	Nr.	Form	Beschreibung	Stückzahl pro Tausend
1a		1/2 Ecksteine	750	7		1/2 Ecksteine	3500
1		1/2 Röhre	800	8		1/2 Ecksteine	1000
2		1/2 Röhre	1800	9		1/2 Ecksteine	2500
3		1/2 Ecksteine	3500	10		1/2 Ecksteine	3000
4		1/2 Ecksteine	850	11		1/2 Ecksteine	4000
5		1/2 Ecksteine	1700	12		1/2 Ecksteine	2000
6		1/2 Ecksteine	2500	13		1/2 Ecksteine	2500

Klosterformat:

a		1/2 Ecksteine	1600	c		1/2 Ecksteine	1300
b		1/2 Ecksteine	2900	d		1/2 Ecksteine	1500

Doppelformat:

A		1/2 Ecksteine	4970	C		1/2 Ecksteine	3300
B		1/2 Ecksteine	3300	D		1/2 Ecksteine	6800

Figur 12, Faksimile fra Ullersdorf sin produktkatalog. Alle teglstein er opplyst med dimensjoner og nummerert. Nummereringen finnes igjen på teglstein på kirken. Hullene er firkantet og utformet for å gi teglen minst mulig vekt.

Ullersdorfer Werke, Nieder-Ullersdorf, Kreis Sorau N.-L.

Dafür, daß unsere Fabrikate in jeder Beziehung wider- und feuerbeständig sind und zu den besten und härtesten der bekannten Verbländsteine gehören, liefert nachstehendes Zeugnis der Berlin.

Auszug aus dem Zeugnis der Königlichen Prüfungsstation für Baumaterialien in Berlin.

Prüfung von dunkelroten 1/2-Verbländ-Lochsteinen.

Druckfestigkeit.

In gewöhnlichen Zustande:

Durchschnitts-	Für den Eintritt der Risse	174 kg	pro qm gelöste
Resultate	Für die Zertrümmerung	225 "	Querschnittsfläche.
	Für das Gewicht der Steine	0,773 "	

In wassererhaltenen Zustande:

Durchschnitts-	Für den Eintritt der Risse	168 kg	pro qm gelöste
Resultate	Für die Zertrümmerung	210 "	Querschnittsfläche.
	Für das Gewicht der gestügigten Steine	0,872 "	

Wasseraufnahme.

Dieselbe beträgt pro 1 Kilogramm Steingewicht im Mittel aus 10 Versuchen:

nach 12 Stunden 0,046 Kilogramm oder 4,6 Prozent, und vollständig gesättigt nach 125 Stunden 0,071 Kilogramm oder 7,1 Prozent.

Kohäsionsbeschaffenheit.

Das Material zerlegt in den Berchflächen ein sehr gleichmäßiges, stein und dichtes Gefüge in gleichmäßiger Fritzung und dunkelroter Färbung, durchzogen von vielen kleinen Quarzkrümelchen.

Spezifisches Gewicht.

Dieselbe ergibt sich im Mittel aus 3 Versuchen auf 1,993.

Wetterbeständigkeit (auch Frostbeständigkeit).

Zur Untersuchung der Wetterbeständigkeit (auch Frostbeständigkeit) des Materials wurden sechs Proben:

1. In Wasserbad bis auf Siedehitze gebracht, einige Zeit auf dieser Temperatur erhalten und durch Einwerfen in kaltes Wasser plötzlich abgekühlt;
2. eine Stunde mit 15°, Kochsalzlösung getränkt und in dieser Zeit öfter plötzlich abgekühlt; das Wasser blieb hierbei vollkommen klar;
3. eine halbe Stunde mit 5°, Natronlauge getränkt;
4. eine halbe Stunde in ätzender Lösung unter Zusatz von 1%, Schwefel-Asamsäure getränkt;
5. eine halbe Stunde mit einer 2%, Eisessigsäure, 2%, Kupfervitriol und 10%, Kochsalz haltenden Lösung getränkt. Die Probefstücke blieben bei diesen Operationen vollkommen intakt, ohne einen Gewichtsvorlust und ohne eine Gefügestörung zu erleiden.
6. Es wurden ferner sechs andere Bruchstücke dieses Materials auf 75 Stunden in 3%, Salzsäure und weitere 30 Stunden in 5%, Salzsäure gelöst. Die Probefstücke blieben auch hierbei intakt; ein Gewichtsvorlust fand nicht statt; der Einfluß der Säure war aus Gefüge nicht wahrzunehmen.
7. Durch weitere Behandlung der Bruchstücke dieses Materials mit reiner 4%, Salzsäure entstand eine wasserklare Flüssigkeit, welche, mit Bariumchlorid geprüft, die Gegenwart schweffelsaurer Salze — die Ursache von Auswitterungserscheinungen — nicht erkennen ließ.

Die Versuche auf Wetterbeständigkeit dieses Materials können daher als absolut bestanden bezeichnet werden.

Härte.

Das geprüfte Material hat nach der Mohs'schen Skala des Härtegrad 7-8.

Berlin, den 29. April 1885.

Königliche Prüfungs-Station für Baumaterialien.
gen. Dr. Böhmke.

Figur 13, utdrag fra katalog med tekniske data for teglstein som er benyttet. Dette er tester utført i 1885.

2.3.5. BRUK AV MØRTEL OG PORTLANDSEMENT

Portlandsement (PC) ble patentert i 1824 av J. Aspdin. Den tidligste bruken av PC er registret i Norge er 1847 på Oscarshall. Utover siste halvdel av 1800-tallet ble sement mer og mer brukt i norsk byggeri. Det er allikevel tydelig av PC ble tidlig introdusert i Bergen som et tiltak for å oppnå større fuksikring av fasader, bla. benyttet arkitekt Christie dette på reparasjoner på Korskirken i Bergen i 1856-57, og arkitekt Nebelong benyttet nesten ren Portlandsement som pussmørtel på Bergen Museum både i 1866 og 1891, og det ble benyttet som puss på Murtasken, Hanseatisk museum i 1879. Det ble importert sement til Bergen så tidlig som på 1850-tallet av Rieber & Søn, mye som en følge att det var blitt innført murtvang i byen. (Gjesdal, 1984) De fleste arkitektene hadde sin bakgrunn fra Tyskland der disse svært moderne materialene og dets egenskaper var kjent. Dermed ble dette spesielt trukket frem av komitéen for arkitektkonkurransen i 1888, attpåtil med klare formaninger om hvor det skulle benyttes i bygningen. Murmesteren har allikevel skjönt at det ikke er mulig å bygge hele kirken i ren sement-mørtel og lager derfor en blanding av kalk og sement.

Leveransen er tydeligvis svært ettertraktet og det mangler ikke på tilbud fra hele nord-Europa, hvor det er en stor produksjon av mange typer sement med ulike egenskaper både i herdetid og kvalitet. Det er enda ikke startet kommersiell produksjon i Norge i større skala og i god nok kvalitet på dette tidspunktet. Det ble mottatt minst 4 ulike tilbud på sement- det er forspurt et behov på 1000 tønner sement a 180 kg brutto- med noen forutsetninger tilsvarer dette ca. 1200- 2500 tonn ferdig mørtel i 1:1 til 1:3 blanding hvor forholdet mellom kalk og sement volummessig er 1:1 og tilsvarende dagens KC 50/50/300 til KC 50/50/600 i blandingsforhold. Analysene viser at blandingsforholdene mellom kalk og sement til murmørtel forholder seg volummessig til 1:1, men med varierende mengde sand avhengig av bruksområde.

Falkenberg tilbyr belgisk sement til kr 9 pr tønne. Mowinckel tilbyr Skånsk sement til kr 7,25 for minst 300 tønner «*Den tilstillet Skånske Cement Aktiebolags fabrikate er som bekjendt anseet som at af de beste*». Lägerdorfer Portland sement fabrik tilbyr tønner så lavt ned som kr 4,65 + kr 1 i frakt pr tønne. Adolph Halvorsen, som ellers er dampskipsdisponent, tilbyr de 1000 tønnene fra Alsen Portland Cement til kr 8,21 eller alternativt Quistorp portlandcement til kr 7,19. Dampskipsdisponenten kan også levere hurtig- eller langsomtbindende, eller ferdig pigmentert variant.

Det er før byggestart, allerede i 1890 stor brevtveksling som gjelder egenskaper på sement og det henvises til sement benyttet på Oscarsborg i Oslofjorden (Byggekomiteen).

I dokumentasjonen finnes to svært interessante analyser på sement. Et 20-siders dokument viser til analyser for Pahlude cement, Portland-Cementfabrik u Zieglei, Pahlude (Holstein), som skal leveres og er tidligere levert til Bergen. Fabrikken produserte sement fra 1878, og analysene er utført etter en vedlagt norm «*Normen für einheitliche Lieferung und prüfung von Portland-Cement*», og det var analyselaboratorier både i København og i Berlin som fulgte disse standardene. Dokumentet har håndtegnet kommentar «se side 34»- så da er det naturlig å se hva som står ... Stadskonduktør F. Hansen i Bergen bekrefter at Pahlude har blitt brukt i til bygging av vannreservoaret i 1881-1882 i 1:2 blanding (Byggekomiteen, 1892).

Dokumentasjonen for sement fra Pahlude, Glamwerke Portland Cementfabrik, Hamburg og tilsvarende fra Lossius Stettiner Portland Cement, viser egenskaper som er av betydning for vurderinger av nåtidige erstatningsprodukter. Disse store forskjellene i egenskaper ved sementen viser at dagens kommersielle sement ikke er egnet. Sementen var både grov og hadde lav styrke som følge av både grovheten

Marke	Hückstand auf Sieben von 900 / 5000 Maschen	Zugfestigkeit in 28 Tagen 1 Cement 3 Sand
Pahlude	4	24
Bredow	6	36
Alsen	10	35
Quistorp	14	27

Figur 14, Faksimile. Sammenligning av ulike sementtyper tilgjengelig i 1886. Pahlude Portland Cement, Buchdruckerein Julius Klinkhardt in Leipzig (1886). Journal 4718. Fra Byarkivet i Bergen.

og av de kjemiske egenskapene. Kvaliteten var også varierende innenfor hver prøveserie. Grovheten viser at mye av sementen fungerer som tilslag og den oppnådde fasthet på mørtlene er derfor lav.

- SIKTEREST PÅ 5000 MASKER PR CM² (TILSVARENDE KORNSTØRRELSE 0,2MM): SNITT 29,4 %
- TRYKKFASTHET I 1:3 BLANDING MED SAND ETTER 7 DAGER: 15,2 KG/CM² (TILSVARENDE 1,5 MPA) OG ETTER 28 DAGER 20,8 KG/CM² (TILSVARENDE 2,1 MPA).
- STYRKE PÅ REN SEMENT ETTER 7 DAGER CA. 40 KG/CM² (4MPa) OG 49 KG/M² (4,9 MPA). TIL SAMMENLIGNING HAR STANDARD PORTLANDSEMENT I DAG I SAMME BLANDINGSFORHOLD TILSVARENDE STYRKE PÅ 42 MPA OG 55 MPA.

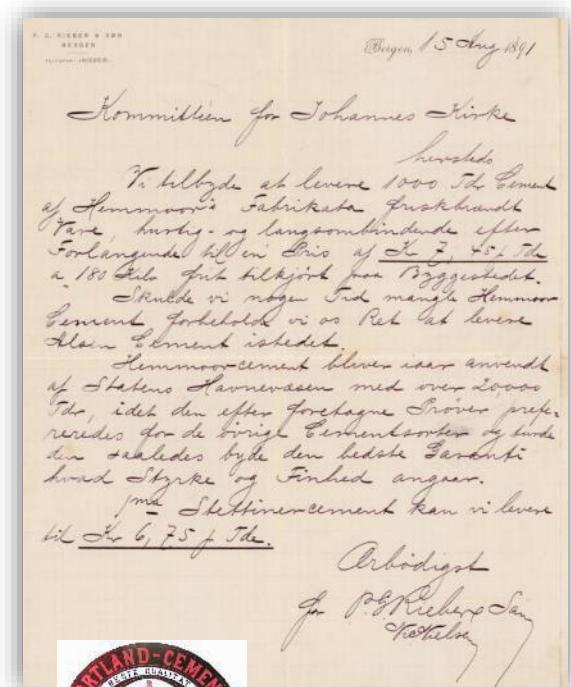
Mørtelen i testene ble blandet i 1 vektdel sement og 3 vektdeler normalsand. Ettersom sementen har blitt blandet med kalk i mørtlene brukt i Johanneskirken, vil den endelige styrken være lavere enn det analyserte og deklarererte. Tilsvarende styrkeegenskaper som oppgitt i den originale dokumentasjonen i samme blandingsforhold finner vi i dag i de svake til middels sterke hydrauliske kalkmørtler, for eksempel NHL 2 og NHL 3,5 mørtler (KKh 50/50 og KKh 35/65.

I byggesaksdokumentene ligger det oversikt fra Rieber hvor det er totalt levert og betalt for 754 tønner sement a kr 6,25 inkl. frakt totalt kr 7.45. Leveransene starter i oktober 1891, med totalt 250 tønner levert i 1891 og resten i 1892. Det er dokumenter på at det leveres sement fra Hemmoor, Nederland, en fabrikk som åpnet i 1882. Underveis er det litt leveranseproblemer fra Europa, men Rieber kan også levere sement fra Johnson Cement, Lünebürger og Alsen.

Mengden med tilbud og dokumentasjon viser at tilgangen var stor. Det er allikevel ikke funnet dokumentasjon på hvor Lehmann kjøpte kalken som skulle benyttes, antatt i like store mengder som sement i 1:1 volumforhold. I arkitektkonkurransen er det beskrevet bruk av stenkalk til 1/3 av prisen av sement. Det er antatt at det er P.G Rieber & Søn som leverer dette fra sitt eget kalkbrenneri som ligger da på Nygård. Rieber hentet kalk fra Huglo, Mosterøy og fra Skaftå. Dette var både kilder til naturstein og som råstoff til brenning (Gjesdal, 1984) Kalksteinen fra kildene er metamorf/krystallinsk.

2.3.6. SKIFERAVDEKNINGER OG -TAK

Det ble i konkurranseunderlaget beskrevet at skifer til takteking og til avdekninger skulle være Valdreskifer. Backer beskrev i sitt underlag at skiferen skulle være skotsk eller engelsk, og den også skulle benyttes til avdekninger og strebepilarenes skifertekking.



Figur 15, Faksimile med bekreftelse at sement blir levert fra Hemmoor

Skifer til tak og avdekninger var en egen anbudsprosess. Dokumentasjon fra oktober 1893 beskriver leveranse av kalksteinsplater av belgisk opprinnelse (levert av Rieber & Søn), og følgelig verken fra Valdres eller fra England. Disse platene omtales også som belgisk granitt og er 2 cm tykke. Underveis er det noen leveranse problemer ettersom platene skulle leveres på mål og dette fantes ikke.

Senere dokumentasjon, (Bergens tidende, 1934) viser at denne skiferen var av svært dårlig kvalitet og gikk i oppløsning. Hele taket og trolig store deler av skiferavdekningene ble da byttet ut sommeren 1934 med Vosseskifer. Som skaderegistrering og gjennomgang av rehabiliteringsoversikten viser, så kan disse ha blitt byttet ut på et tidlig tidspunkt pga. manglende frostbestandighet. Prosjektgruppen har derfor laget en opptegnelse av alle avdekninger på kirken som viser de ulike materialene som er brukt. Det er også vurdert om enkelte skiferplater er erstattet med støpte betongplater, eller også vært der originalt.

2.4. BYGGEFASEN

Nedlegging av grunnstein til Johanneskirken ble utført 27.1.1891. En plate og noen mynter legges i en kasse som deretter mures inn i grunnmuren. Med Biskopens velsignelse kan kirken begynne å ta form over bakken. I juli samme år er fundamenteringen klar.

Underveis i byggearbeidene ble det gjort flere endringer, både heving av kvalitet – og dermed også kostnader, på materialer på grunn av kirkens værharde beliggenhet eller endring i preferanser. Det ble blant annet benyttet langt mere sement enn vanlig (Gillow, 2000). Gillow forteller at arbeidene den første vinteren i 1891 ble utsatt pga. streng kulde og først gjenopptatt i februar 1892. Også i 1893 meldes det om svært dårlig vær som førte til forsinkelser. Det er ikke gjort detaljerte undersøkelser av værforhold i Bergen, men dette er tilgjengelig i Bergen Byarkiv.

Fra februar 1893 utformes interiøret og Backer anbefaler at det benyttes en frescoteknikk framfor sgraffitto som foreslått av komiteen. Han beskriver følgende: *«Freskomaleriets maner farve på fuktig puss. Denne behandlingsmaade giver et ganske annerledes blødt, rigt kunstfærdig Ornament end det tarvelige Sgraffitto med sin urene kontur»*. Gillow antar at det ble benyttet Frescomalerier da det ble innhentet tilbud fra dekorasjonsmalere. Senere diskusjoner viser at det på innsiden ble benyttet kalkfarger fremfor såkalt Muresco¹. Bak salmetavlene er det funnet upigmentert puss i relieff, og trolig er det benyttet kalkfarge på de opphøyde partiene som er en rimeligere enn Sgraffitto. Backer fikk da trolig ikke frescodekorasjoner, men endte opp med en variant av sgraffitto og kalkmalt overflate.

I dokumentasjon januar 1894, påpeker Murmester Lehmann at det må tilføres kunstig varme og belysning, og at han ikke ta på seg *«noget andsvar for pudsarbeider påført i denne aarstid»*. Andre opptegninger om dårlig vær underveis blir også kommentert av Gillow (2000).

¹ Muresco er et malingsprodukt introdusert i 1892 av Benjamin Moore i USA. Dette ble den mestselgende limfarge maling på tidlig 1900-tall. Den kom som tørt produkt og kunne pigmenteres i alle farger. Trolig blir Muresco i denne sammenheng brukt som tilsvarende limfarge. Muresco er i dag et stort varemerke i USA. Kilde: <https://www.benjaminmoore.com/en-us/benjamin-moore-co-archives/early-archives>



Bilde 14, En illusjon av Sgraffitto. Bak altertavlen vises umalt dekor i relieff. De lavtliggende feltene har blitt malt med kalkmaling etter montering av nummertavlene.



Bilde 15, Antatt fra senhøst 1893 eller vinter 1894 etter ferdigstilling av murverk og før innsetting av blyglassvinduene. Legg merke til saltutfelling og skader i pussfelt og tilløp til saltutfelling i murverket (røde markeringer). Vinduet over porten er ikke installert og det er grunn til å tro at dette bildet er tatt våren 1894, før innvielse.

Kirkens eksteriør er antatt ferdigstilt i mars/april 1893. Glassmalerier og blymønstret glass bestilles i april 1893 og leveres i september samme år iht. dokumentasjonen i byarkivet.

Allerede før kirken innvies meldes det om innsig av fukt i lydlemmene i tårnet og inn til klokkene. Dette ble ikke utbedret, da alt var bygget etter arkitektens tegninger og komiteen hadde ikke nok erfaring til å si om dette virkelig ville bli et problem. Kirken var altså fra før innvielse dokumentert ikke tett.

Kirken innvies i mars 1894, etter knappe 3 års byggetid- utført i alle årstider.

3. PROBLEMENE OPPSTÅR OG PÅFØLGENDE REHABILITERING

Det har ikke vært mulig å finne all dokumentasjon på alt som er gjort på fasaden. Akasia har gjennomgått tilgjengelig dokumentasjon (Roman, 2022) og (Fagertveit, 2018) og den følgende gjennomgangen er delvis basert på disse undersøkelsene.

Etter gjennomgang av analyser, bilder og egne vurderinger av materialulikheter i fasaden har prosjektgruppen i tillegg sett følgende indikasjoner til rehabilitering på fasaden, som gjør historikken mer komplett:

- Påføring av bindemiddelrik sementmørtel på innsiden av tårnene i perioden 1894-1910
- Utskifting av fuger helt eller stedvis i 2 omganger; 30-tallet og 1990.
- Utskifting av tegl i minst 3 omganger (dokumentert i 1990 og 2015)
- Fuktsikring/ Impregnering i minst 3 omganger helt eller delvis.
- Utskifting av skiferavdekninger og tak 1934. Det skal benyttes Vosseskifer som erstatning i 1934.
- Utskifting av skifer og erstatning med betong i ytterligere minst 2 omganger.
- Påføring av fleksibel sementslemme og plastmaling (1990)
- Innvendig pussing og maling (dokumentert i 1974, 1990, på 2000-tallet, samt 2022)

3.1. 1934- SKIFEREN PÅ TAK OG AVDEKNINGER SKIFTES UT

Oppslag i Bergens tidsskrifter i januar 1934, viser til at det er bevilget penger til nytt takdekke på Johanneskirken og at det skal benyttes Vosseskifer. Den eksisterende skiferen er så råttent at den kan plukkes i stykker. Morgenavisen skriver i samme år at det har vært stadige utbedringer med ulike upassende materialer, blant annet «*belgisk eller fransk såkalt tavleskifer*», det blir da også utført reparasjon av lekter (Morgenavisen, 1934).

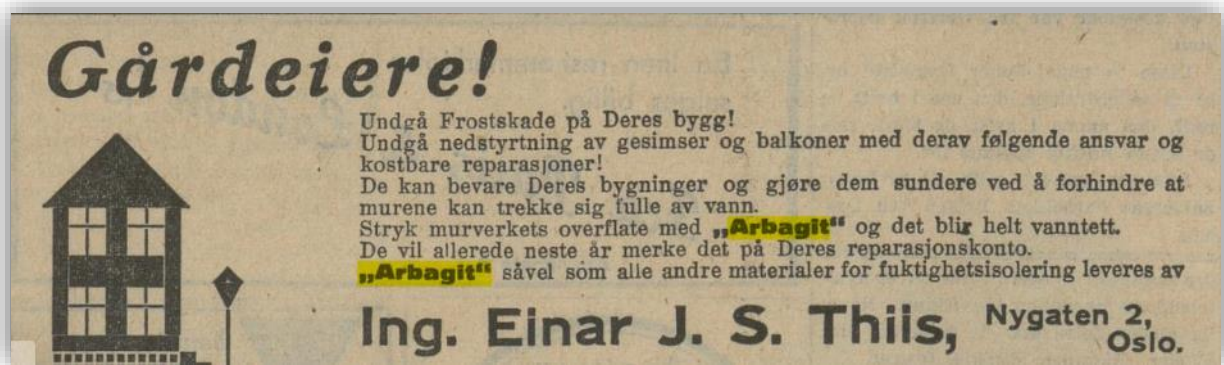
Skiferen var opprinnelig lagt i en kalksement-mørtel og festet med to stk plugger rett ned i murverket. Skiferen er etter hvert skiftet ut med annen skifer og stedvis betong i 2 omganger, hvorav den første omgangen identifiseres med avrundet framkant- muligens allerede før hovedutsiftingen i 1934. Skiferen har opprinnelig vært murt inn i murverket, og ved rehabilitering har ny skifer kun lagt inntil fasaden. Skader i murverket over avdekningene viser at all skifer er byttet ut. Det er ikke funnet rester av den opprinnelige kalksteinskiferen.

3.2. 1938- KIRKEN IMPREGNERES FØRSTE GANG

Det er tydelig at kirken tidlig har utfordringer med fuktinntrengning som og mest sannsynlig saltutblomstringer. Etter at kirken ble påført et sjikt med sterk sementmørtel på innsiden av tårnet, ble det senere forsøkt med utvendig fuktsikring. Det ble brukt to ulike varianter. Et produkt, Ofaliin.B blir benyttet på syd og østside, og Arbagit ble påført på nord og vestside. Impregneringen ble utført av Malerforretning Henrik Holm. Før påføring ble det satt prøver utført av Ingeniør Eilif Graff.

Litteratursøk om disse produktene viser at leverandørene selv var måteholdne i sin beskrivelse av hva man kunne forvente seg og hadde forsiktighetsregler for bruk av produktene. Eilif Graf uttaler allerede i 1936 at man må sørge for å ikke forhindre steinens «åndedrett». Både Arbagit og Ofaliin.B ble også forhandlet av Ing. Trygve E. Hansen og Ing. Einar J.S. Thiis. Begge produktene ble hyppig brukt og reklamert for i avisene: «Stryk murverkets overflate med Arbagit og det blir helt vanntett...» (Dagbladet, 1932). Argumentasjonen viser at huseiere også i 1932 var opptatt av å fuktsikre sine overflater, og at dette kunne medføre mindre reparasjoner av fasader.

Produktdokumentasjon fra påføringstidspunkt er ikke funnet, men i Eilif Graf sin store produktkatalog fra 1942, henvises det til at Arbagit er et vokspreparat oppløst i en væske. Graf viser til Johanneskirken som en referanse. Produktet ble anbefalt av leverandøren til nye og eldre spekkmurte bygg og puss. Denne skulle påføres på absolutt tørre og varme flater, dersom den ikke trenger godt inn i porenes vil denne sitte igjen på muren som en gråhvit hinne. Større sprekker i muren kunne tettes med Arbagit-kitt i murens farge. Graf gir videre advarsel om at man aldri må behandle begge sider av muren samtidige da man kan sperre inne bygningsvannet som ikke kan unnvike. Forbruket er 0,2-0,25 kg/m² pr strøk og ble alltid påført i 2 strøk. (Graf, 1942) I 1939 ble kirkens kor behandlet med Ofaliin.B



Bilde 16, Faksimile fra Dagbladet 9.7.1932 (Dagbladet, 1932)

3.3. 1954, UTREDNING OM NY IMPREGNERING

Det utredes på ny om kirken trenger ny overflatebehandling i 1954. Det ble etter prøver og anbefalinger av Dr.Ing Ths. Svanøe, Kjemisk Teknisk Konsulent, vurdert impregneringsmiddelet «Mineralitt» levert av Oslo mørtelverk. Mineralitt var en serie ulike produkter, og det ble levert både støp, puss, maling og impregnering, og produktserien ble mye brukt blant annet, Bergen.

Utredningene førte til impregnering av kirkens fasade eller muligens bare tårn i 1957. Det ble da anbefalt på ny Ofaliin.B samt Arbagit og dette blir mest sannsynlig igjen utført av Malerforretning Henrik Holm.

Det er usikkert om hvilke andre utbedringer som ble utført gjort i disse gjentatte diskusjonene om hvordan de kunne holde vannet ute. Det er grunn til å tro at noe ødelagt tegl ble skiftet ut- ettersom erstatningstegl var tilgjengelig i kirkens kjeller.

3.4. 1981- LEKKASJER MED SKADER PÅ INNVENDIG PUSS

I 1981 sendes det brev fra Riksantikvaren (Riksantikvaren, 1981) til Johanneskirkenes menighetsråd med en gjennomgang av vedlikeholdsbehov. Det henvises spesielt til bekymring som gjelder taklekkasjer og andre lekkasjer med påfølgende pussavskalling innvendig, spesielt i sgraffito-dekoren (kvadratiske felt med liljer i lavt relieff). Enkelte partier av den opprinnelige veggdekoren er i oppløsning. Riksantikvaren har laget et internt notat om skadene, undertegnet Lars Roede. Dokumentasjon på videre oppfølging er ikke funnet.

3.5. 1990- HOVEDRESTAURERING AV KIRKEN TIL 100 ÅRS JUBILEET.

Det ble gjennomført en omfattende reovering av kirkens fasader i forbindelse med kirkenes 100 års jubileum i 1994. Arbeidet bestod av stedvis utskifting av tegl, en antatt begrenset utkrafing, og re-pekking av tegl med klinkerfug for keramiske fliser. Det ble etterfulgt av en impregnering med Conservado 30 fra Sika. En del tegl i kirkens fasader ble skiftet i denne rehabiliteringen, og da først og fremst på kirkens tårn. Sålbenker og avdekninger av betong i hovedtårnet ble behandlet med en sementslemme og påført en fleksibel membran/maling som fuktsikring. Innvendig ble våpenhus og trappehus rehabilitert med ny puss og maling. Rehabiliteringen ble utført i regi av Bergen Kommune i samarbeide med forskjellige murmestere.

I referat fra byggemøte 5.11.15 opplyses det at det er avklart behov for rivning av murverk på strebepillar. Murarbeider foregikk sent på året og teglstein ble levert på byggeplass sammen med pigmentert NHL 3,5 mørtel. Det ble besluttet videre at det skulle etableres et «dren-system» over overganger/trappinger på fasade. Drenssystem består av åpen stussfuge på 2.skift over hver avdekning/trapping, og har til hensikt å føre ut vanninntrengning. Det ble etablert kobberbeslag på trappingene på de nye avdekningene av Hardangerskifer. Dette tolkes som at det legges inn beslag i overgang mellom fasade og skifer for å forhindre fuktinntrengning.

3.6. 2014-2015 NYTT KLOKKESPILL OG STÅLKONSTRUKSJON

Det monteres nytt klokkespill i tårn som gir en tilleggslast på 14 tonn. Dette klokkespillet ble montert i stålkonstruksjon under originale klokker.

Det oppdages en gjennomgående sprekk i en av tårnets streberpilaster mot nordøst i 2014. Skaden ble reparert samtidig som SWECO AS utførte vibrasjonsmålinger i tårn i 2015, uten at det påvises bekymringsverdige vibrasjoner fra klokker. Sprekken har derfor trolig ikke sammenheng med montering av klokkespillet.

3.7. 2015- OMFATTENDE REPARASJONER I UTVENDIG FASADE PÅ TÅRN

Akasia utførte omfattende utbedring av skader på tårnets streberpilaster i sør-øst. Det ble benyttet sortpigmentert NHL 3,5 (fra leverandør St.Astier) med 4 mm korning til muring. Til spekkemørtel benyttes samme blandingsforhold, men den pigmenteres. Bildedokumentasjon viser at det ble utbedret store skader, men med noen begrensinger- blant annet ble ikke alle tegl med bom eller sprekk skiftet ut. Teglstein ble levert av Wienerberger. Ødelagte skifer- og stedvis betongavdekninger ble erstattet med Hardangerskifer. Skiferavdekningene ble lagt inntil murverket og over takoppstikk uten beslag, trolig følges bare tidligere løsning.



Bilde 17, Bilder fra rehabiliteringen i 2015. Tegl sprenges, og større partier plukkes ned.

3.8. UTFØRTE ARBEIDER ETTER 2015

Det er usikkert når sprekker på tårnet ble fylt med reparasjonsmørtel og silikon. Det er ikke klarlagt om dette var arbeider som ikke ble prioritert i 2015, da man da måtte ta det som var absolutt nødvendig, eller om det i sin helhet er utført i etterkant. Det er utført reparasjoner med silikon og reparasjonsmaterialer også etter 2015, da disse overlapper nytt murverk.

I de etterfølgende årene etter 2015 er det foretatt mindre reparasjoner av blant annet inngangsparti i vest. Beslag og overganger mellom tak og korvegg er utført de siste årene, men det er fremdeles fuktinntrengning med saltutsalg bak altertavle. I kafeen ble det utført reparasjoner så sent som i 2022, og med stadig utvikling av salter og skader. Dette viser at det er pågående fuktinntrengning, mest sannsynlig i forbindelse med sålbenker og overgang tak/vegg, samt tetting rundt vinder. Enkelte trappetårn har også utette tak.

Det gjennomføres tilstandsanalyse iht. NS 3424 av Akasia i 2018 med overgripende TG3 for overflater utvendig og innvendig i tårn med estimert restlevetid på 5-10 år, og TG3 for vinduer med estimert restlevetid på 1-5 år.

4. 2023-NY TILSTANDSVURDERING

Det er gjennomført tilstandsvurdering av alle utvendige flater, samt innvendige pussede, murte og pusset/malte overflater. Tilstandsvurderingene er gjort i perioden februar 2023- august 2023, og er utført av Martin Tufvesson fra Akasia As og Camilla Sandem Dhelie fra WSP Norge AS. Carmen Isabel Olsen Roman har bidratt med å overføre skisser og notater til scan og fasadetegninger. I Vedlegg 1 (Roman, Johanneskirken, Bergen. Registreringsarbeid 2023, 2023) ligger alle fasadesnitt med tilhørende bilder og oversikt over de ulike typene med avdekninger. Figur 16 viser oppriss av kirken og oversikt over benevnelse på fasadene og plassering av tårn. Vedleggene viser i detalj omfanget av skader og type. Alle skader er forsøkt registrert og har et tilhørende nummerert bilde som ligger i prosjekthotellet.

Tilstandsvurderingen har hatt som mål å avdekke omfang av skader, mulige årsaker, sammenhenger og vurdere tiltak etter hvert som kompetansen om murverket har vokst. Vurderingene er gjort fra lift, og det er i første omgang kun utført en nivå 2 undersøkelse med visuell kontroll, bruk av hammer for å identifisere bom, nedplukk av løse biter, og til slutt prøvetaking. Det er gjennomført enkle undersøkelser av fukt med fuktindikator (Protimeter Aquant 2 Fuktsøker).

Det er tatt 21 ulike materialprøver i 2 omganger som er sendt til analyse hos Seir Materialanalyse se rapport R200608 og R230805 fra Seir. Hensikten er å forstå skademekanismer forårsaket av fukt, salt og finne egnede erstatningsmørtler.

rom). Mens tårnet har blitt murt massivt i opptil 3 meters tykkelser, har skipet og koret kun 67 cm veggtykkelse og bedre muligheter for gunstig fukttransport. Skader i disse områdene er derfor mest relatert til utette, mangelfulle beslag og avdekninger.

Fasadene har et melkeaktig slør forårsaket av de mange omgangene med påføring av fuktsikring og impregnering. Det er i tillegg spor etter vinkelsliper etter forsøk på å fjerne søl fra påføring av sementslemme på betongavdekninger.

En murkonstruksjon er ikke slagregntett og må derfor konstrueres slik at fukt kan dampdiffundere eller kapillært suges ut av fasaden ved hjelp av sol, vind eller temperatur. Effekten av tette sementfuger og impregnering er tydelig i smelteperioden i februar-mars. Vann pipler gjennom riss i teglstein forårsaket av de spenninger som oppstår i et gjennomvått murverk med en svært liten, men allikevel merkbar volumutvidelse. I en åpen mørtelfuge og iht. til teori, skal fukt kunne kapillært unnslippe gjennom fuger. Spekkemørtelens sammensetning og påførte impregnering har medført at fukten sperres inne og enkleste vei ut av fasaden er gjennom mikroriss i tegl eller i partier med reparasjonsmørtler som ikke er impregnert. Det er vår teori at skadene hadde vært enda større med utvasking av mørtel bak sementfugene, dersom Johanneskirken hadde vært murt i kalkmørtel og spekket med sementmørtel slik som de fleste andre samtidige kirker.



Bilde 19, Fukt som strømmet ut i solsteken i februar i fugene



Bilde 20, fuktige fuger (det har ikke regnet). Antatt smeltevann fra is inne i murverket



Bilde 21, Kalkutfellinger via et riss i fasadeteglen. Det renner vann gjennom teglen og ikke i fugen.



Bilde 22, Saltutfellinger i pussede fordypninger



Bilde 23, Frostskadet glasert tegl



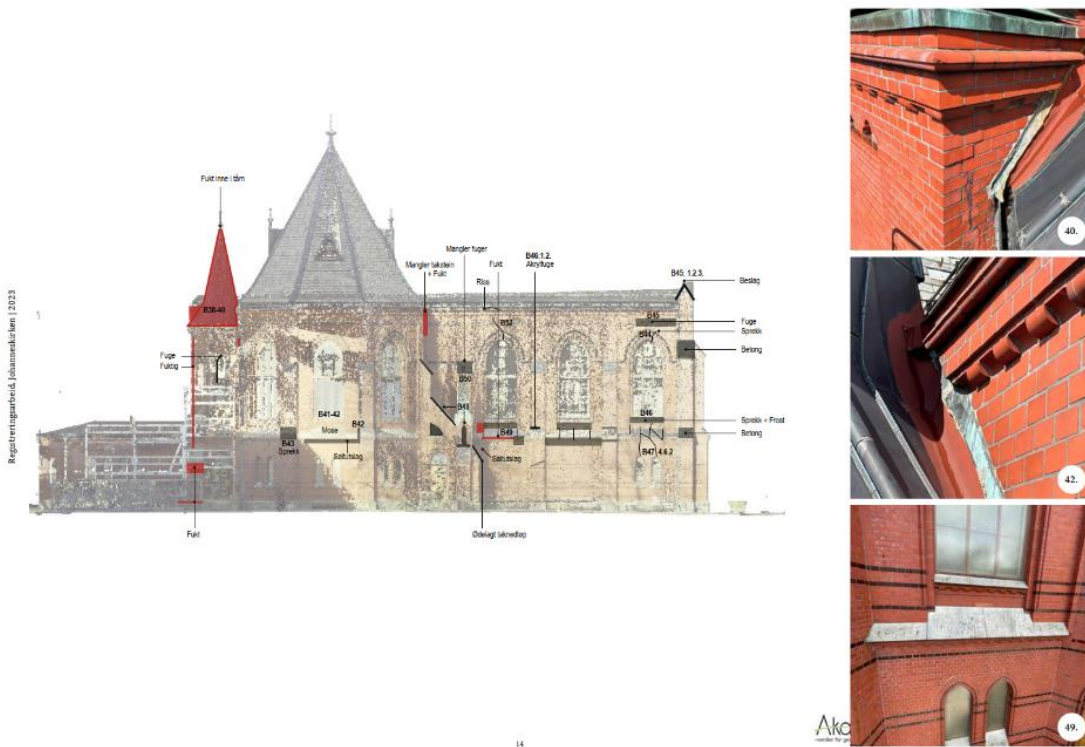
Bilde 24, Vertikale sprekker med akutte utbedringer



Bilde 25, Typisk skadebilde på tårn mot sørøst. Den hardbrente teglen har originale mikrosprekker. Vann trenger inn og fryser i stykker teglet. Sprekker har blitt forsøkt tettet med akrylmasse. All skadet tegl må skiftes og det er antatt store skader i dybden



Figur 17, Fra vedlegg 1, Detaljert studie fra tilstandsvurderingen. Bilder og nummerering på tegning samt noe utfyllende tekst. Illustrasjonen vil være et godt verktøy for framtidig tilstandsvurdering samt detaljprosjektering. Se vedlegg Tilstandsregistreringen for detaljer.



Figur 18, tilsvarende som over fasade øst. Fargekoder viser ulike typer skader. Se vedlegg Tilstandsregistreringen for detaljer.

4.2. SKIFER OG BETONGAVDEKNINGER

Det er anslått 300 løpemeter meter avdekninger. Dette innbefatter vindussålbenker, takutstikk, avdekninger på strebere, pilastre og gesimstrekninger. Det er i hovedsak tre ulike varianter: Kobber, skifer og betong. Felles for disse er at det er manglende eller ufullstendig fuktsikring i innfesting og i skjøter som medfører at vannet blir trukket inn i murkonstruksjonen.

Det er identifisert minst to ulike skifertyper (Vosseskifer og Hardangerskifer) med minst 3 ulike varianter av innfesting. Det er kun skifer som er montert i 2015 som har stedvis fuktsikring i overkant av kobber som beslag mellom skifer og tegl. Antall varianter av materialer og innfestningsanordninger tyder på en jevnt pågående problematikk og utbedringsbehov. Det er ikke funnet rester av den opprinnelige kalksteinskiferen.

Det er identifisert minst to ulike betongavdekninger. Disse kan skilles ved at den antatt eldste varianten, muligens fra slutten av 1800-tallet, har en avrundet forkant. Både skifer og betong har stedvis et belegg av sementslemme og organisk maling. En nærmere beskrivelse av disse avdekningene er gitt i kapittel 5.3.2.

Det er ulike typer skader på selve avdekningene, men i hovedsak er innfesting av disse en antatt hovedårsak til kirkens fuktproblematikk. De fleste overganger mellom avdekninger og sålbenker, mot murlivet/fasaden, har mistet sin funksjon som fuktsikring. Fuktens eneste mulighet for å fordrives når den først har kommet inn i murkonstruksjonen gjennom eller i denne tilslutningen, er å renne i underkant og i den porøse betongen som skiferen er festet i. Dette gir utvasking av kalk og salter fra murverket og betongen, fuktakkumulering og dertil påfølgende frostskafer. Spesielt avdekninger på hjørner og på småtak med helt manglende fuktsikker fuge gir opphav til store skader i murverket. Skader i forbindelse med de støpte avdekningene viser at betongen har enten forverret eller forårsaket skader. I underkant av avdekninger er det kraftige saltutfellinger.



Bilde 26, Manglende fuktsikring i skjøter. Dette taket er lagt på ny i 1990 og er lagt i betong/skiferlim og plagget. Pluggene er ikke fukttettet.



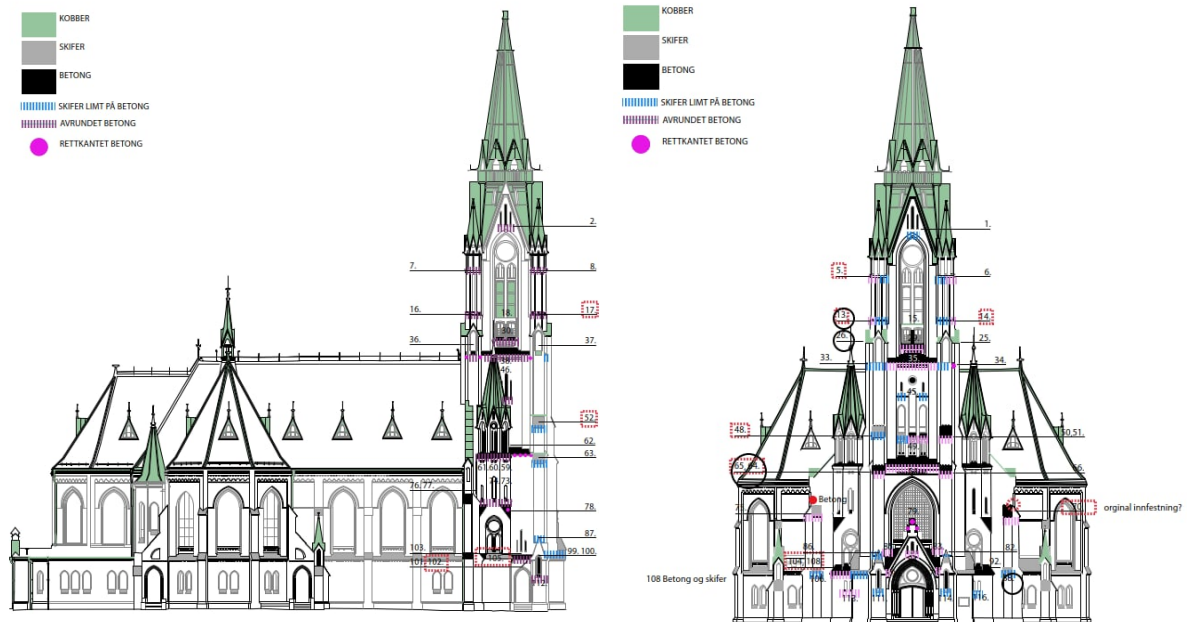
Bilde 27, Støpt betong over våpenhus



Bilde 28, Organisk maling uten heft



Bilde 29, malingen har sprekker og holder på fukt framfor å beskytte den porøse betongen under.



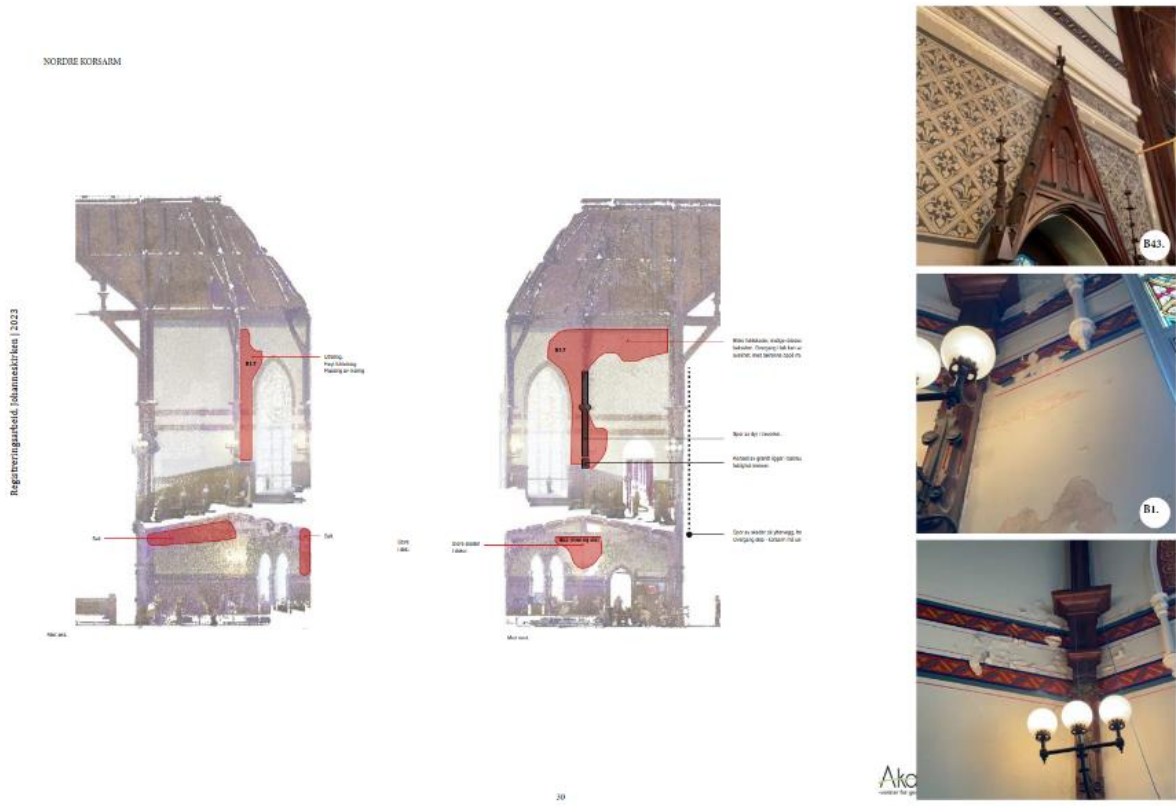
Figur 19, Fasade sør-øst og nord-øst. Det er ikke system i de avdekingene som er erstattet med betong. De er plassert på tårn. Avdekinger på skip er fortrinnsvis i skifer. Komplette oversikt ligger i vedlegg Tilstandsregistreringen, 2023, ss. 46-60

4.3. GENERELT OM INTERIØR

Tilstandsvurderingen avdekker store skader innvendig som følge av utette fasader og inntrengning av vann i avdekninger. Fuktinntrengning gir opphav til enorme mengder med saltutfellinger spesielt på øst, sør og sør-østlige innervegger, samt i de høyereliggende delene av tårnet mot vest. Men det er også saltutfellinger på nordre og vestre lavereliggende sidene av kirken om enn i mindre omfang. Synlige fuktmønstre i innvendig puss i tårnet viser tydelig et konstant høyt fuktnivå og utfelling av salter også inne i pussene uten at det har medført sprenging. De er tydelig sammenheng mellom avdekninger på utside og saltutfellinger på innside, samt mosegrodd utside pga. ødelagte taknedløp og saltutfellinger på innside. Konsekvensene av saltutfellingene er store bla. med neddryss på orgel, i skap og sprengning av pussede og malte flater i skipet. Fuktinntrengning sammen med den tekniske løsningen av konstruksjonen hvor trebjelker er innmurt uten fuksikring medfører råtnende treverk og oppblomstring av sopplegemer. Salt er hygroskopisk og holder på fuktigheten rundt vinduer og medfører nedbrytning av vindusomramminger. Fuktinntrengning via utette tak i småtårn/tårntrapper medfører malingsflassing og nedbrytning av puss.



Figur 20, Interiør tårn- øst (nordøst)- Se vedlegg Tilstandsregistreringen, 2023, side 22



Figur 21, Fukt Interiør, fra søndre korsarm. Saltutfellinginger med påfølgende malingsavflissing. Skadene opptrer ofte i hjørner. Under galleri er det i forbindelse med (nedenfor) utvendig horisontal avdekning. Se Tilstandsregistreringen, 2023, side 32



Figur 22, Fukt interiør. saltutfellinginger over orgel i skip og i loftskonstruksjon. Råteskader på takbjelker hvor tre møter mur. Se Tilstandsregistreringen, 2023, side 44



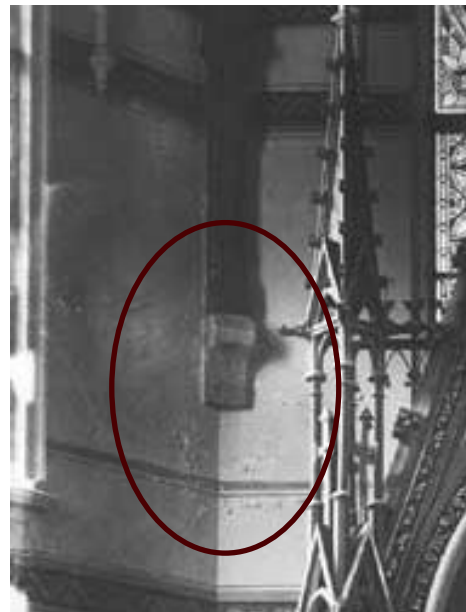
Figur 23, Salt ($\text{NaSO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$) sprenger gjennom murverket, gjennom puss og slipper ikke gjennom tett maling.



Figur 24, Tydelige saltutfellinger i underkant av vinduer i trappetårn.



Figur 25, Saltutfellinger bak alter. Beslag utenfor i overgang tak/vegg er nylig utbedret.



Figur 26, Utsnitt fra bilde fra samme område som Figur 25 (Bergen Byarkiv, 1932). Legg merke til skadene i rød markering



Figur 27, Fullt fuktutslag i pusset vegg inne i tårn. Pusset er antatt påført mellom 1894 og 1910.



Figur 28, Original kostrappet overflate i nordvestre sidetårn til hovedtårnet. Pusset er sliten men det er ikke saltutfellingene.

4.4. UTVALGTE SKADETYPER

4.4.1. SKADER I MURVERK

Det er hovedsakelig skader i tårnet, spesielt i sørøstlig retning. Men skader opptrer også i andre himmelretninger. Det er vertikale sprekker som følger spesielt sprang og hjørner i murverket, hvor den ytterste delen av teglet har blitt sprengt i stykker pga. frost. Vann har trengt inn i murverket og fylt opp hulrommene i teglet. Uten mulighet til å tørke ut pga. impregnering og tett sementfuge har vannet fryst og sprengt i stykker teglen. Riss i tegl har også opphav i de spenninger som oppstår i murverket når det blir fullstendig nedfuktet, og i de volumene og trykket som pga. den massive tyngden hver enkelt stein blir utsatt for.

Tidligere rehabiliteringer har vært begrenset. Sprekkene har blitt utbedret og tegl har blitt erstattet, men utbedringen har ikke vært vellykket og sprekken har kommet tilbake. De nye sprekken er også delvis blitt tettet med akrylmasse og ekspanderende mørtel. Hvor omfattende skadene er lenger inn i murverket er ikke kartlagt i denne delen av prosjektet. Det er antatt fuktrelaterte skader også lenger inn i murverket (bakmur) tatt i betraktning de store utslagene på fukt på innsiden selv der hvor det er stor tykkelse.

Det er registrert omfattende dyp bom i store deler av de skadde områdene. Fasadepartier og hjørner har redusert forbindelse i dybde grunnet indre og ytre sprekkdannelser i forbandet ca. 6 cm inn og rundt hjørner. Grunnere bomskader viser seg tydeligere i fasaden, der den gir lagvis deformering av forblendings steinen og murskaller (ca. 2 cm tykke) sprenges av. Det er omfattende sprekke og riss dannelse både vertikalt og horisontalt som tyder på at disse følger minste tverrsnitt i hull stein.

Det er betraktelig mindre skader på fasade på skip og kor. Dette kan ha sammenheng med at veggene her er 2 ¼ tykkelse som gir bedre forutsetninger for uttørking, og fordi det er rom som er oppvarmet og i bruk. Det er mest skader (også innvendig) i deler av kirken som står kaldt og har massiv murtykkelse og har stor slagregnsbelastning.



Bilde 30, Sprekk 5 cm fra ytterkant av tegl (Akasia, 2015)

Bilde 31 (t.v.). Rød ring viser sprekk i tegl mellom hullene og ca. 6 cm inn i teglen.



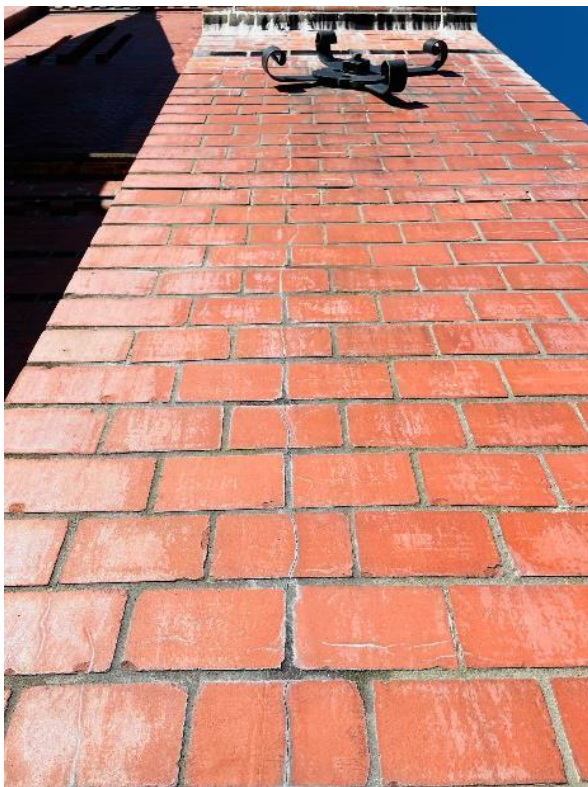
Bilde 32, Frostsprengt tegl



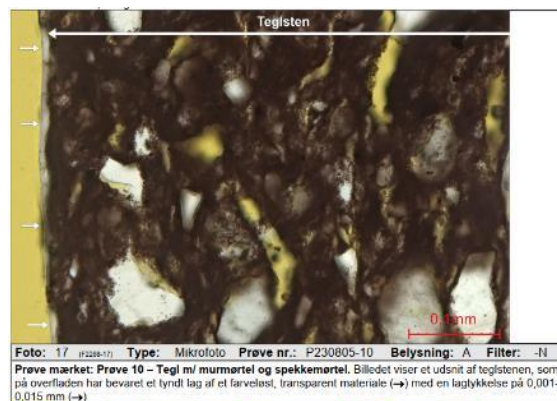
Bilde 33, Frostsprengt glasert tegl og sprekker

4.4.2. SKADER PGA. FUKTSIKRING OG IMPREGNERING

Det er skrevet om konsekvensene av fuktsikring og impregnering kapittel 5.3.1. *Fuktsikring* vil kun legge seg som et belegg utenpå og vil fungere som en «utett regnfrakk» i et murverk som har riss og sprekker. En *impregnering* trenger inn i murverket og vil i tillegg til å fungere som en regnfrakk også påvirke det kapillære suget i det ytterste sjiktet i fasaden. Men fukt vil alltid finne vei inn i murverket gjennom små riss og utettheter som er for store til å tettes av impregneringen. Fordi løsningen forhindrer kapillærsug både inn i og ut av fasaden, vil det også si at fukt ikke kan unnsnippe. Selv om det er mange riss og sprekker er det ikke mange nok til å forhindre akkumulering av fukt innenfor impregneringen. Som analysene senere viser, er det et sjikt av fuktsikring imellom to spekkemørtler som i tillegg forhindrer uttørking. Det er vår teori at konsekvensene av denne fuktsikringen trolig hadde vært enda mer ødeleggende dersom det hadde vært et murverk av kalkmørtel med fuger av sement, slik som vi ser på mange andre sammenlignbare konstruksjoner. De mange omgangene med overflatebehandling gir i tillegg et estetisk skjemmende utseende



Bilde 34, Impregnert overflate. Kirken er helt eller delvis fuktsikret og impregnert 3 ganger. De to første gangene med et vokspreparat Ofaliin.B og Arbagit (1938 og 1954), og med ... til 100-års rehabiliteringen i 1994. Overflaten fremstår nå stedvis som melkehvit og trolig med begrenset effekt. Den siste omgangen med impregnering har trolig ikke trengt inn i tegl ettersom vokspreparatene ligger som en hinne utenpå. Det er kun funnet rester av Ofaliin.B i analysene fra Seir. Det utføres et eget prosjekt med avrensing. Legg merke til den vertikale sprekken som går annenhver gang mellom tegl og fuge. Sprekken følger trolig den ene «veggen» til hullet i teglen bak.



4.4.3. SKADER PGA. SALT- OG KALKUTFELLINGER

Selv om salt og kalkutfellinger er en konsekvens av fuktinntrengning, så forårsaker saltene i seg selv en skademekanisme etter hvert som det blir store mengder av den. Som beskrevet under skadeårsaker i kapittel 5.4.2, vil visse typer av salt ha stor sprengkraft og sprengte i stykker tegl og puss om de ikke slipper ut og kan krystallisere i friluft. Selv ved utfelling utenpå puss og tegl, er salt i visse grader skadelig. Salt er hygroskopisk, og utfelte salter vil holde på fukt som igjen vil gi skader på nærliggende

trekonstruksjoner. Salt vil i tillegg ikke diffundere/slippe ut gjennom tett malings og bidra til malingsavflassing. Salt vil også, når det blir store nok mengder, drysse ned på interiør og mulig skade orgel, mekanikk og annet interiør. Kalkutfellinger, som vist i Bilde 35, vil ikke sprenges på samme måte, men er skjemmende og et tegn på store fuktmengder. Kalkutfellinger (også kalt limerun) er vanlig i nymurt murverk som utsettes for fukt. Dette er utfelling av overskuddskalk fra mørtel.



Bilde 35, Kalkutfellinger fra betongstøp (Akasia, 2015)



Bilde 36, Saltutfelling fra kafe 8himmelretning sør-søt). Utbedringer ble gjort i 2022 og det er på ny saltutfellinger og malingsavflassing



Figur 29 Massive og sterkt krystalliserte saltutfellinger på utsiden av kirken i ornamenter. Saltene penetrerer gjennom de mer kapillærsugende fugene og i pussen. Sementslørret på teglflatene kan indikere at det å forhindre vann utenfra vil gi en positiv effekt. (Fra tårnets nordøstre fasade)



Figur 30, Saltutfellinger inne i trappetårn på sør-østre side av skipet. Saltene har felt ut på utsiden av den kapillærsugende og dampdiffusjonsåpne malingen. Slike salter kan i prinsippet kostes bort da de ikke har gjort stor skade på pussen. Disse feltene kan være egnet til hampkalk.

4.4.4. SKADER I TREKONSTRUKSJONER

Det ble i 1993 (Riksantikvaren, 1993) registrert angrep av stripet borebille i takkonstruksjon og tårn. Utredninger ble utført av Riksantikvaren, som konkluderte med at det ikke var behov for utskifting av tre eller behandling med kjemikalier.

Både tilstandsanalysen i 2018 og ny tilstandsregistrering i 2023 påpeker store områder med råte i tårnkonstruksjonen. Trekonstruksjoner er murt rett inn i murverket uten noen form for fuktsikring. Ettersom muren til tider er gjennomfuktet vil også treverket oppta store mengder fukt og med tid, råtne. Det er registrert både sopp og rester etter billeangrep som beskrevet over. Råten medfører svekket konstruksjon i tårnhjelm.

Omtrentlig omfang og steder er registrert på tegninger, men det må gjøres ytterligere kartlegginger av behov for utskiftning basert på skadetype og statikk. Prosjektgruppen har ikke gjort tilstandsvurdering av trekonstruksjonene, utover der de er i kontakt med murverket i tårnet. En utbedring av murverket må også innebære reparasjon av alt tilstøtende treverk, samt fuktsikring av konstruksjon der tre møter mur.



Bilde 37, Billeangrep (gammelt?)



Bilde 38, Sopplegema i råttan trebjelke (sørside tårn)

4.5. UTFØRTE MATERIALANALYSER

Det er sendt materialanalyser til Seir Materialanalyser A/S for å bekrefte de opprinnelige beskrivelsene av bindemidler (sement) og for å finne tilpassede erstatningsmaterialer til neste rehabilitering. Det er sendt inn analyser i to (2) omganger, se rapport R200608 og R230805. For utdypende informasjon og metodikk vises det til disse rapportene.

Det er sendt inn prøver for analysering av murmørtler i ulike sjikt i konstruksjonen (fra skip), betongavdekninger fra tårn, innvendig og utvendig puss, spekkemørtel og tegl, totalt 23 prøver. Det begrensede antall prøver gir derfor kun indikasjoner og det kan være avvik. Etersom kirken er bygget innenfor et rimelig kort tidsperiode er det allikevel antatt at prøvene som er tatt er representative for hele kirken. Det er gitt en oppsummering av analysene under. Det er benyttet tynnslipsanalyser med punkttelling for å identifisere mineralfaser og volum % av de ulike bestanddelene. Ved henvisning til blandingsforhold, KC X/Y, er dette tilsvarende dagens mørtler, men med datidens sementegenskaper. Ved valg av rehabiliteringsmørtler må det tas hensyn til at sementen er svært grov og vil fungere som tilslag.

4.5.1. TEGLANALYSER OG IMPREGNERING

På en av prøvene er det identifisert et 0,001-0,015mm tykt transparent overflatelag som karakteriseres som en forsegling/fuktsperre, se Bilde 34 og Bilde 43. Det er ikke observert tegn til at dette laget har trengt inn i teglsteinen eller omkringliggende fugemørtel i noen av de andre prøvene. Det kan tyde på at sjiktet har forvitret og ikke er heldekkende på veggen. Fuktsikringen/impregnering, som ikke er kontinuerlig ligger mellom ulike lag med spekkemørtler. Dette kan tyde på spekkemørtelen ble delvis krafset ut eller har forvitret før de påførte ny.

4 ulike tegl har blitt testet, to stk fra lager i krypt og 2 stk fra veggen. Alle er antatt opprinnelige. Testene viser at det er stor forskjell i både styrke og fuktegenskaper til teglen. De opprinnelige prøvene kan karakteriseres som lavtsugende. Bakmuren har høyere vannabsorpsjon (mer porøs) som forventet av en tradisjonelt håndbanket og brent tegl. Det er ukjent hvilken tegl som ble benyttet i 1990. Som erstatningstegl i 2015 ble det brukt tegl levert av Wienerberger (2015). Verdier for denne er oppgitt av leverandør. Ved sammenligning har den opprinnelige teglen tilsvarende egenskaper som nyproduisert tegl



Bilde 39, Det lekker vann ut gjennom fuger (som forventet), men ikke overalt. Dette kan være impregnerte overflater eller at det ligger fuktsikring i et sjikt mellom flere spekkemørtler

Tabell 2, Analyser utført på tegl fra krypt og fra vegg. Sammenlignet med ny rød forblendingstegl fra Wienerberger. Det tas forbehold om at trykkstyrke er målt med samme metode. Det tas forbehold om trykkfasthet i originale teglprøver da disse ikke samsvarer med opprinnelige analyser eller tilsvarende nyprodusert tegl i 2015

Tegl	Trykkstyrke	Vannabsorpsjon	Minuttsug kg/m ²
Oppgitt fra Ullersdorfer (1885)	17 MPa	4,6-7,1 %	Ikke oppgitt
Forblendingstegl (fra krypt)	68 Mpa	2,5 %	0,1
Forblendingstegl (fra vegg, skadet)	35 MPa	4,5 %	< 0,1
Bakmurstegl, Bø (fra krypt)	55 Mpa	6 %	1,8
Bakmurstegl, Bø (fra vegg)	-	6 %	1,1
Tegl fra 2015, FZ 148 Heide	35 MPa	6 %	0,5-1

4.5.2. MURMØRTLER

Det er analysert 3 ulike prøver fra muren i skipets Sørøstre fasade. Muren er her ca. 67 cm tykk og består av 2 ¾ teglstein med ½ og ¼ forblendingsstein helt ytterst. Det har vært vurdert om det er benyttet ulike mørtel til bakmur og til forblendingsstein i tillegg til egen spekkemørtel, men det er ikke funnet store nok forskjeller til å fastslå dette.

Plassering	Maks kornstr.	Volumforhold bindemiddel/tilslag	Luft	Tilsvarende KC blandingsforhold	Kommentar
Midt i vegg (bakmur)	3 mm	5:4	6 %	KC 50/50/300	Dårlig brent kalk.
Bak forblendingstegl	3 mm	1:1	9 %	KC 50/50/450	Som for bakmursmørtel. Sterkt fuktpåvirket
I forblendingstegl	4 mm	4: 5	7 % 8 %	KC 50/50/250 KC 50/50/350	Sterkt sementholdig. Mørtelen er utlutet for kalk og er omfattende fuktpåvirket

Bilde 40, Sammenligning av murmørtler fra skip (sørøst fasade). Volumforhold, luft og bindemiddelmengde er basert på punkttelling og kan være omtrentlige.

Laboratoriet noterer samtidig følgende egenskaper i rapporten (Seir, 2020): Mørtlene som er brukt er nesten identiske i sammensetning. Kalken er dårlig brent og inneholder korn av underbrent metamorf kalkstein/marmor. Det er omtrent like store mengder kalk som sement. Det er benyttet grov sand, ca. 2,4 mm kornstørrelse av kantete til kantrundende bergartskorn av gneis. Portlandsementen er grovkornet og uensartet, noe som er tidstypisk for slutten av 1800-tallet. Portlandsementens kornstørrelse har vært opp til 0,5 mm og den store kornstørrelsen gjør at sementen rent mørtelteknisk har hatt egenskaper som tilslag, og gir en lavere fasthet enn om den er finkornet. *Ved valg av erstatningsmørtel bør derfor deler av sementen regnes som tilslag.* Dette betyr at det ikke kan benyttes KC 50/50, men at det må benyttes mer kalkrike mørtler som gir tilsvarende egenskaper i styrke, porøsitet og «elastisitet».

Seir finner også at mørtelen er fuktpåvirket et stykke bak forblendingstegl, mer enn 6 cm inn i muren, men ikke 25-30 cm inn i muren. Det er ikke tatt mørtelprøver fra tårn, og dette er derfor ikke representativt for tårnet..

4.5.3. SPEKKEMØRTEL

Spekkemørtel er de ytterste 5-10 mm i murverket og blir normalt påført kort tid etter oppmuring. Spekkemørtelen er normalt pigmentert og gjerne sement- og bindemiddelrike.

Det er analysert 3 prøver som inneholder antatt original spekkemørtel for å fastslå sammensetning, type pigment, antall respekkinger og ev. rester av impregnering eller fuktsperre. For detaljer vises det til Seir rapport R230805, og det gjengis her en oppsummering av de prøvene.

Det er identifisert 3 spekkemørtler totalt. Det første sjiktet (opprinnelig) med spekkemørtel er påført kort tid etter oppmuring. Det er senere påført to sjikt med spekkemørtel utenpå forvitrete overflater. Det er observert kraftig oppfukning av både spekkemørtlene og den underliggende murmørtelen i alle prøvene som er analysert. Vurderingen under er en sammenfatning av de prøvene som er tatt for å forstå rehabiliteringsprosessen.

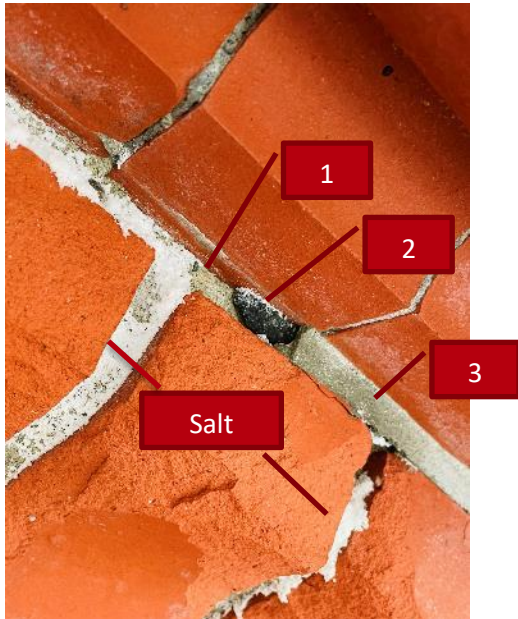
Den originale spekkemørtelen (spekkemørtel nr. 1) består av KC mørtel (1mm korn) med store mengder jernoksid. Denne mørtelen har sement som er karakteristisk for slutten av 1800-tallet og ansees derfor som original fra 1892-94. En annen prøve fra portalen har identifisert den originale spekkemørtelen som en KC 10/90/150 (volumforhold 2:1). Spekkemørtelens tykkelse er anslått til å være inntil 15 mm. Det er vurdert at spekkemørtelen er pigmentert med ca. 3 volum % sort jernoksid. Den originale spekkemørtelen har stått en stund og fått en forvitningsflate og har deretter blitt respektet med en sortpigmentert KC 20/80/200 med svært liten porøsitet. Denne, spekkemørtel nr. 2 har karakteristiske kjennetegn som plasserer den i perioden 1900-1930.

Utenpå spekkemørtel nr. 2 finnes det et 0,07 mm tykt lag med et fargeløst isotropt materialer som kan være en form for fuktisolering/forsegling. Dette passer godt med den første påføring av Ofaliin.B i 1938 og ev. på 50-tallet. En (1) prøve viser at det ikke er observert at dette laget er trengt inn i teglstein eller fugemørtelen- og sjiktet kan derfor ikke karakteriseres som en impregnering.

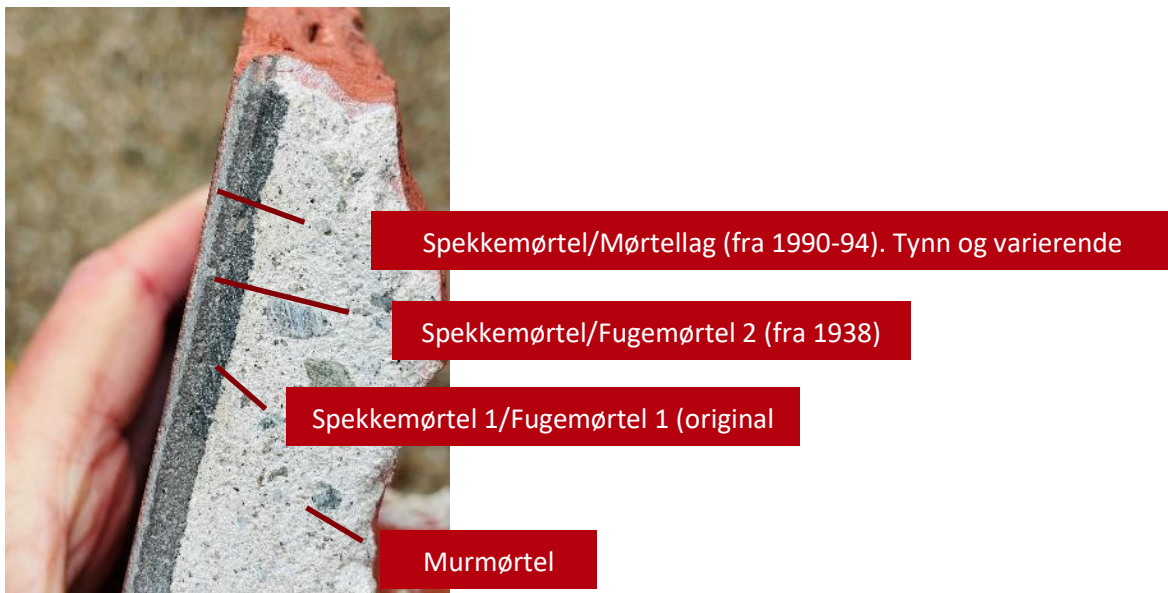
Det ytterste/nyeste sjiktet mot overflaten er grått lag med mørtel. Dette ytterste tynne og svært finkornete mørtellaget er påført en forvitret flate og med sementkorn som er karakteristisk for siste halvdel av 1900-tallet. Rester av ev. impregnering utført etter dette er ikke funnet. Alle mørtelsjikt viser tegn til kraftig oppfukning.

Ut fra dette kan vi anta at det er utført minst tre påføringer av spekkemørtel inklusiv den originale

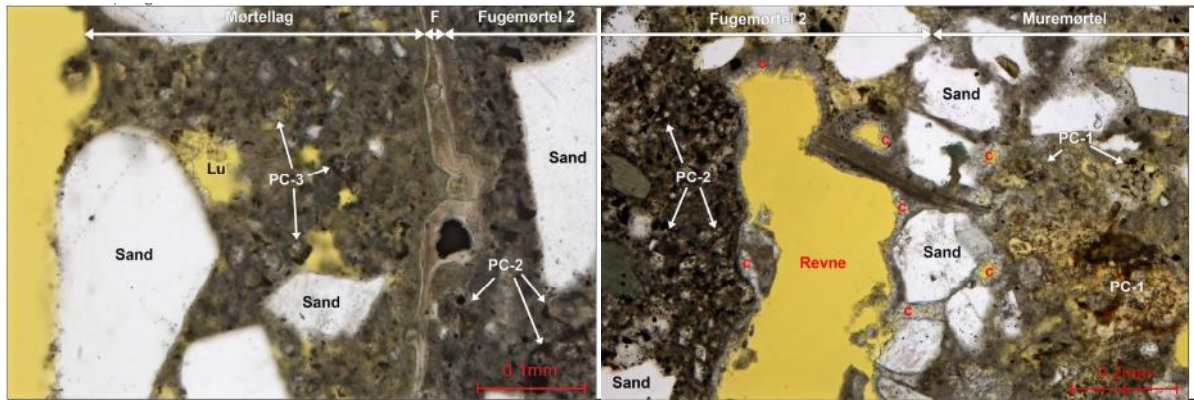
- Original spekkemørtel
- (forvitningsflate)
- Spekkemørtel påført i perioden 1900—1930
- Påføring av Ofaliin.B påført i 1934 og ev 50-tallet
- (forvitningsflate)
- Påføring av tynt og finkornet sementsjikt antatt påført 1990-94



Bilde 41, Fuge fra portal. Hvitt «skum» er saltutfellinger. Grått innerste sjikt (1) er murmørtel, sortpigmentert (2) er original spekkemørtel, det ytterste sjiktet er nyere upigmentert spekkemørtel (3). Bildet til høyre viser saltutfellinger i fuger og på tegl i samme portal.



Bilde 42, Tverrsnitt av mørtelen. Lys grå (Murmørtel) er murmørtel. Sort spekkemørtel (Fugemørtel 1) er den opprinnelige spekkemørtelen- Fugemørtel 2 med PC-2 er antatt fra 1938, og det noe lysere sjikt (Mørtellag) er en utbedring/ny spekkemørtel. Total tykkelsen på spekkemørtelen er 10-15 mm.

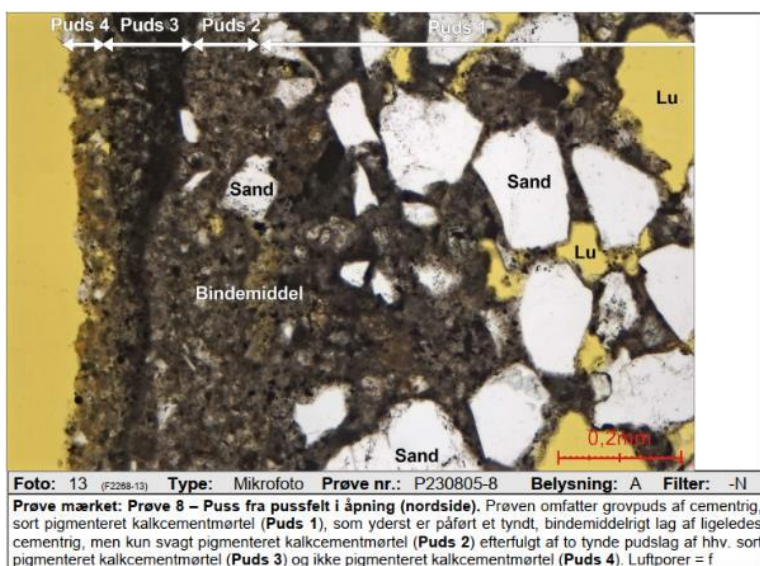


Bilde 43, Tynnslipsbilder av original fuge. Bildet leses fra høyre til venstre (obs! ulik målestokk)- med muremørtel lengst til høyre og overflate/nyeste sjikt lengst til venstre. PC-1 er Portlandsement karakteristisk fra slutten av 1800-tallet og finnes i muremørtelen. «Fugemørtel 2» har sementkorn (PC-2) karakteristisk for perioden 1900-1930, og det ytterste sjiktet- «Mørtellag», har sementkorn karakteristisk for slutten av 1900-tallet. Mellom Fugemørtel 2 og mørtellag finnes et sjikt F bestående av et isotropt ubestemmelig sjikt- antatt Ofaliin. OBS! Denne prøven mangler det originale spekkemørtelen «Fugemørtel 1». Bilde fra Seir Rapport R230805.

4.5.4. SEMENTPUSS I FORDYPNINGER

I alle pussede felt i fasaden er det en sortpigmentert og sementrik puss. Denne er sterkt fukt- og saltpåvirket og i de fleste felt utbedret i flere omganger. Analysene viser minst 4 ulike sjikt. Prøven det henvises til er tatt fra nordside av tårn (Seir, 2023).

Det innerste sjiktet (eldst) består av KC 20/80/250, med noe tilsatt sort jernoksid. Kornstørrelsen er 0-1 mm. De tre første sjiktene er påført rask tid etter hverandre da det ikke er noen synlig forvitringshinne. Total tykkelse på disse sjiktene er 4-9 mm. Sementen i disse sjiktene er karakteristisk for 1900-1930. Det påfølgende pigmenterte finpuss er svært tynt og varierer fra 0,1-0,3 mm og er også et rehabiliteringssjikt. Det ytterste pusssjiktet er påført i senere tid, men er også sortpigmentert.



Bilde 44, Sementpuss fra fordybninger har minst 4 sjikt. Pusslag 1 (eldst) er pigmentert med sort pigment (jernoksid). Pussen er bindemiddelrik, finkornet og består av store mengder sement.

4.5.5. BETONGAVDEKNINGER

Det er registrert betong i avdekninger, sålbenker og på tak over portal. Betongavdekningene varierer i tykkelse opp til 15 mm. Det er identifisering av karakteristiske egenskaper ved sementkornene som angir omtrentlig påføringstidspunkt.

Det er tatt prøve av totalt 4 varianter fra tak over våpenhus, avretning under skifer og fra avdekninger med plastmaling. Betongen er antatt påført på ulike tidspunkt avhengig av plassering på bygget og etter utbedringsbehov. Som original settemørtel for skifer er det benyttet KC-mørtel og i visse tilfeller et tykkere sjikt med ren sementmørtel.

Det er registrert betong med sement som har karakteristiske egenskaper fra slutten av 1800-tallet, og det er muligens allerede kort tid etter byggetidspunktet benyttet noe betong til avdekninger.

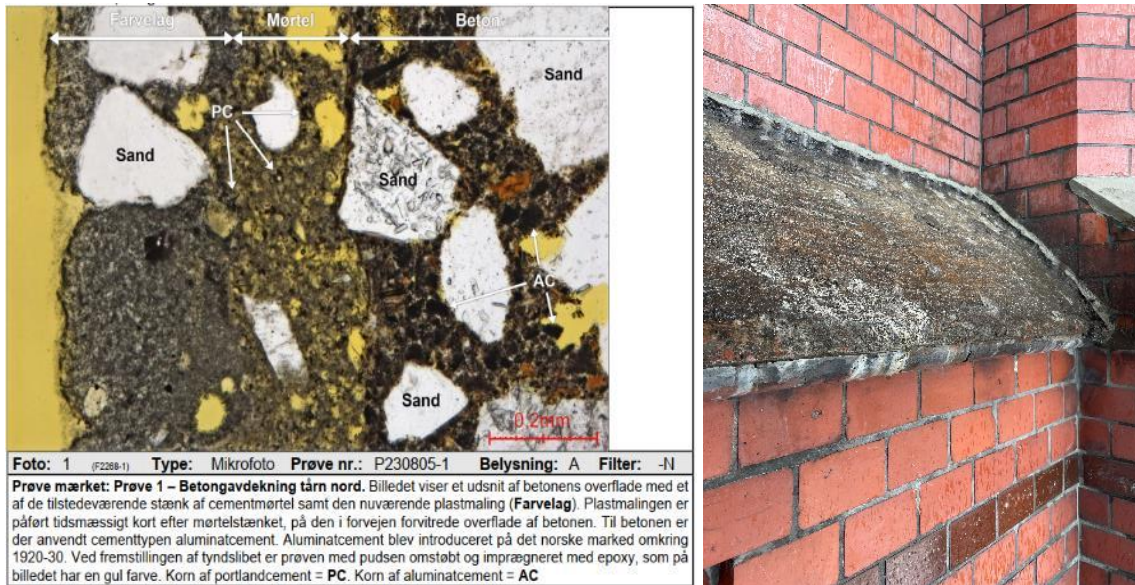
I betongavdekninger fra taket på våpenhuset og fra andre avdekninger er det identifisert portlandsement i en kvalitet som er karakteristisk fra perioden 1900-1930. Betongen er sterkt fuktpåvirket og dette har medført oppsprekking gjennom fryse/tine prosesser og utfelling av kalk. Disse avdekningene har sammensetning C100/100. På en prøve finnes et sjikt med en sortpigmentert KC-mørtel også karakteristisk for 1900-1930. Det er benyttet hønsenetting som armering i påstøpen.

Det er funnet brunsort aluminatsement, som er kjent for å gi en hurtig avbinding- spesielt under kalde forhold. Denne typen sement ble introdusert på det norske markedet i 1920-30. Denne tidlige betongen er tilsvarende en C100/300 med 2 mm korn. Betongen med aluminatsement fremstår med kraftige tegn på oppfukning og fryse/tine prosesser. Aluminatsement-betongen er pigmentert med sort jernoksid og trolig ment som ferdig overflate.

Alle betongflater og noen skiferplater er senere belagt med et tynnere sjikt sementmørtel og grå plastmaling. De to siste er fra den omfattende utbedringen på 90-tallet.

Ut fra dette kan vi anta at det er utført minst 4, trolig 5 reparasjoner av betongavdekninger:

- Opprinnelig avretning under skifer (KC-mørtel og sement)
- Muligens noe støpte betong fra slutten av 1800-tallet (tidlig reparasjon)
- Utbedring med betong i perioden 1900-1920, med hønsenetting
- Støp av aluminatsement på 30-tallet, trolig i forbindelse med utskifting av frostskaadet skifer
- (Sterk fuktpåvirkning)
- Påføring av sementhinne
- Påføring av plastmaling, ca. 1990



Figur 31, Eksempel på tyndslipsanalyse af betong fra undersiden af betongavdekning. «Mørtel 1» er originalt påkast. Billedet til højre viser rensset avdekning og originalt betongdekke/påstøp. Dette er 3-4 cm tykt. I påstøpen over var det innstøpt hønsetetting som armering.

4.5.6. INNVENDIG - PUSS FRA VÅPENHUS

Pussen i våpenhuset har varierende tykkelse og er i dag overmalt med en organisk maling, trolig en silikonharts eller annen plastbasert maling.

Analysen viser at det er utført rehabilitering med moderne KC-pusser (KC 50/50) utenpå en avrenset overflate bestående av en finkornet opprinnelig KC puss. Sementen og kalken i de 3 ytterste pussjiktene er sterkt fravikende fra det som er funnet i andre prøver.

Den innerste, eldste pussen er original og består av uensartet og grovkornet portlandsement blandet med kalk.

Bilde 42 viser konsekvensen av tett organisk maling på de innvendige flatene. Murverket er her ca. 2 meter tykk, men blir sterkt nedfuktet av det utette taket bestående av betongstøp over våpenhuset.



Bilde 45, Skader i våpenhus (retning sør-øst). Malingen henger i vaser pga. voksende saltkrystaller på pussens overflate. Pussen går helt i oppløsning.

4.5.7. INNVENDIG - ANTATT ORIGINAL PUSS FRA TRAPPEHUS SØR/ØST



Bilde 46, Trappetårn opp til søndre galleri. Overflatene er pusset og malt og har store skader. Det er lekkasje fra taket som medfører innsig av vann inn langs vegg og ned på trapp.. De gule flatene er den gule fargen på kalk og oljemaling.

I de opprinnelige beskrivelsene er det beskrevet at småtårnene /trappehus skal filses og rappes, ett sted er det beskrevet at det skal utføres med kalk. Filsing og rapping er tynne, normalt 1-sjikts pusser med inntil 5 mm tykkelse, hvor mørtelen blir dratt utover en fullmurt teglflate. Trappetårnet i nord-øst har opprinnelig overflate uten særlige skader. I tårnene mot sør-øst er trappetårn pusset og malt i flere omganger, 2 pussjikt og 6 malingsstrøk er identifisert.

Analysene viser at de to pussjiktene og den innerste kalkbaserte malingen er påført rett etter hverandre, og har karakteristiske trekk fra slutten av 1800-tallet. Total tykkelse på disse sjiktene er < 5- 7 mm.

Pussen er bygget opp med en grovpuss ca. 5 mm basert på portlandsement med noe tilsetning av kalk, altså en nesten ren sementpuss blandet 1:1 i volum, Anslått tilsvarende KC 50/50/400, 2 mm korning og av samme type som er benyttet til murung. Tilslaget er karakterisert som finkornet naturlig sand med maks kornstørrelse 1,5 mm og er forurenset av teglstein og trefibre. Pussen er misfarget av oksidert jernholdige sementkorn som kan tyde på fuktpåkjennning eller kan også være av en annen type sement enn benyttet til murung.

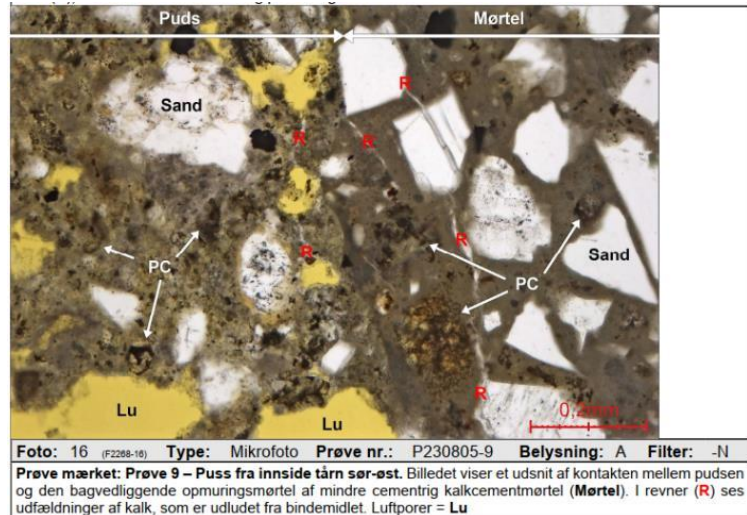
Sluttpusseren er 0-2mm. Tilsvarende sammensetning som for grovpussen, men med kornstørrelse 1,4 mm. Det er et høyt innhold av bindemiddel, men mer sementrik enn grovpussen. Det originale malingsjiktet er rent kalkbasert og pigmentert blekoransje med pigmentene oker, sotsvart og kromoxidgrønt.

Malingsstrøk 2-5 er nyere sjikt basert på olje (2 stk.) og plast (2 stk.). Det er også påført en utbedringspuss mellom malingsjiktene 4 og 5. Fargen går over til hvit ved første påføring av plastbasert maling.

4.5.8. INNVENDIG - PUSS FRA INNSIDE TÅRN SØR/ØST

Pussen fra innsiden av tårnet er antatt påført rett etter oppføring av kirken, men ikke i oppføringstidspunktet. Selv om analysene viser omtrent identiske bestanddeler og at den er påført rett etter murung, er det de omkringliggende faktorene i rommene som tilsier at pussen er påført noe etter innstilling av urverk og klokkespill. Prøvene viser at det er benyttet finkornet KC-mørtel, tilsvarende KC 20/80/200. Pussen er totalt 15-20 mm tykk og har omdanningsprodukter forårsaket av fukt, uten at det er påført pussen noen skade. Originale sementklinkerminerale gir pussen en brunlig farge, som for pussen i trappetårnet i samme værretning. Analysen fastslår at sementen kan sammenlignes med tilsvarende portlandsementer fra slutten av 1800-tallet, med sementkorn opp til

0,2 mm. Tilslaget er finkornet (inntil 1,4 mm), og karakteriseres som finkornet naturlig sand med beragartskorn av gneis. Det er benyttet samme tilslag i både murmørtel og pussmørtel, og begge viser tilsvarende moderat fuktpåvirkning med utfelling av lagdelte kalklag



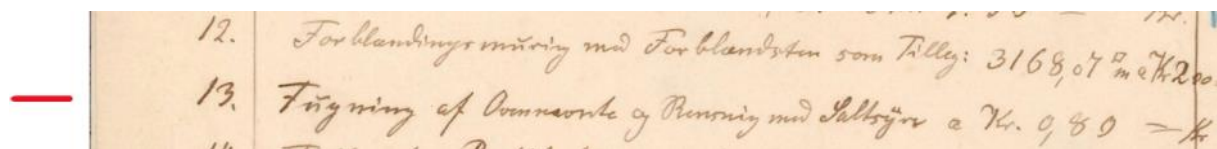
Bilde 48, Tynnslip av samme puss. Mørtel er murmørtel og Puds er pussjiktet. Det er ikke benyttet samme type sand (ulikt tilslag). Pussen er mer sementrik enn murmørtelen.

Bilde 47, Fullt utslag på fuktindikator på pusset innside av tårn

4.5.9. SALTANALYSER

Analyser (Seir, 2020) viser innhold av natriumsaltene Thenarditt i tegl, og Mirabelitt og Thenarditt i mørtelrestene. Se side 62 for forklaring av salttyper og skader disse forårsaker. Disse to saltene kommer fra murverket, både fra sement i mørtel og muligens fra tegl. Saltene er naturlige, men har stort skadepotensiale. Det er registrert mindre mengder med KCl, CaSO₄ (gips) og Na-Mg sulfater.,

Det ble utført avrensing med salt ved ferdigstilling og dette kan også være opphav til de klorider som identifiseres. Ca-saltene er fra mørtel og Na-saltene er trolig fra sement og tegl.



Bilde 49, Faksimile fra anbudspapirene « Fugning af ovennevnte og rensing med Saltsyre »

5. VURDERING AV SKADEÅRSAKER

Skadeårsakene er som innledningsvis nevnt, en kompleks blanding av opprinnelige materialer og byggeforhold, rehabilitering og lokalklimatiske forhold, samt vedlikehold. Kapittelet beskriver i nærmere detalj konsekvensene av disse forholdene om de ikke er omhandlet tidligere i rapporten.

5.1. BETYDNING AV TILGJENGELIG DOKUMENTASJON

Dokumentasjonen viser at det er bevisst benyttet sement til bygging av Johanneskirken. Det er spesifisert mer eller mindre rene spekkemørtler- og murmester Lehmann har med sin kunnskap tilsatt den nødvendige mengde kalk til både mur- og spekkemørtel for å få mørtelen bearbeidbar og muligens med hensyn til økonomi, samt store mengder sort pigment til fugemørtel og pussede felter i fasaden. Det er mest sannsynlig benyttet stykkalk (brent kalk) som ble varmlasket på byggeplass og så tilsatt den pulveriserte sementen. Dette omtales i dansk litteratur som bastardkalk. Ettersom Rieber også produserte «melkalk» (Gjesdal, 1984), kan det også ha blitt blandet tørr mørtel- analysene har ikke gitt svar på dette. Med økende mengde kalk blir også den ferdige mørtelen billigere, den blir svakere enn sementen blandet kun med sand, men den oppnår bedret bearbeidelighet.

Kirken ble oppført uten tildekning og oppvarming som er mer regelen enn unntaket når vi sammenligner med vanlig praksis i dag. Murverket ble gjennom den 2,5 år lange byggeperioden (1891-1893) utsatt for bergensk vær. Murverket ble vått og fikk aldri mulighet til å tørke ut. De enorme volumer murverk i tårnet- oppgitt i kubikkmeter, nær 2000 i alt, gir oss et innblikk i de mengdene med vann som gjennom årene. Lekkasjene sammen med den inhomogene kvaliteten som er karakteristisk for tidligsementen, gir rikelig tilgang på sulfater som sees som hvite utfellinger og krystallisering av salter på fasadene. Den gamle portlandsementen kan ikke sammenlignes med moderne sementtyper.

I tillegg var det beskrevet at fasadene skulle avrenses med saltsyre etter fuging. Spekulasjoner om manglende avrensing- «fordi det allikevel regnet» kan være en medvirkende årsak til de saltutfellingene vi ser tidlig etter at kirken er ferdig- og dette kan forklare de små rester av klorider vi ser i analyser av mørtler murverket. Diskusjonen vinteren 1893-94 viser at det var kaldt og det var vanskelig å pusse uten oppvarming og lys. Dette kan delvis forklare saltutfellingene i Bilde 15 over, hvor man tydelig ser saltutfellingen i de pussede fordypningene. Kalkutfellinger er normalt å se i nyoppført murverk, men er ikke et godt tegn i pussede flater. Disse forsvinner normalt av seg selv når kilden til fukt er borte eller murverket har tørket ut, etter ca. 2 år. Mengden med saltutfellinger på Bilde 15 har derfor trolig ikke vekket store reaksjoner. Sementpuss var kjent og mye benyttet i Bergen da Johanneskirken ble bygget, og var et kjent materiale for byens murere.

Oversikten over de store mengder beskadiget tegl og blanding mellom klinkertegl (hardbrent) og første sortering, viser at kvaliteten fra Bø ikke var jevn. Dette er tegl som ble benyttet i konstruksjon/bakmur, i indre vegger og muligens også til sålbenker hvor det er behov for sten som tåler å bli tilhugget.

Det er interessant at alle innvendige tårn var beskrevet sekkeskurt eller rappet med kalk, som er tynne og grovt utførte behandlinger. Dagens tykke sementpuss er trolig påført «kort tid etter» ref. identifisering av sement i prøve 9 fra Seir rapport R230805. Det er funnet skrevet en inskripsjon med årstallet 1893 på en trekonstruksjoner, men på pussene har vi kun funnet inskripsjoner 1910 eller nyere. Andre indikasjoner- blant annet at den tykke pussene ikke er påført bak klokkemekansimen og ligger

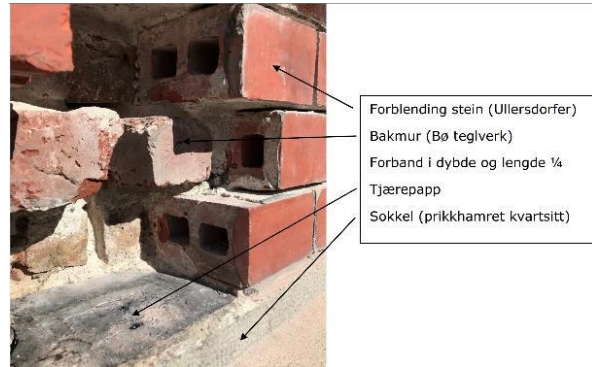
utover gulvplanker støtter denne antakelsen. Den tynne kalk-sementpussen som er i nordre sidetårn, er opprinnelig og står meget bra.

Oppsummert er kirken bygget på følgende måte ut fra dokumentasjon og undersøkelser:

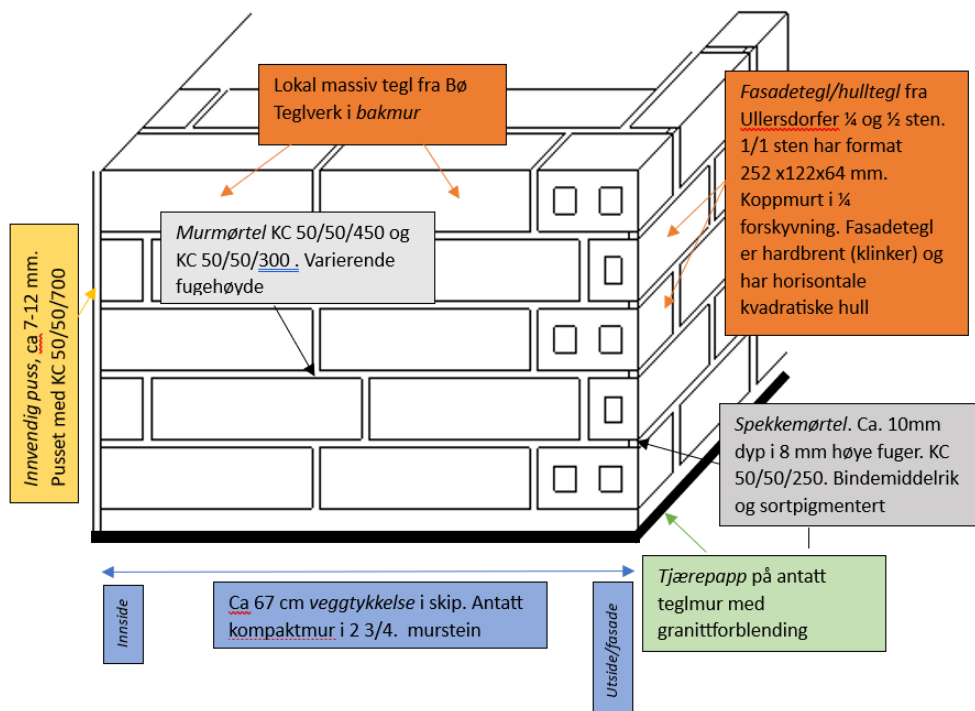
- Grunnmur- Kvartsitt på fjell.
- Sokkel- Granitt (prikkhamret kvartsitt), med betongavretting og papp.
- Murverk- antatt 2 $\frac{3}{4}$ stens massiv mur. Til fasaden ble det benyttet Ullersdorfer hardbrent og frostsikker tegl i $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ format. Glaserte bånd og profilstein. Til bakmur ble det benyttet tegl fra Bø Teglverk.
- Murverket i skipets vegger og tårn er murt massivt.
- Murmørtel KC-blanding tilsvarende blandingsforhold KC 50/50
- Sortpigmentert fugemørtel, tilsvarende blandingsforhold KC 20/80 i ytterste 1 cm
- Pusspartier- sterk sortpigmentert (jernoksid), KC puss tilsvarende KC 20/80
- Puss i småtårn- rappet med kalkmørtel (beskrevet i dokumentasjon og observert
- Puss innvendig tårn- sterk KC puss tilsvarende KC 20/80
- Puss innvendig skip- beskrevet kalkmørtel- analyser viser KC 50/50/750. Variant av Sgraffito bak alter og i friser.
- Maling innvendig i våpenhus, kafe, skip og småtårn inkl. ganger; opprinnelig kalklimfarge.
- Tak- opprinnelig Belgisk kalksteinskifer. 1934-Vosseskifer og 1990-Hardangerskifer.
- Gesimsavdekninger-, erstattet med kobber,
- Avdekninger på pilastre, og vinduer-. Erstattet med div. skifer og betong.
- Beslag og takrenner- kobber.

Det er benyttet både teglstein med liggende hull og stående hull i konstruksjonen. Visse steder er det benyttet hulltegl som er synlige fra undersiden, som viser at de ikke har bestilt inn nok massiv fasadetegl til utkragering.

Figur 33 viser en antatt oppbygging av murkonstruksjonen i skipets vegger. Dette er basert på tidlige analyser, tilgjengelig dokumentasjon og åpning av vegg. Konstruksjonen skiller seg fra andre tilsvarende kirker med at denne er murt med sementbasert mørtel i både bakmur og i spekkemørtel.



Figur 32, Skifthyden er 77 mm og skiftlengden 130mm. Det er benyttet 1/4 og 1/2 stein i forbandt. Innmurt i fortanning med bakmur.



Figur 33, Skisse over antatt oppbygging med tegltype og mørtel i de ulike skiftene. Muren er en antatt 2 og 3/4 tykkelse massiv murt med mer bindemiddelrik mørtel i spekkemørtelen (blandeforhold 1:1). Skissen viser snitt av vegg med innside til venstre og utside til høyre. Skissen gjelder mur i skipet, da tårnene ble murt massivt og målt i kubikkmeter. Oransje= tegl, grå = mørtel, gul= innside puss, blå =veggykkelse, grønn= tjæreapp. (Illustrasjon, WSP)

5.2. VURDERING AV OPPRINNELIG MATERIALBRUK

Konstruksjonen er bygget med svak KC-mørtel i bakmur og sterk KC-mørtel i spekkemørtel. Den fukten som kommer inn gjennom spekkemørtel vil magasineres i den svake mer porøse mørtelen og mer porøse og vannabsorberende teglstein, og deretter trekkes innover i murverket. Pussing på innsiden

med sementholdig puss vil fange fuktighet, den eneste muligheten for fukt å komme ut er gjennom avdamping drevet av sol, vind og/eller temperatur. En kombinasjon av store mengder fukt som drives inn i murverket og som ikke kan dampdiffundere og flykte fra utsiden, vil føre til akkumulering av fukt på innsiden og krystallisering av salter.

Benyttet teglstein er av god kvalitet også sammenlignbar med dagens kvaliteter. Original portlandsement er grovkornet og sammen med kalk som murmørtel blir det en porøs og svak mørtel sammenlignet med moderne KC-mørtler. Det er erfaring med at sterke sementfuger utført på samme tidspunkt og i denne kombinasjonen oppfører seg tilsvarende og brytes ned pga. innestengt fukt. Det er vår vurdering at konsekvensene hadde vært enda større dersom det hadde blitt brukt ren kalkmørtel til muring av bakmur bla. med utvasking av murmørtel. Selv den lille mengden med aktiv sement har gitt en mer holdbar mørtel.

5.3. UTFØRT REHABILITERING OG DETS KONSEKVENSER

Tufvesson (Tufvesson, 2020) utarbeider en foreløpig prosjekteringsrapport i 2020 basert på tilstandsrapporten som ble utarbeidet av Akasia i 2018 (Fagertveit, 2018) og oppsummerer her resultatet etter tidligere rehabiliteringer. Tufvesson konkluderer med at tidligere rehabiliteringer har vært ufullstendige og tilfeldige. Ettersom rapporten fra 2020 kort og lettfattelig oppsummerer tidligere tiltak, blir dette stående som konklusjon, noe omskrevet. *«Historien viser at kirken har hatt og har problemer med fuktighet og omfattende lekkasje gjennom årene. Forskjellige utredninger om dette er lite dokumentert, men impregnering av kirkens tårn har foregått siden 1938. Forskjellige stoffer har blitt brukt gjennom årene og har hatt mer eller mindre tilfredsstillende resultater. Materieell brukt til re-fuging i 1990 viser seg være en svært hard klinkerfug. Noe usikkert hvor mye som ble utkrafset her før ny fuging, men enkelt steder er det lagt i stort sett utenpå original fuge. ... Kirkens vegger innvendig i skip, våpenhus og tårn har blitt restaurert gjennom årene. Det er tegn til forskjellige puss og flikk-materialer alt fra sementholdige slemme masser til rene kalkmørtler. Eldre malinger av plast til nyere malinger med større diffusjons evne.»*

Det er prosjektgruppens samlede enighet at tidligere utbedringer ikke har klart å se på årsaker, men kun håndtert symptomer. Dette har medført store konsekvenser og forsterkning av problemer.

5.3.1. IMPREGNERING AV TEGL

Impregnering av tegl er en omstridt metode for fuktsikring av murverk. Impregnering er en ikke-reversibel overflatebehandling som ikke anbefales til eldre murverk. Det er flere faktorer for at det skal fungere best mulig bla. fravær av sprekker, riss og andre muligheter for at vannet kan trenge inn i murverket og bak impregneringen. Kontroll på beslag og tilslutninger mot murverk er derfor svært viktig. I tillegg må en impregnering repeteres jevnlig for å opprettholde egenskapene, men det stilles spørsmål om hvordan man kan kontrollere en kompleks konstruksjon med svært ulik klimabelastning, og dertil svært ulike slitasje. Den generelle oppfatningen i murbransjen er at sannsynligheten for at en impregnering skal ha en gunstig effekt på eldre murverk er lav, spesielt på høye bygg med mange avtrappinger og overganger i fasaden og med mange overganger og mulige lekkasjepunkter. Risikoen for en motsatt effekt er høy og svært ødeleggende for murverket. Flere ulike behandlinger med ulike produkter kan også gi utilsiktede resultater. Når vannet først er fanget, har det ikke mulighet til å forsvinne. Spesielt med eldre impregneringer kan vann kun fordampe og ikke komme ut av fasaden i

vannform. En impregnering kan medføre at saltene avsettes innenfor den impregnerte sonen med sprenging av tegl og fuge som resultat og impregneringen mister dermed sin effekt.

Studier (Balksten, Lindholm, & Lange, 2012) og (Slapø, Kvande, Bakken, Haugen, & Lohne, 2017) viser at impregnering har god effekt på nytt murverk, forutsatt at det ikke utvikles frostskafer. Effekten er avhengig av mange faktorer. Impregnering basert på silaner er mer effektive enn silkonharts både gjennom en lengre holdbarhet samtidig som de gir en økt beskyttelse mot fuktopptak og effektiv beskyttelse mot frost- og saltsprenging. Silanene har en høy dampdiffusjonsåpenhet, men det er allikevel viktig at det ikke kan komme inn vann bak da forvitringen vil skje der. Den kapillærsugende effekten er ikke til stede og vannet blir fanget bak sjiktet. Løpende vedlikehold er avgjørende og med en gang det oppdages skader eller nedfall fra tegl og tiltak settes i gang for å unngå forøket skaderisiko.

Johanneskirken er fuktforseglet minst 1, muligens to ganger med et voksbasert produkt. Dette produktet har kun lagt seg som et belegg utenpå fuger og tegl og er på den måten mulig å fjerne. Problemet med denne påføringen utført i 1938 og trolig i 1954, er at den er delvis forseglet inne bak nye spekkemørtler som stedvis forhindrer kapillær opptørking. Impregnering som er påført i mer moderne tid vil ha hatt begrenset mulighet til å trekke inn i murverket pga. de foregående behandlingene, og da også med en begrenset effekt og levetid.

Indikasjoner på en impregnering før 100 års jubileet i 1994, gir totalt 3 omganger med fuktforsegling. Dette kan fungere, men det forutsetter en feilfri fasade, med kontroll på beslag, og muligheter for å tørke opp. For at impregnering skal ha effekt over tid trengs det ett hyppig vedlikehold da metoden bygger på repetering. For at en impregnering skal virke fullstendig så må den vedlikeholdes med en 5-8 års intervaller, avhengig av løsning og lokalklimatiske forhold. Det krever at vann ikke får tilgang gjennom vegg på noen måter f.eks. gjennom utette overliggende konstruksjoner eller sprekker. Sannsynligheten for at dette skal fungere teknisk og økonomisk på en eldre kirke er svært lav, og dette ser vi resultatet av i dag.

Bildene Bilde 19-18, side 34 viser effekten av impregnering med en melkeaktig hinne, fukt som evakuerer gjennom mikroriss og svært forskjellig uttørking i spekkemørtel pga. forseglet fuktsperre.

5.3.2. BETONGAVDEKNINGER

Betongavdekningene er direkte årsak til store deler av skadene som sees både i direkte tilknytning til disse og indirekte, da spesielt i våpenhus, både ut- og innvendig. Det har vært en overdreven tro på at betong er tett og bedre egnet enn skiferavdekning da de startet å bytte ut den ødelagte skiferen på begynnelsen av 1900-tallet.

5.3.3. MALINGSVALG

Det er ikke gjort analyser av maling på innside av skip, men det er funnet malingsspann med STO Lotusan Silikonharpiksmaling. Dette er en hydrofobert vannavvisende fasademaling. Det er ingen malte flater utendørs, så det er grunn til å tro at denne er benyttet innendørs. Analyser fra trappetårn viser at det er brukt olje- og palstmalinger i flere omganger. Måten malingen flasser viser at denne malingen ikke er nok dampdiffusjonsåpen.

Valg av malingstype på innsiden av skip og bak alter har medført at fukt ikke kan diffundere. Dette, sammen med en utett fasade, har medført opphoping av salter og påfølgende malingsavflassing.

5.3.4. GENERELT VALG AV METODIKK

Det har blitt utført mange runder med rehabilitering og vedlikehold både på fasade og innvendig. Valg av metoder og materialer har blitt brukt i god tro uten å se på mulige konsekvenser. Dette gjelder spesielt betongavdekningene, pussing av tårnet på innsiden, bruk av impregnering, valg av spekkemørtel, bruk av akrylmasse for å tette sprekker fremfor å finne årsak, malingsvalg og ikke minst utbedring av beslag i overgang tak/fasade.



Bilde 50, Tilstand før utbedring i 2015



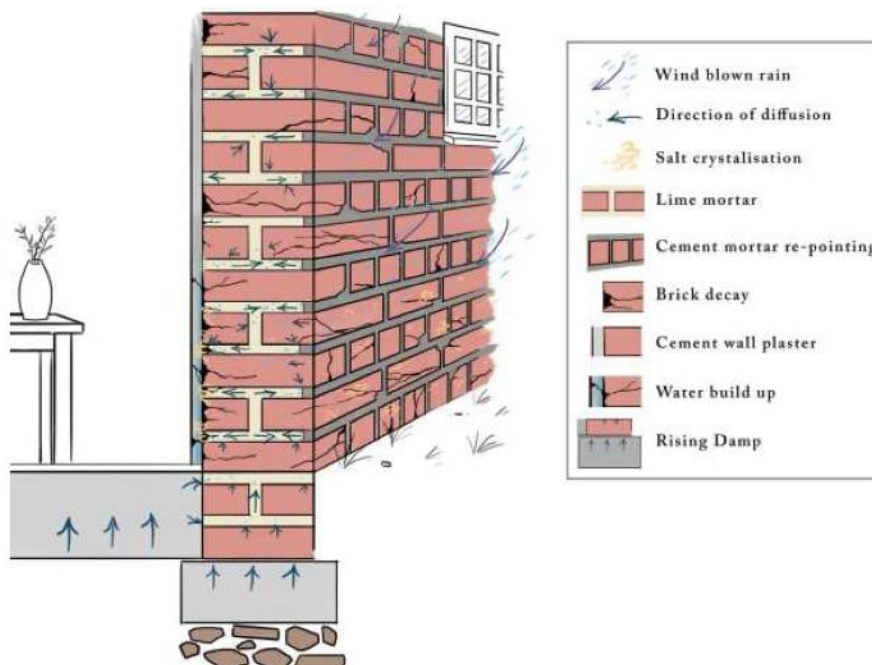
Bilde 51, Tilstand pr januar 2023

5.4. KONSEKVENSENE AV FUKTOPPTAK I MURVERKET

Fukt tas opp i murverk på flere ulike måter som illustrert i Figur 34. Fukt kommer inn i murverket gjennom kapillærsuget i fuger fra grunnen (opptil 4 m), gjennom sprekker og mikroriss i murverket mellom tegl og fug, forvitret teglstein og fuger. Utette sammenføyninger mellom tak og fasade, avdekninger og beslag er også en svært normal forekommende kilde til fuktinntrengning.

Kalkbaserte mørtler har større kapillærsug enn sementbaserte mørtler, og en kombinasjon av høyt kapillærsugende kalkbasert murmørtel sammen med en lite sugende spekkemørtel synes i teorien å fungere, den stenger fukten ute. Men fukt kommer uansett inn i murverket og slipper ikke ut gjennom den mindre sugende spekkemørtelen. Fukten blir fanget og akkumuleres. Vann fra murverket kan slippes ut gjennom diffusjon (damp) og kapillærtransport (vann) til overflaten. Ved bruk av impregnering blir muligheten for kapillærtransport ytterligere forhindret ettersom eneste mulighet for at fukt kan unnsnippe murverket er gjennom avdamping/diffusjon.

Ettersom murverket er porøst, kan det lagre mye vann og i et klima med mye regn, Bergen, blir det vanskelig for murverket å tørke opp. Det kommer mere fukt og vann inn enn det kommer ut. Både pga. mengden med regn, men også at konstruksjonen i seg selv er kraftig og kan magasinere store mengder vann. Det er dette som gir opphavet til oppløsning av salter i murverket. Når vannet beveger seg mot innvendig og normalt varmere overflate avsettes saltene samtidig som kalken i murverket løses opp. Gjennom flere tiår med denne prosessen er det ikke uvanlig å finne murverk som er omhyllet av løs kalkholdig sand framfor herdet mørtel ettersom alt av bindemiddel er lekket ut.



Figur 34, Fuktvandring i et massivt murverk. Illustrasjon fra Wallace, 2022

5.4.1. ISDANNELSE OG FROSTRELATERTE SKADER

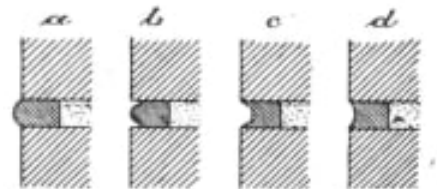
Ved minusgrader danner vann iskrystaller som ekspandere i volum ca. 10%. Dette kan sprengte i stykker vannmettede porøse materialer. Balksten (2012) viser til at det ikke er uvanlig at det i tårn kan dannes tykke lag med is som kan vokse fram fra en vannmettet murflate. På fasader forårsaker frostsprengning spalting av puss og tegl. Teglen kan enten spalte av overflater eller som på Johanneskirken fylles med vann i hulrom og så sprenges i stykker av trykk og frost.

5.4.2. SALTFORVITRING I MURVERK

Ifølge Balksten & Strandberg-de Bruijn (2019) er nygotiske murverk spesielt utsatt for salt- og frostskafer, som følge av ugunstig materialvalg og konstruksjonsmetoder. I motsetning til de eldre murverkene med rene, fete kalkmørtler og håndbanket murstein som favoriserer kapillærtransport av vann og avdamping fra overflaten, har de nygotiske murverkene mer eksperimentering med sementholdige materialer sammen med maskinprodusert, strengpresset hulltegl og hardbrent fasadetegl. Kombinasjonen av lavere kapillærtransport av vann i sementholdig mørtel og en tettere overflate med hardbrent tegl gjør de nygotiske konstruksjonen mer utsatt for skader av salt og frost pga. opphoping av vann i murverket.

Balkstens beskrivelse av et nygotisk murverk kan enkelt også benyttes som beskrivelse av Johanneskirken: «*De nygotiska murverken uppfördes ofta med lösbränt murtegel (inte helt ovanligt av delvis svavelkiskhaltig lera) i bakmurarna, magert kalkbruk för murning och invändig puts, hårdbränt tätt fasadtegel av god lera och yttre fog av fett cementbruk, se figur 3. Det är dessa murverk som mer än några andra drabbats av saltvittring och medföljande fukt- och frostproblem. Det har de gjort sedan de uppfördes och det gör de alltjämt. Många av de nygotiska kyrkobyggnaderna, som ofta har problem med saltvittring och fuktrelaterade skador, är dessutom ofta högt belägna i landskapet och utsätts därför för extrem klimatpåverkan vilket i många fall kan försämra skadorna ytterligare*»

Figur 3. Fogning med cementbruk som enligt Karlsson var känt att ge svagare murverk än om fogdragning gjordes direkt i murbruket. Källa: Karlsson 1988



Figur 34 og Figur 35, viser prinsippkisser for fuktvanding og skadebilde i et massivt murverk. Lang klimapåvirkning av fasaden med opphoping av salt og isdannelse på utsiden, og utfelling av salt på innsiden, forårsaker frostsprengt tegl og utlekking av bindemiddel fra mørtelen. «Skallet» på fasadeteglen mister heft med underlaget og forvittringsprodukter øker volumet på baksiden av skallet. Når skallet har mistet vedheft til underlaget kan uttørking ikke lenger skje samtidig som den raske kapillærtransporten og det tette yttersjiktet- som på Johanneskirken er forsterket med fuktforsegling-forhindrer/forsinker diffusjon og vann akkumuleres i murverket.

Salter i murverk er en kjent kilde til skader og man har unngått bruk av saltholdig mursand eller saltholdig vann. Salter i murverk kan komme fra tegl om leiren som har blitt brukt har innhold av svovelkis (FeS_2), men er svært vanlig i alt murverk. Salter (gips) fra sement er også vanlig og fra forurensning i lufta (eksos)- sistnevnte gir sorte gipsavleiringer på overflaten. Saltforvitring fremstår på 2 måter: Klorider fra havsalt, matoppbevaring eller veisalting, som opptrer som et hvitt saltskjegg

som vokser fra overflaten; og mursalter som forårsaker spengningen inne i porøse materialer. Disse mursaltene består av natriumsulfat og kalsiumsulfat (gips). Utfelling av karbonater (såkalt «limerun») skjer vanligvis på overflaten, eller i porer og sprekker i mørtelen uten volumøkning, og er ikke skadelige for murverket. Det vises til artikkelen «Saltvittrande tegelmurverk» (Balksten & Strandberg-de Bruijn, 2019) for en mer teoretisk bakgrunn.

Karbonater $CaCO_3$

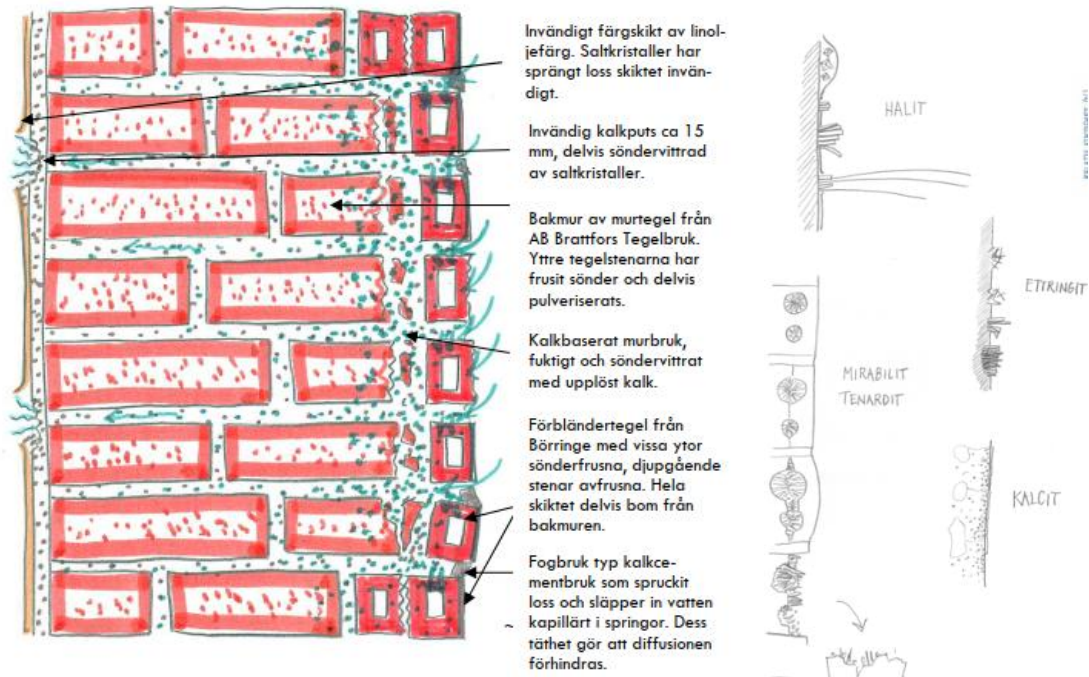
Kalsiumkarbonat er bindemiddelet i kalkmørtel og kalkstein, og har i seg selv ingen sprekraft når den er krystallisert. Den kan ved langvarig fuktpåvirkning og i nærheten av andre salter gå i oppløsning og omkrystallisere. I denne omkrystalliseringen danner de skorper som er harde. På murverk kan de se de ut som stalaktitter (såkalt «floatstone») og «limerun», og på kalkmalte overflater kan den gi en krystallhinne (også kalt sinterhinne). Disse karbonatene synes på Johanneskirken spesielt under betongavdekninger.

Natriumsulfater (Na_2SO_4)

Salter løses fra materialene når det blir mye vann i konstruksjonen. Når denne saltlaken tørker ut dannes det krystaller. I tillegg vil natriumsulfat felle ut krystaller når temperaturen faller. I motsetning til vanlig salt (NaCl), som felles ut ved RF < 75% uavhengig av temperatur, felles natriumsulfat ut ved RF < 100% og opptil 25°C.

De mest skadelige saltene for en puss er eller malt vegg er sulfatene (Natrium-, kalium, - magnesium og kalsium) ettersom disse krystalliseres på steder der de kan skape stor skade. De sprenger i stykker porøst materiale og kan delvis også løse opp kalken i mørtelen. Spesielt natriumsulfatene kan krystallisere inne i et materiale og ved å veksle mellom to krystallfaser avhengig av relativ fuktighet og temperatur, vil volumforskjellen som dannes i overgang mellom krystallfasene bidra til kraftig sprevirkning.

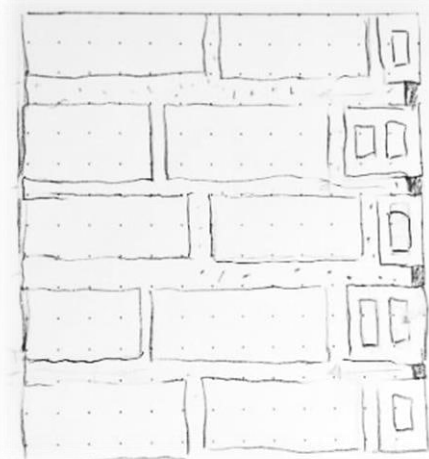
Måling av høye fuktnivåer i tårnet på Johanneskirken, tydelig store mengder av fukt og vann i murverket og gjennomsnittlig temperatur i kirketårnet som ikke er oppvarmet (estimert 15 °C i snitt, fra 0-30°C) indikerer dannelse av fasen Miralbitt ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) som har den største sprekraften med 320% ekspansjon sammenlignet med Thenarditt (Na_2SO_4). Denne pulseringen av krystallstørrelse vil bidra til stor sprekraft. Forsøk viser at for en mettet saltløsning hvor de to natriumsaltene sameksisterer kan krystallasjonstrykket oppnå 30-60Mpa som overstiger fastheten til granitt (4,8Mpa), tegl (2,8Mpa) og kalkmørtel (2,1Mpa).



Figur 35, Kristin Balkstens prinsippsskisser (2019) for et massivt nygotisk murverk med forblendingstegl. Til forskjell fra Johanneskirken er det her benyttet kalkmørtel i bakmur. Tilsvarende problematikk er identifisert på Johanneskirken selv om det er benyttet KC-mørtel også i bakmuren. Figuren til høyre viser illustrasjon over de ulike saltene som kan opptre i et murverk

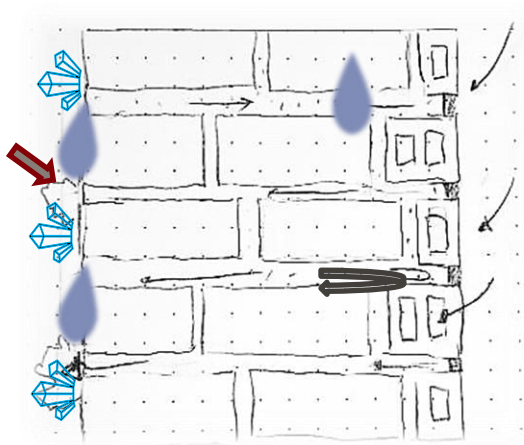
5.5. TOLKET SKADEMEKANISME I JOHANNESKIRKENS FASADER

Basert på tilstandsanalyse, analyser og teori har vi laget illustrasjoner for å visualisere en forenklet skademekanisme i murverket. Vi har utarbeidet tilsvarende illustrasjoner for betongavdekningene. Vi ser disse to enkeltelementer som de mest avgjørende for dagens skade bilde og dermed også for videre utbedring. De største skadene er i tårnets sørøstre og østre fasade, både pga. klimatisk retning og høyde, men også fordi murverket i seg selv er tykkere og mer komplisert, samt at det stedvis ikke er oppvarmet.



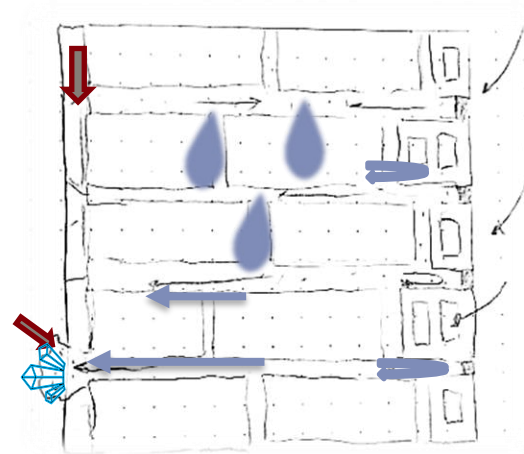
1894.

Konstruksjonen er ny. Det er murt med svak KC mørtel og det er spekket med sterk sementbasert og pigmentert mørtel. Innsiden i tårnet er ikke pusset, men murt til fylte fuger.



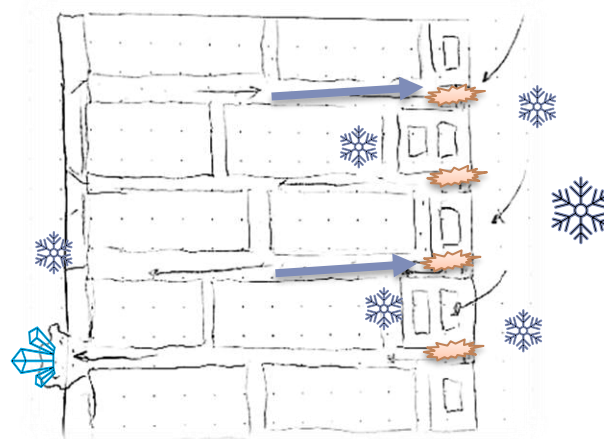
Før 1900

Bilder viser fra ferdigstilling at det er store saltutfellinger utvendig allerede tidlig. Fasadene er avrenset med saltsyre. Det trenger vann inn i konstruksjonen som ikke kommer ut gjennom den tette forblendingssteinen og de tette fugene. Det dannes salter på innsiden.



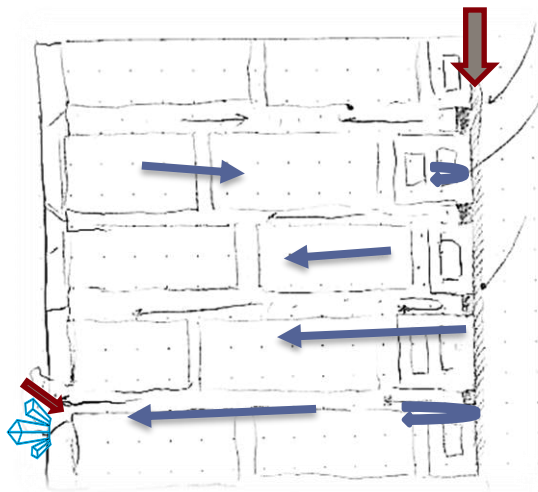
Før 1910.

Saltene på innsiden har blitt et stort problem. Det påføres en tykk sementbasert puss på innsiden av tårnet. Dette gjør at enda mere fukt sperrer inne i konstruksjonen.



1910-1938

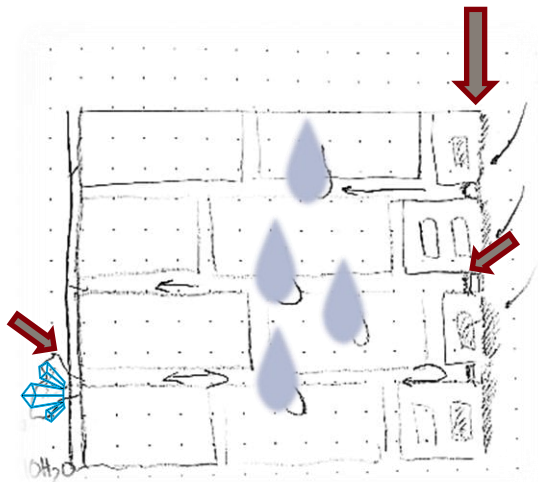
Spekkemørtelen forvitrer pga. innesperret fukt og påfølgende frost



1938.

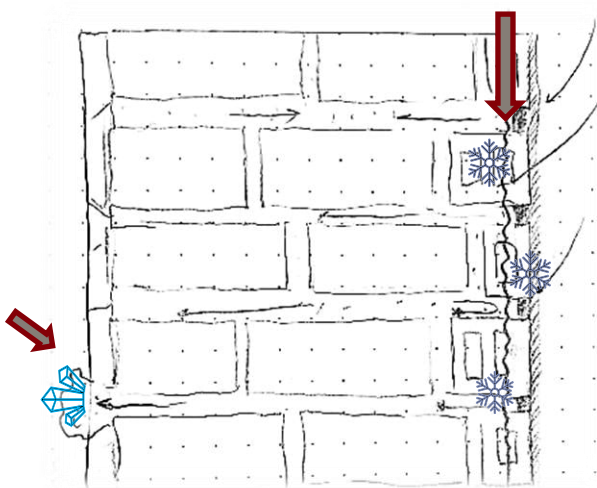
Tetting på innsiden fungerer ikke og har trolig gjort vondt verre. Det krasjes ut og respekkes og påføres deretter voksbasert impregnering, Ofaliin.B, på utsiden.

Overflaten er tilsynelatende tørrere, men fukt som kommer inn gjennom riss og sprekker slipper ikke ut gjennom den harde teglen og spekkemørtelen.

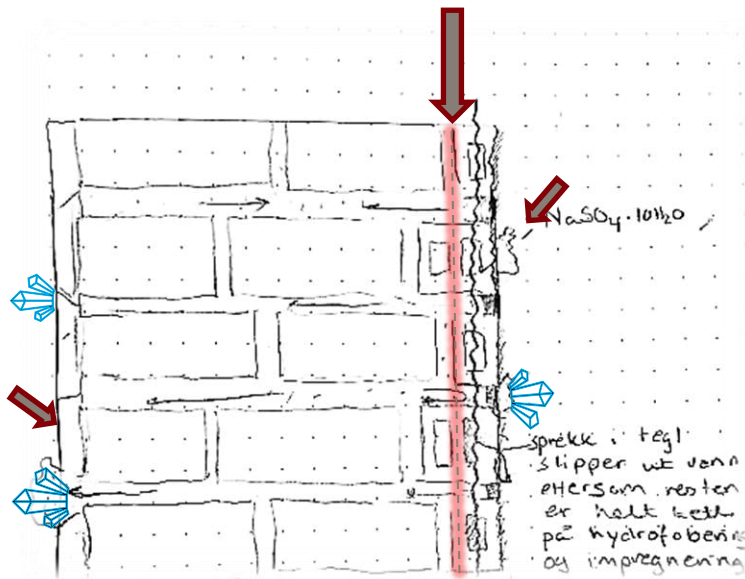


1990

Teglfugene på utsiden brytes trolig ned. Det påføres ny impregnering og ny spekkemørtel, Fukt fortsetter å hope seg opp inne i murverket. Spekkemørtelen er trolig en hydrofobert (vannavvisende) klinkerfug med formål å stenge vannet ute.



Pga. innestengt fukt sprenges tegl i stykker både pga. frost, men også indre spenninger pga. fuktopptaket. Teglsteinen fryser i stykker ca. 6 cm inn. Dette er innenfor petringsteinen (Den minste) og i skillevegg mellom hull 1 og to i halvsteinen. Mellomrommet gir mulighet for enda mere vann å samle seg i dette hulrommet og ved tineprosesser faller stein ned. Bruddet høres ut som hul klang ved å dra hammeren over.



En påfølgende skade er utfellinger av salter på utsiden av veggen der hvor fukt kan komme ut gjennom den tette overflaten. Dette er Natriumsalter av den voluminøse sorten som sprenger i stykker tegl og fuger. Bildet til venstre viser reelt eksempel på skaden som oppstår. Bruddet går mellom hull1 og to i 1/2 stein og utluning av mørtel bak ¼ stein.

5.6. SAMMENHENG MELLOM DETALJER PÅ UTSIDE OG SKADER PÅ INNSIDE

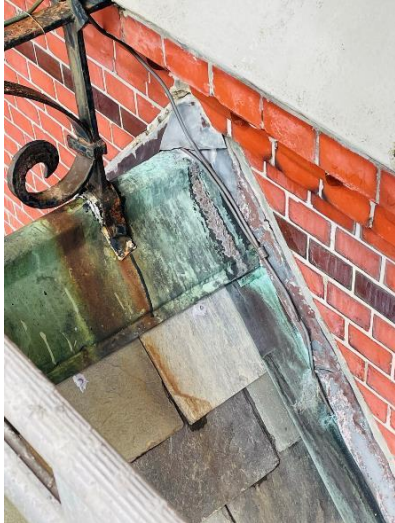
Spesielt i kafeen, i skipet og i trappetårn, er det tydelig sammenheng mellom skader på innsiden og med beslag og avdeknninger på utsiden, samt i forbindelse med utette vinduer. Skadene opptrer ca. 50-100 cm under vinduskarm og 50-100 cm under horisontale bånd på fasaden. Det er tydelig sammenheng mellom saltutfellinger i overgang mellom fasade og skipets tak. I sør-østre trappetårn er det synlige takekkasjer med spor etter rennende vann langs vegg og vanddammer i trapp.



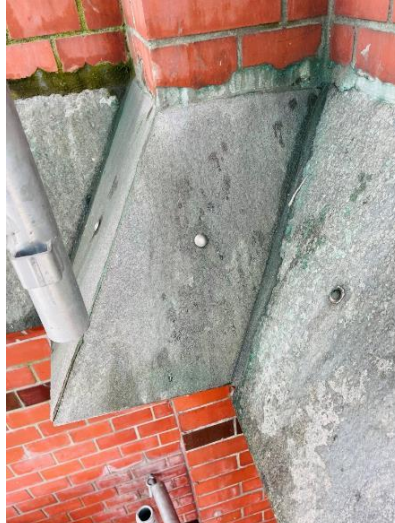
Bilde 52, skader forekommer i hjørner, under beslag, og i overgang tak/vegg. Bildet til høyre er tilsvarende sted som bildet til venstre (farge på pil indikerer tilsvarende sted)

5.7. BESLAG OG DETALJER

Spesielt beslagsløsninger i overgang mellom tak og vertikal flate er svært utsatt for fuktinntrengning. Dette sees spesielt i overgang mellom skipet og tårnet med massive saltutfellinginger på innsiden.



Bilde 53, overgang mellom tak og vegg



Bilde 54, overgang mellom skifer og vegg, samt skjøter mellom skifer og innfesting av skifer.



Bilde 55, Avdekkinger på småtak er med skifer uten fuge og fuksikring.



Bilde 56, Betongtak over portal



Bilde 57, taknedløp, takrenner er sårbare områder.



Bilde 58, Direkte fuktpåkjønning på utette betongavdekkninger gir fuktinntrengning.



Bilde 59, Januar 2023. Skifer, betong og kobber i blanding.



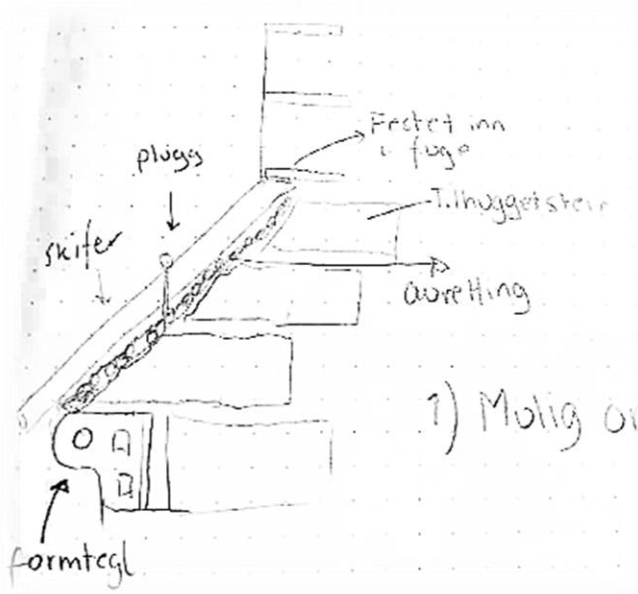
Bilde 60, Antatt 1910. Det er benyttet kalksteinskifer (tavleskifer også på gesims. Mellom skip og tårn. Denne er i dag erstattet med kobber.

5.7.1. UTFORMINGER AV SÅLBENKER OG HORIZONTALT BESLAG- SKIFER OG BETONG

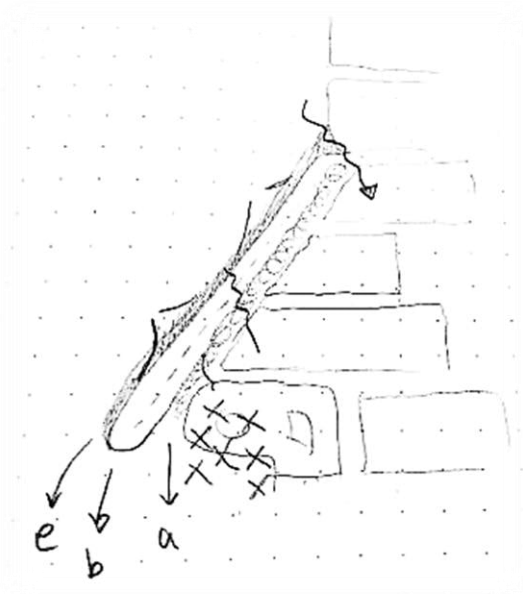
Det er opp gjennom årene skiftet ut en del skifer. Tidlige bilder, se Bilde 60 viser at det har vært skifer på alle avdekninger og gesimser, samt sålbenker. Disse har vært festet i KC mørtel/betong og plugget med bolt. Skiferen har vært murt inn/ festet inn i murverket slik at vann som renner ned langs fasaden renner ned på og over skiferen.

Vann kan komme inn under skiferen gjennom innfestingspunkt i toppen, gjennom boltehullet og foran dersom det er mangelfullt utført dryppnese/utstikket på skiferen ikke har vært langt nok ut. Vanninntrengning medfører saltutfelling i nedkant av skiferen og nedover i murverket. Det er antatt at det er denne utformingen som har medført mange og store skader både utenpå og inne i kirken.

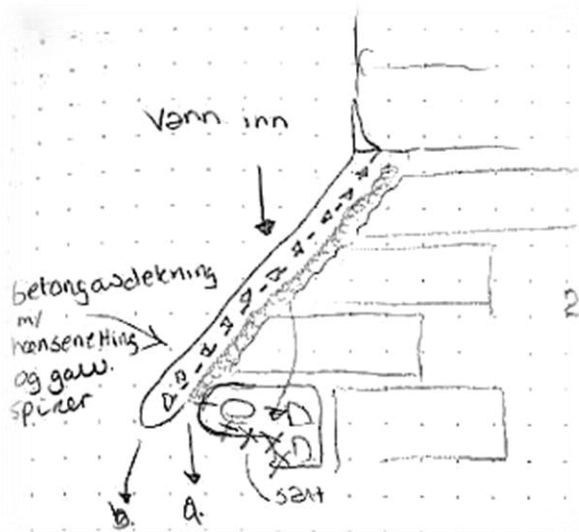
Fordelen er at de unngikk å perforere skifer for innfesting, men ulempen har vært skader i murverket i overkant. Betongen har heller ikke vært tett og dette har den medført til utlutning av kalk og salter som har trukket inn i murverket. Forsegling med sementslemme og organisk maling har kun hatt en begrenset effekt og fordrer på samme måte som impregnering en repetitiv utførelse og kontroll. Dagens organiske maling/belegg har nå stått på fasadene i nesten 30 år. De ble påført på en allerede forvitret og skadet overflate. Malingen ble, som med impregnering, til en ulempe når denne først sprekker opp- da fukt kan komme inn bak belegget, men ikke fordampe bort. Skissene under i Figur 36 til Figur 38, viser antatt oppbygging, skadebilde og utbedringer underveis.



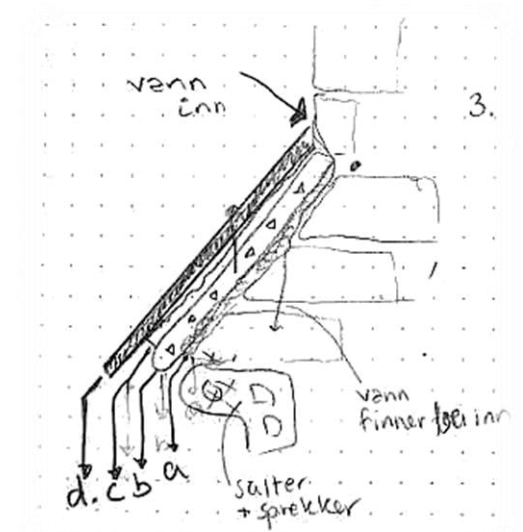
Figur 36, Antatt original løsning. Skifer innfestet inn i murverket, lagt på mørtelavretting og plugget. Tegl under avretting er tilhugget og dermed helt åpen og mottakelig for fukt.



Figur 37, For å bøte på den utette betongen blir det antatt i 1990 påført en fleksibel membran. Denne membranen har hatt midlertidig effekt og deretter medført ytterligere skader. En slik membran har begrenset levetid. Når det blir sprekker i denne, vil fukt som ikke kommer ut bli fanget og bidra til nedbrytning av betongen og utfellingen av enda mere salt nedover i konstruksjonen



Figur 38, To ulike utbedringer av skader i skiferavdekningene. Den første er merket 2. Påstøp av armert betong (hønsenett). Forkanten er avrundet pga. estetikk. Det blir skader i topp av avdekningen når de fjerne skiferavdekningene som er murt inn. Betong er ikke tett, og det trenger vann inn gjennom betongen. Den andre reparasjonen (antatt nyere), merket 3 har påmontert skifer med plugg gjennom underliggende betong. Det er manglende tetting i toppen og salt kan trenge in (skisser: WSP).



5.7.2. SKADER VED VINDUER

Vinduer er ikke vurdert i denne rapporten, men det er tydelig at fuktinntregning i utette vinduskarmen og -tilslutninger har bidratt til skader både på karm og på murverk og puss. Tilstand på vinduer er utarbeidet i egen rapport.



Bilde 61. Fuktinntregning rundt vinduskarm gir malingsavflassing, saltutfelling, og råte i treverk. Tilstand på vinduer er egen rapport.

5.8. NATUR OG KLIMA

Klimatiske forhold kan vi ikke kontrollere. Kombinasjonen av plassering, mengden slagregn og den arkitektoniske utformingen med mange sprang, takflater og materialvalg, samt et tøffere klima med kraftigere vær påkjenning vil være medvirkende til skadeutvikling.

6. FORSLAG TIL UTBEDRING

Kapittelet inneholder en redegjørelse for forslag til utbedring av skader, basert på de undersøkelser som er gjort. Alle undersøkelser av både arkivalia, analyser og observasjoner tilsier at kirken har alltid hatt utfordringer med fuktpåkjening, helt fra oppføring til i dag. I tillegg til uheldige valg av skifermaterialer og beslagsløsninger på oppførelsestidspunkt har utbedringer med betong og fuktsperre medført redusert mulighet for opptørking. De enkelte tiltakene må sees i sammenheng for å oppnå best mulig resultat.



Bilde 62, Slik utbedring er ikke anbefalt

Det er i søknad til biskopen i Bjørgvin pr. oktober 2023 søkt om ytterligere undersøkelser for å gi et så godt grunnlag for detaljprosjektering som mulig.

Dette innebærer kontroll av fukt i hele tverrsnittet, kontroll av hvor dypt det finnes fuktskadede mørtel og test av ulike erstatningsprodukter. Det er også søkt om fjerning av puss i trappetårn og utbedring med hampkalk.

Det er ikke blitt gjort en kostnadsvurdering, da metodikk og løsninger må detaljprosjekteres. Vi anbefaler at dette blir gjort i neste fase av prosjektet, nå som skadebildet er klarlagt.

Utbedringsforslagene og tilhørende materialer er gjort etter helhetsvurderinger og med tanke på holdbare løsninger. Tatt i betraktning bygningens plassering i terrenget vil klimapåkjeningen være fortsatt økende, og det er derfor heller ikke trolig at den vil bli tett. Det blir derfor lagt vekt på materialer og løsninger som ikke i seg selv er årsak til større skader, men som trolig også medfører noe mere forebyggende og løpende vedlikehold.

6.1. FJERNING AV IMPREGNERING

Det anbefales at all eksisterende impregnering forsøkes fjernes for eksempel med kjemisk vask eller lett sandblåsing. Det må gjøres forsøk for å finne egnet metode for rensing av overflaten og måling av fuktopptak etter avrensing. Det utarbeides i egen rapport ulike metoder og anbefalt løsning- denne forventes klar i løpet av oktober 2023 (Moe, 2023).

Det må også vurderes om en ev. ny impregnering etter respekking og utbedring av detaljer kan være en metode.

6.2. REPRASJONER I MURVERK

Det er avvik mellom fuktopptak i spekkefuge og i murmørtel. Dagens spekkemørtel har også et innesperret sjikt av fuktsikring som forhindrer uttørking. Sammen med de impregnerte teglflatene har vann ingen mulighet til å fordampe eller komme ut. Prosjektgruppen anbefaler derfor følgende tiltak. Mørtelvalg er tatt ut fra vurdering av eksisterende mørtlers egenskaper.

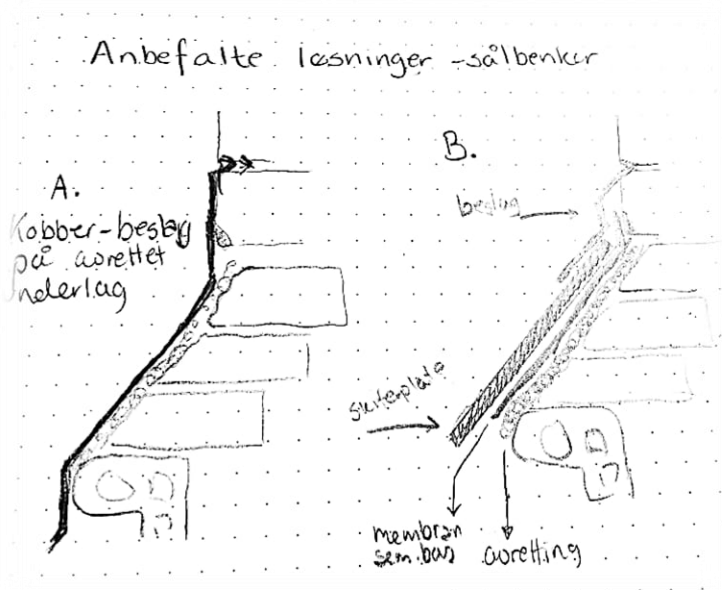
- 1) Utkravingsing av alle fuger

- 2) Erstatning av all ødelagt tegl med tilsvarende egenskaper som eksisterende. Det skal benyttes hydraulisk kalkmørtel tilsvarende NHL 3,5, 0-3 mm kornstørrelse til muring.
- 3) Repsekking med hydrauliske kalkmørtler. Tilsvarende NHL 5, alternativt NHL 3,5, 0-2 mm korning eller tilsvarende etter testfelt. 2 cm krafses ut og respekkes med komprimerte fuger Sortpigmentert med ca. 3% jernoksid tilpasset original fugeutforming.
- 4) Vi anbefaler at det utføres testfelt så snart som mulig for å få langtidsresultater og minimum 2 år med representativ påkjenning.

6.3. ERSTATNING AV ALLE AVDEKNINGER

Alt av betongavdekninger fjernes uten å skade murverket. Skiferplater demonteres. For full kontroll på lekkasjepunkter forutsettes det også at kirkens takflater, kobberhjelmer, takrenner og taknedløp skiftes ut.

Nødvendige reparasjoner i forbindelse med avdekningene skal utføres med tilpasset mørtel og utskifting av tegl. Alle horisontale komponenter skal fuktsikres iht. til prinsipp om to-trinnstetting. Dvs. et beslag med tette tilslutninger under skiferplatene. Skiferplater skal monteres eller det benyttes nye. De skal monteres inn i spor i murverket eller ha overlappende beslag som freses inn i fuge med tilbakebrett.



Figur 39, Skisse til anbefalte løsninger for avdekninger. Løsning A er dekkende kobberbeslag. Løsning B er en kombinasjon av fuktsikring under skifer og beslag i overgang mellom fasade og avdekning (Skisse: WSP).

6.4. UTBEDRING AV BESLAG MELLOM TAK OG VERTIKALE FLATER

Det anbefales at alle beslag i overgang mellom tak og vertikale flater åpnes og etableres på ny. Det skal etableres en to-trinnstetting som forhindrer fuktinnslag i tilslutningen. Løsningen skal detaljprosjekteres. Beslag skal ideelt freses inn i mørtelfuge med tilbakebrett. Fugene skal deretter

tettes med akrylfuge. Beslagene skal gjennomgås hvert 2. år og utbedres etter behov. Dette gjelder spesielt tak på skip mot tårn (over orgelet).

6.5. REDUKSJON AV SALTUTFELLINGER INNENDØRS

Det å bli kvitt saltutfellinger i et murverk er ikke mulig (Balksten & Strandberg-de Bruijn, 2019). I tykke konstruksjoner og murverk er det umulig å komme til alle berørte områder. Saltutfellingene kan allikevel reduseres forutsatt at fasaden er funksjonelle og uten sprekker, riss mv, samt at alt av beslag, tilslutninger og drenering fungerer. Prosjektgruppen anbefaler derfor følgende prinsipielle tiltak og spesifisert nedenfor.

- 1) Minimere vanntilførsel utenfra
- 2) Tilpasse pussjikt innendørs slik at fukttransporten styres og uttørking kan skje
- 3) Klimastyring

6.5.1. KONTROLL PÅ FUKTTILFØRSEL

Vanntilførsel utenfra kan minimeres med kontroll på alt av beslag. Spekkemørtel skal ikke være tettere og ha mindre kapillærsug enn selve murmørtelen. Innendørs skal også overflater være diffusjonsåpne og tillate kapillært sug av vann. På denne måten forhindrer man avsetning av salt på baksiden av puss- eller malingsjiktet. Eksempel på feilaktig innendørs materialer er akrylmalinger, og reparasjoner med sementbasert puss, også moderne svake KC-pusser.

I et tårn er det vanskelig å styre klimaet, men fullt mulig i avgrensede rom. Ved å holde jevn temperatur og RF kan utfelling av salter reduseres. Prosjektgruppen anbefaler kontinuerlig fuktmonitorering på utvalgte plasser i tårnets og skipets vegger med terskelverdier for fysisk kontroll. Det anbefales monitorering i hele veggens tykkelse for å ha kontroll på om tiltak fungerer og for å ev. iverksette ytterligere tiltak. Monitorering vil redusere risiko for råte og saltutfellinger.

Hydrofobering/impregnering av fasadene slik det er gjort i minst 3 omganger tidligere, forutsetter en feilfri fasade og muligheter for å tørke opp. En impregnering kan medføre at saltene avsettes innenfor den impregnerte sonen med sprenging av tegl og fuge som resultat og impregneringen har mistet sin effekt. Det frarådes impregnering.

6.5.2. REDUKSJON AV SALTUTFELLINGER PÅ INDRE VEGGER MED HAMPKALK

Balksten & al. (2019) bruk av **Hampkalk** for kontroll av fukttransport på innendørs vegger. Teknikken er utprøvd med godt resultat i Nya Örgryte Kyrka, Göteborg. **Hampkalk** er en 4:7 blanding med NHL 3,5 og hampfibre. De skadelige sulfatene kan avsettes i Hampkalkens porestruktur som tåler krystallisasjonstrykket uten at selve pussen går i stykker.

Det anbefales prøveprosjekt med hampkalk i et felt bak orgel og i trappetårn. Tykkelse tilpasses det som er mulig eller det sjiktet som erstattes. Hampkalken skal stå for det meste uten overflatebehandling, alternativt ned kalkmaling. Resultater monitoreres hvert år i 5 år.

6.5.3. FJERNING AV PUSS I TÅRN

Det anbefales at puss i hovedtårnet fjernes for å øke muligheten for uttørking av de tykke veggene. Dette medfører tap av historisk dokumentasjon med inskripsjoner. Dette må detalj fotografes og

digitaliseres. Flatene kan med fordel pusses med hampkalk for å hjelpe til med fukttransport og utfelling av salter. Saltene vil aldri bli borte fra murverket.

6.6. UTBEDRING AV DEKORATIVE OVERFLATER INNENDØRS

Det anbefales at maling innendørs over tid erstattes med 100% dampdiffusjonsåpne og tidsriktige malinger, for eksempel silikatmaling eller kalkmalinger. Dette vil bidra til en bedret fuktbalanse i hele veggen. Årsak til saltutfellinger og skader i puss skal identifiseres og utbedres på utsiden før tiltak iverksettes på innsiden.

Skadet puss fjernes bak ødelagt maling utbedres med svak hydraulisk kalkpuss (tilsvarende KKH 50/50, NHL2). Overflatene skal ikke males. alt. overflatebehandles med kalkmaling eller tilsvarende. Linoljeforsterket Limfarge kan også benyttes. Skader i sgrafitto utbedres med hydraulisk kalkpuss og males med sortpigmentert kalkmaling.

6.7. UTBEDRING AV UTENDØRS PUSSFELT

Pussfelt utendørs hugges ned og reetableres med hydraulisk kalkmørtel tilsvarende NHL 5 og NHL 3,5 i en tresjikts slagregntett pussoppbygging. Pussvalg skal gjøres etter prøveprosjekt og pigmenteres iht. opprinnelige utseende

6.8. UTBEDRING AV TILSTØTENDE KONSTRUKSJONER I ANDRE MATERIALER

En større utredning av trekonstruksjon i tårnet, samt i overgang mellom tak og vertikale flater- for eksempel skipets tak og tårnets vegger må utføres og utredes. Det må samtidig sikres at trekonstruksjoner beskyttes mot fuktpåkjenning uten mulighet til opptørking. Det anbefales generelt at alt av råteskadet treverk spunes delvis eller erstattes i sin helhet. Trekonstruksjoner i direkte kontakt med murverk vil ha stor affinitet for inntrengt vann og vil fortsatt råtne. Det må derfor etablere fuktsikring i alle materialoverganger mellom murverk og trekonstruksjon.

7. VURDERING AV VEDLIKEHOLDSFREKVENNS

Tatt i betraktning kirkens skadehistorikk og konstruksjonsmessige utfordringer, er det stor sannsynlighet for at kirken aldri vil bli fuktsikker. Det er sannsynlig at problemer med fuktinntrengning startet straks etter at bygget var ferdigstilt. Selv etter mange forsøk og tiltak gjennom 130 år med teglbytte, bruk av betong, respekking og impregnering har skader kommet tilbake og ofte blitt forsterket med akkumulering av fukt og dertil tilhørende råteskader. Mengden med konstruksjonsdetaljer, bla. tak-fasade tilslutninger og den store mengden med avdekninger gjør at skadeårsak kan være vanskelige å finne og utbedre.

Tiltakene som er foreslått ovenfor vil også gi noen konsekvenser for videre vedlikehold:

- Respekking av konstruksjonen med mer dampdiffusjonsåpne materialer vil gi raskere forvitring av fuger utendørs
- Innefukt i konstruksjonen vil trekke innover og kunne gi fortsatt saltutfellinger
- Konstruksjonens kompleksitet gjør det umulig å komme til alle deler
- En utbytting av tegl nå gir ingen garanti for null skader på murverk i de neste 10 år.

Vedlikeholdsfrekvens er satt til 7-10 år basert på erfaringer fra liknende kirker i Sverige. Dette innebærer nødvendig erstatning av fuger, utbedring av beslag og utbytting av tegl som over tid har blitt frostskaadet.

Det anbefales monitorering av fuktinnhold i murverk i felt som skal pusses med Hampkalk, samt monitorering av temperatur og RF i murverk og i tårnet på alle nivåer. Avvik kan da oppdages raskt og tiltak iverksettes.

Monitorering av selve murverk i tårnet vil gi indikasjoner på om tiltak med respekking og fjerning av impregnering og puss gir bedre fuktbalanse i murverket.

8. REFERANSER

1881.no. (2023, oktober). Hentet fra www.1881.no

Balksten, K., & Strandberg-de Bruijn, P. (2019). *Hampakalk, tilläggsisolering på reveterade trähus och saltskadat tegelmurverk*. Lunds Universitet.

Balksten, K., Lindholm, M., & Lange, J. (2012). *Fuktproblem i salt- och frostskadat tegelmurverk*. Göteborg stift.

Bergen Byarkiv. (2022, Mars). Referater og dokumentasjon fra Johanneskirken Byggekomite 1888-1894.

Bergen Byarkiv. (2023, 10). Hentet fra <https://foto.bergen.kommune.no/fotoweb/>

Bergens tidende. (1934, Januar 10). *Bergens tidende*, s. 4.

Byggekomiteen. (1890). BBA_A-0220_E_L0008.Pdf, s 19. *Referater og dokumentasjon fra Johanneskirken Byggekomite 1888-1894*. Bergen Byarkiv.

Byggekomiteen. (1892). BBA_A-0220_E_L0008.pdf, s. 231-241 . *Referater og dokumentasjon fra Johanneskirken Byggekomite 1888-1894*. Bergen.

Dagbladet. (1932, Juli 9). Annonse. *Dagbladet*, s. 12.

Den norske kirke. (2023, 10). *Kirkesøk- kirkebyggdatabasen*. Hentet fra Kirkesøk: www.kirkesok.no/sok

Egge, J.-T. (2023, 10). *nygotikk: Norske-Kirker.net*. Hentet fra norske-kirker.net: www.norske-kirker.net

Fagertveit, J. V. (2018). *Johanneskirken Tilstandsrapport 2023*. Bergen: Akasia.

Gillow, J. E. (2000). *"...En dag i dine forgårde er bedre end tusinde ellers..." Johanenskirken i Bergen 188-94. Byggeprosjektet og aktørene*. Universitetet i Bergen. UIB.

Gjesdal, C. O. (1984). *Historien om en bedrift: Rieber & Søn A.S- Bergen*. Hentet fra https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2007071604047

Graf, E. (1942). *Hva jeg kan tilby mine kunder*. Oslo: Haakensen. Hentet fra https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2013101508165

Lampi, C. (2017). *Alt om tegl i Teknisk ugeblad 1854-1965*. Teglverk.no.

Lampi, C. (2023). *Bø teglverk (Bergens teglverk)*. Hentet fra teglverk.no: <https://teglverk.no/bo-teglverk-bergens-teglverk/>

Marcus, *Spesialsamlingene ved Universitetsbiblioteket Bergen*. (2023, 10 10). Hentet fra marcus.uib.no: <https://marcus.uib.no/search/?q=Johanneskirken>

Moe, M. (2023). *Avrensingsforsøk Johanneskirken*. Oslo: WSP Norge AS.

- Morgenavisen. (1934, Januar 4). *Morgenavisen*, s. 6.
- Riksantikvaren. (1981, 10 21). RAKV-S-6224-D-Da-Da12-0002-045-0001.pdf. Oslo.
- Riksantikvaren. (1993, 11 17). RAKV-S-6224-D-Da-Da-0002-0045-0001.pdf. Oslo.
- Roman, C. I. (2022, 4 6). Johanneskirken, Miniseminar 6 april 2022. Bergen.
- Roman, C. I. (2023). *Johanneskirken, Bergen. Registreringsarbeid 2023*. Bergen: Akasia.
- Seir, T. (2020). *Analyserapport R200608*. Seir Materialanalyse A/S.
- Seir, T. (2023). *Analyserapport R230805*. Seir Materialanalyse A/S.
- Seklima.no*. (2023). Hentet fra Seklima.no: www.seklima.met.no
- Sintef Byggforsk. (2023, mai). 451.031 Klimadata for dimensjonering mot regnpåkjønning. Hentet fra https://byggforsk.no/dokument/3331/klimadata_for_dimensjonering_mot_regnpaakjønning
- Slapø, F., Kvande, T., Bakken, N., Haugen, M., & Lohne, J. (2017, august 9). Masonry's Resistance to Driving Rain: Mortar Water. *Buildings*, 2017. doi:10.3390/buildings7030070
- Store Norske Leksikon (2005-2007. (u.d.). Norske arkitekter fram til 1900. Hentet Oktober 15, 2023 fra <https://snl.no/.taxonomy/3276>
- Svenska kyrkan. (2023, 10 19). *Oscar Fredriks kyrka*. Hentet fra [svenskakyrkan.se: https://www.svenskakyrkan.se/platser/2424-goteborgs-oscar-fredriks-forsamling-oscar-fredriks-kyrka](https://www.svenskakyrkan.se/platser/2424-goteborgs-oscar-fredriks-forsamling-oscar-fredriks-kyrka)
- Torvanger, Å. M. (2022, Oktober 10). *Norsk biografisk leksikon*. Hentet fra SNL.no: https://nbl.snl.no/Herman_Backer
- Tufvesson, M. (2020). *Prosjektering utvendige fasader (foreløpig)*. BErgen: Akasia.
- Tufvesson, M. (2020). *Prosjektering utvendige fasader (foreløpig)*. . Bergen: Akasia.
- Ullersdorfer Werke. (1905). *Ullersdorfer Werke, Kunstziegel und Tonware Fabrik*. Nieder Ullersdorf: Gürlitz.
- Wallace, J. (2022, august). *Method Statement and Specification*. Hentet fra [Saxumstonemasons.co.uk: Saxumstonemasons.co.uk](http://Saxumstonemasons.co.uk)
- Wikipedia. (2023). *Nygotikk*. Hentet fra Wikipedia: <https://no.wikipedia.org/wiki/Nygotikk>
- Winerberger GmbH. (2015, 08 27). Ytelseserklæring FZ 148 Heide 4/4 Eckstein. HANNOVER.

10.11.2023

X Camilla Sandem Dhelie

Utarbeidet av

Signert av: Dhelie, Camilla Sandem (NOCD200593)

13.11.2023

X Lars Edvard Bergdal

Godkjent av

Signert av: lars.edvard.bergdal@wsp.com



JOHANNESKIRKEN, BERGEN

Registreringsarbeid 2023

Vedleggsdokument, Forprosjekt
rapporttilstandsanalyse med forslag
til tiltak (1006530-MoT-001-20230511)

Rehabilitering av Johanneskirken

Forprosjekt / Registreringsarbeid

Oppdragsgiver:

Bergens kirkelige fellesråd v/ kirkebyggsjef Arne Tveit

Prosjektering:

Akasia Kirke og Gravplass AS

WSP AS

Prosjektleder:

Frank Erik Henriksen

Prosjektkoordinator:

Tove Fredriksen

Muransvarlig:

Martin Tufvesson

Rådgiver, materiellteknikk:

Camilla Sandem Dhelie

Arkitekt MNLA:

Carmen Isabel Olsen Roman

Prosjekt kategori:

Rehabilitering

Forside bilde :

Konkurranseutkast,
fasadetegninger M. Backer

Bergen, August 2023

Innhold

- 1 Oppdraget (1006530-MoT-001-20230511)
 - 1.1 2023: Registreringsarbeid og metode
 - 1.2 2023: Bakgrunn og undersøkelser
 - 1.2 2023: Ny tilstandsvurdering
 - 1.3 2023: Oppsummering
- 2 Eksteriør - Murverk / Tilstand
 - 2.1 Tårn, øst
 - 2.2 Tårn, sør
 - 2.3 Tårn, nord
 - 2.4 Tårn, vest
 - 2.5 Skip, sør
 - 2.6 Skip, nord
 - 2.7 Skip, vest
- 3 Interiør - Fukt / Tilstand
 - 3.1 Tårn, øst
 - 3.2 Tårn, sør
 - 3.3 Tårn, nord
 - 3.4 Tårn, vest
 - 3.5 Skip, sør
 - 3.5.1 Søndre Korsarm
 - 3.5.2 Kor - Trapperom - Cafè mot sør
 - 3.6 Skip, sør
 - 3.6.1 Nordre Korsarm
 - 3.6.2 Kor - Trapperom mot nord
 - 3.7 Koret, mot vest
 - 3.8 Orgelgalleriet, mot øst
- 4 Eksteriør - Avdekninger
 - 4.1 Fasade, øst
 - 4.2 Fasade, sør
 - 4.3 Fasade, nord
 - 4.4 Tårn, vest

1.1 2023: Registreringsarbeid og metode

Dokumentet er et vedlegg til rapport: *Forprosjekt rapport-tilstandsanalyse med forslag til tiltak*. Rapporten er skrevet på oppdrag for Bergen Kirkelige Fellesråd. Undersøkelser og arbeider har pågått i perioden februar 2023 til august 2023, med utarbeiding av rapport og vedlegg til oktober 2023.

WSP Norge AS (WSP) v/Camilla Sandem Dhelie har sammen Akasia v/Martin Tufvesson og Carmen Isabel Olsen Roman gjennomført undersøkelsene er gjort over 5 dager i perioden februar-april 2023 fra lift. Det er utført en tilstandsvurdering av alle murte og pussete flater på Johanneskirken, Bergen, både eksteriør og interiør. Bakgrunnen er tidligere registrert fuktproblematikk. Oppdraget har inneholdt skaderegistrering, identifisering av årsaker og med forslag til tiltak. Det er ikke utført detaljprosjektering av tiltak. For å forstå problemstillinger og original materialbruk har det vært en gjennomgang av arkivalia. Kvalitetssikring er gjennomført som sidekontroll i arbeidsgruppen og av Margrethe Moe (WSP).

1.2 2023: Bakgrunn og undersøkelser

Johanneskirken tilhører en generasjon murte kirker fra slutten av 1800-tallet som har utfordringer med fukt.

Felles for disse kirkene er stil og byggeteknikk. De er nygotiske i stilen med blankmurt tegl og murverket et er massivt, utført med hardbrent fasadetegl og lettere brent tegl i bakmur. Murtmørtelen er oftest ren kalkmørtel eller en svak KC-variant. I fasaden er det som oftest smale fuger spekket med pigmentert sementholdig spekkemørtel. I tillegg ble det ofte brukt avdekninger av skifer lagt i mørtel rett på murverket, men også kobber eller annen naturstein der hvor det var ønskelig. Kirkene gjenkjennes ved et utall av spir og takutspring, spissbuer og ornamentikk utført med profilstein i murverket. Det er spesielt kirkene murt med hardbrent fasadetegl som kan sammenlignes med Johanneskirken. Når disse murverkene først blir fuktige, har den tette overflaten vanskelig for å tørke ut, det blir frostskafer med forvitring av fuger og spalting av tegl.

Hvorfor er disse kirkene utsatt for så store og sammenlignbare skader? Arkitektene hadde stor tro på egenskapene til de nye materialene som ble gjort tilgjengelig som følge av den kraftig voksende industrialiseringen og det økte utbyggingstempoet. Nye materialer og byggeteknikker ga problemer som ikke hadde vært til stede i tidligere byggverk. I påfølgende år fra begynnelsen av 1900-tallet blir skadene færre, men byggemetoden endrer seg også.

Rapporten tar sikte på å gjøre rede for skadebilde og mulige årsaker, og ved å vurdere generaliteten i skadene om dette også kan overføres til andre tilsvarende bygninger. Et viktig spørsmål rapporten ønsker å besvare er om kirken noen gang har vært tett og om den noen gang kommer til å bli tett selv med korrekt rehabilitering. Mange av disse nygotiske kirkene har en arkitektur med så mange muligheter for lekkasjer, at man kan spørre om denne konstruksjonen kan fungere?

Gjennomførte undersøkelser:

- Skader er kartlagt ved visuelle metoder fra lift både på utside og innside.
- Identifisering og kategorisering av skadetyper
- Analyser av mørtel og salter
- Kartlegging av mur-materialer (mørtel, tegl, puss, maling og støp)
- Kartlegging av rehabiliteringshistorikk
- Gjennomgang av arkivalia og annen litteratur

1.3 2023: Ny tilstandsvurdering

Tilstandsvurderingen har hatt som mål å avdekke omfang av skader, mulige årsaker, sammenhenger og vurdere tiltak etter hvert som kompetansen om murverket har vokst. Vurderingene er gjort fra lift, og det er i første omgang kun utført en nivå 2 undersøkelse med visuell kontroll, bruk av hammer for å identifisere bom, nedplukk av løse biter, og til slutt prøvetaking. Det er gjennomført enkle undersøkelser av fukt med fuktindikator (Protimeter Aquant 2 Fuktsøker).

Det er tatt 21 ulike materialprøver i 2 omganger som er sendt til analyse hos Seir Materialanalyse se rapport R200608 og R230805 fra Seir. Hensikten er å forstå skademekanismer forårsaket av fukt, salt og finne egnede erstatningsmørtler.

1.4 2023: Oppsummering: Fasadene

På avstand er det vanskelig å se skadene. På nært hold blir skadene både mer synlige og ved kontroll av bom (løse partier) blir omfanget faretruende og kritisk. Det er gjort et anslag at omtrent 40% av all fasadetegl i tårnets 3 øverste etasjer må skiftes ut pga. sprekker, riss og frostsprengning. Det er allikevel relativt få tegl som har synlige frostskafer i overflaten, disse er trolig byttet ut tidligere. De dype sprekke og vedheftsbruddet ligger inne ved teglens første hull, ca. 6 cm. De synlige skadene skjuler antageligvis et mye større omfang, og de 40% er derfor et forsiktig anslag av det som må byttes ut.

Flest skader finnes i tårnets sør-østre og østre fasade. Det er store bompartier, vertikale sprekker ved ommurte hjørner og harde, krystalliserte saltutfellinger i pussede fordypninger. Disse forekommer også på skipets nordside. Det er saltutfellinger i fugene i de ikke-impregnerte feltene i den murte konstruksjonen i våpenhuset/portal. Nordre side preges av skader pga. manglende uttørking etter ødelagte nedløp.

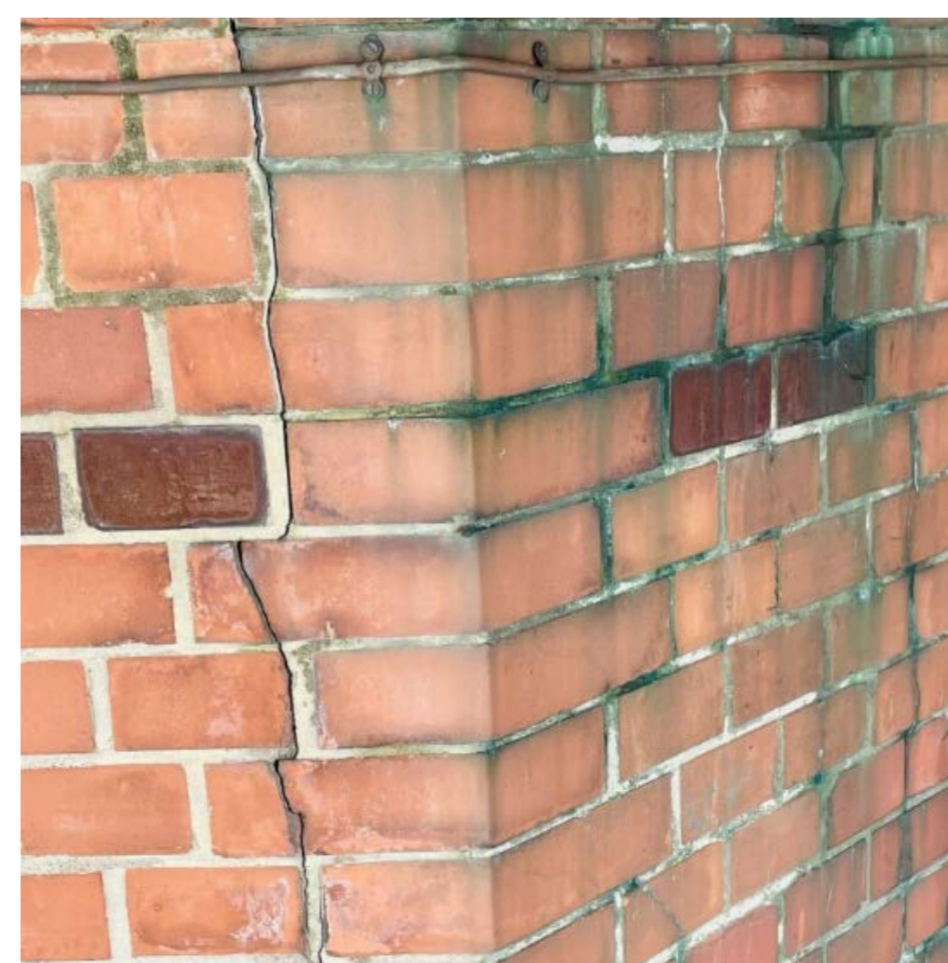
Skipets og korets fasader har relativt få skader, trolig pga. både bedre beskyttelse og beliggenhet i terrenget og fordi veggene har en mindre tykkelse som bidrar til uttørking fra innside. Mens tårnet har blitt murt massivt i opptil 3 meters tykkelser, har skipet og koret kun 67 cm veggtykkelse og bedre muligheter for gunstig fukttransport. Skader i disse områdene er derfor mest relatert til utette, mangelfulle beslag og avdekninger.

Fasadene har et melkeaktig slør forårsaket av de mange omgangene med fuktsikring og impregnering. Det er i tillegg spor etter vinkelsliper etter forsøk på å fjerne søl fra påføring av sementslemme på betongavdekninger.

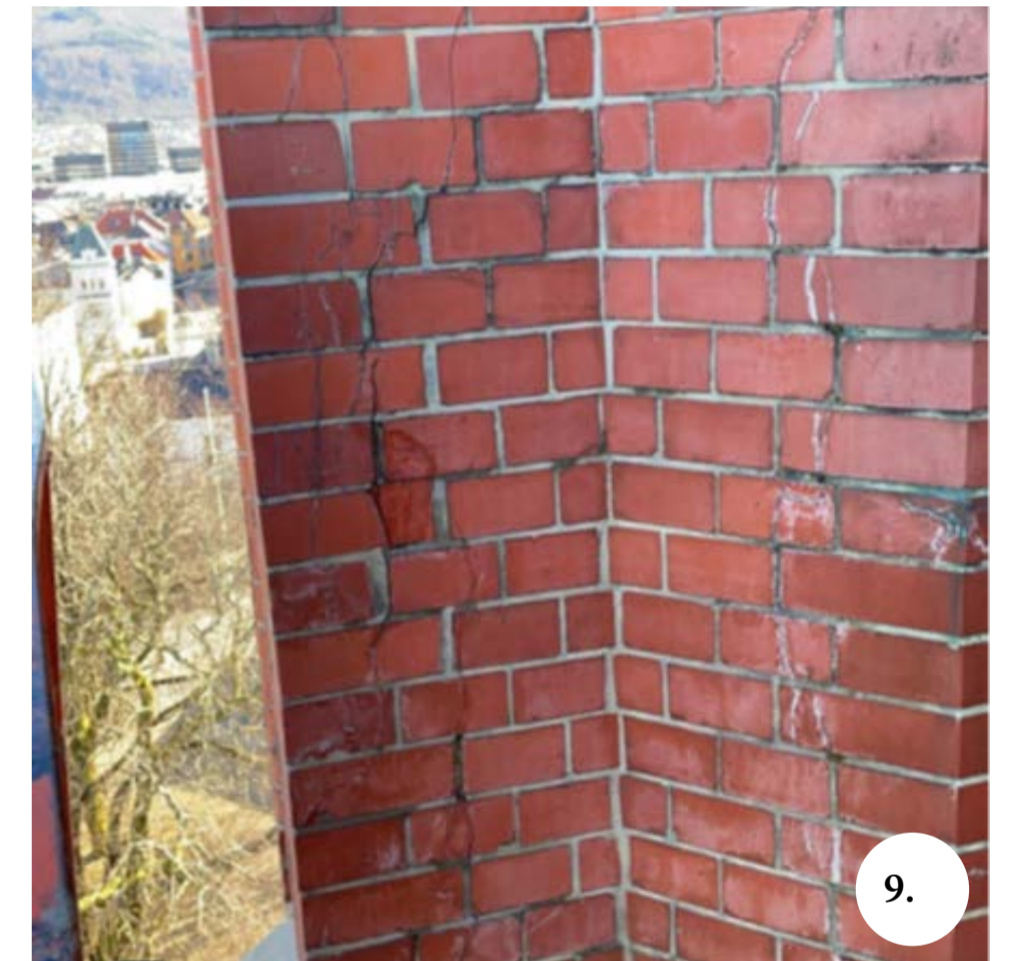
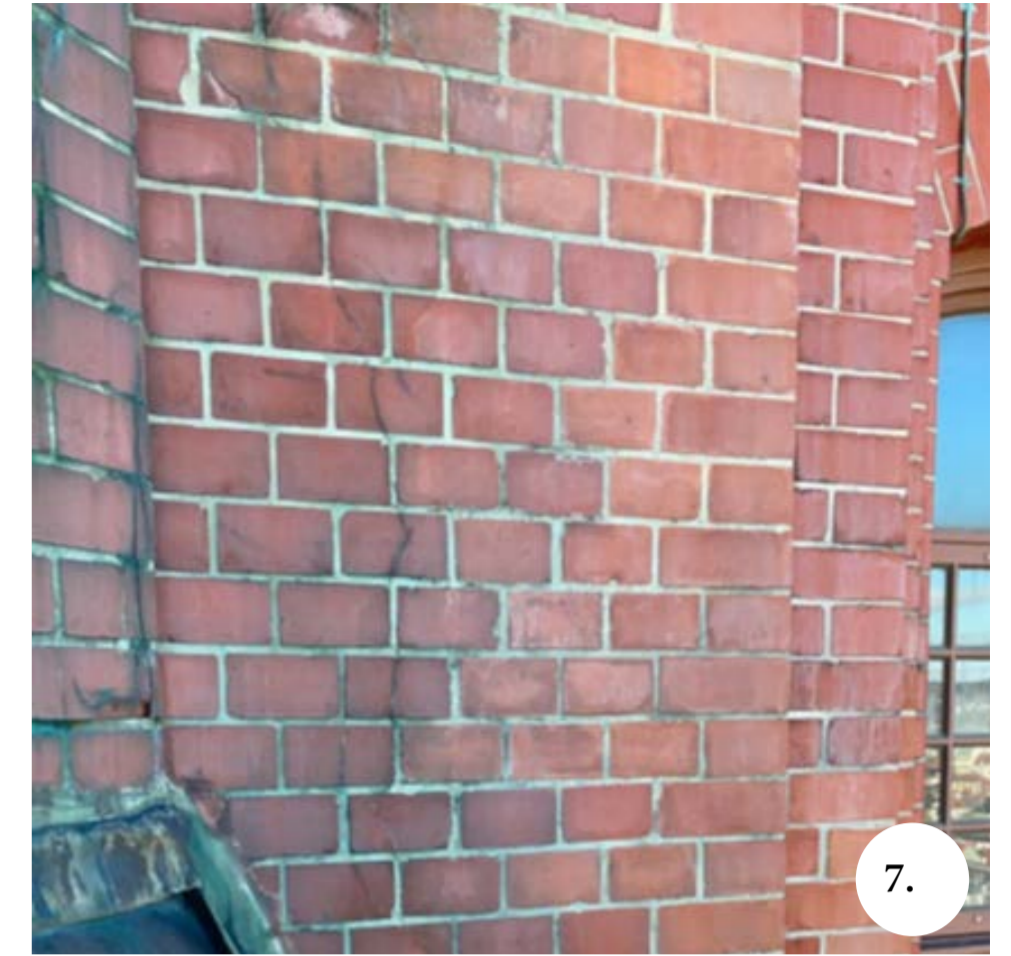
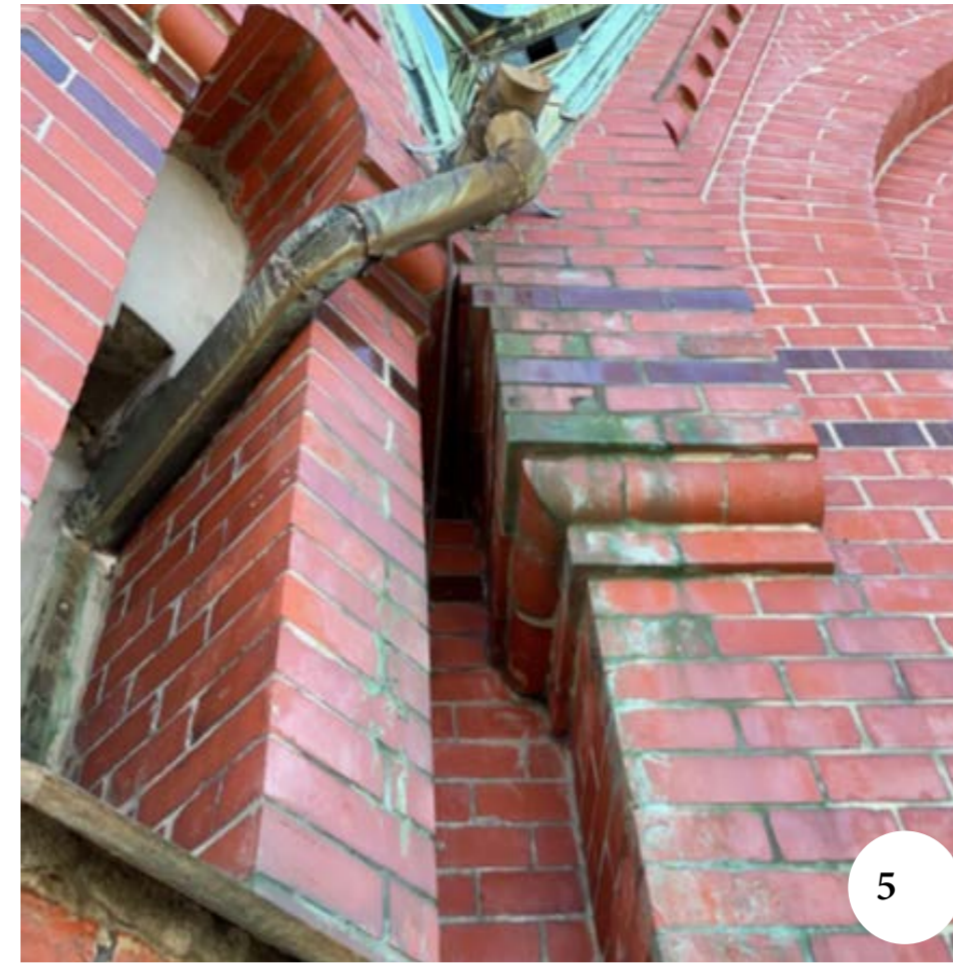
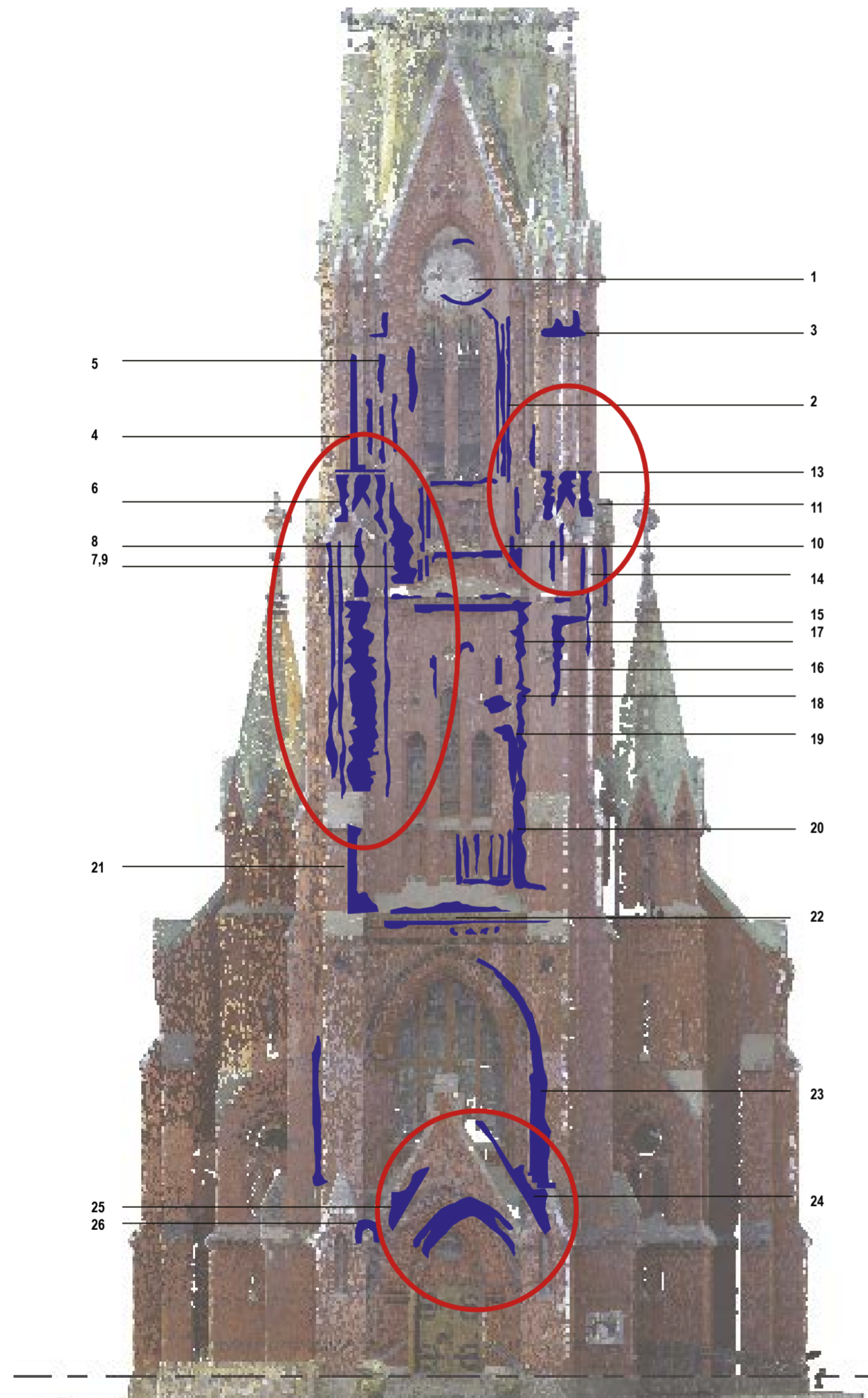
En murkonstruksjon er ikke slagregntett og må derfor konstrueres slik at fukt kan dampdiffundere eller kapillært suges ut av fasaden gjennom sol, vind eller temperatur. Effekten av tette sementfuger og impregnering er tydelig i smelteperioden i februar-mars. Vann pipler gjennom riss i teglstein forårsaket av de spenninger som oppstår i et gjennomvått murverk med en svært liten, men allikevel merkbar volumutvidelse. I en åpen mørtelfuge og skal fukt kunne kapillært unnslipe gjennom fuger. Spekkemørtelens sammensetning og påførte impregnering har medført at fukten sperres inne og enkleste vei ut av fasaden er gjennom mikroriss i tegl eller i partier med reparasjonsmørtel som ikke er impregnert. Det er antatt at skadene hadde vært enda større dersom Johanneskirken hadde vært murt i kalkmørtel og spekket med sementmørtel slik som de fleste andre samtidige kirker.

Kilde: Forprosjekt rapport-tilstandsanalyse med forslag til tiltak (1006530-MoT-001-20230511)

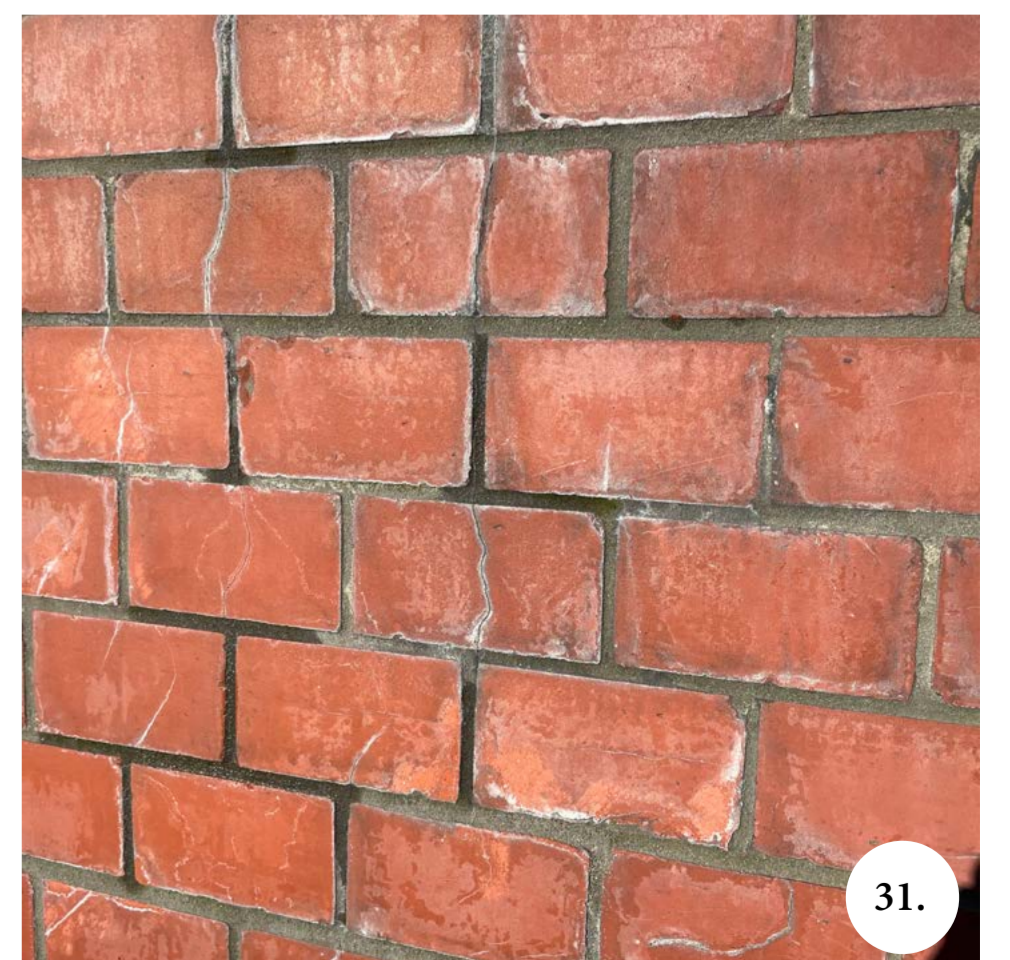
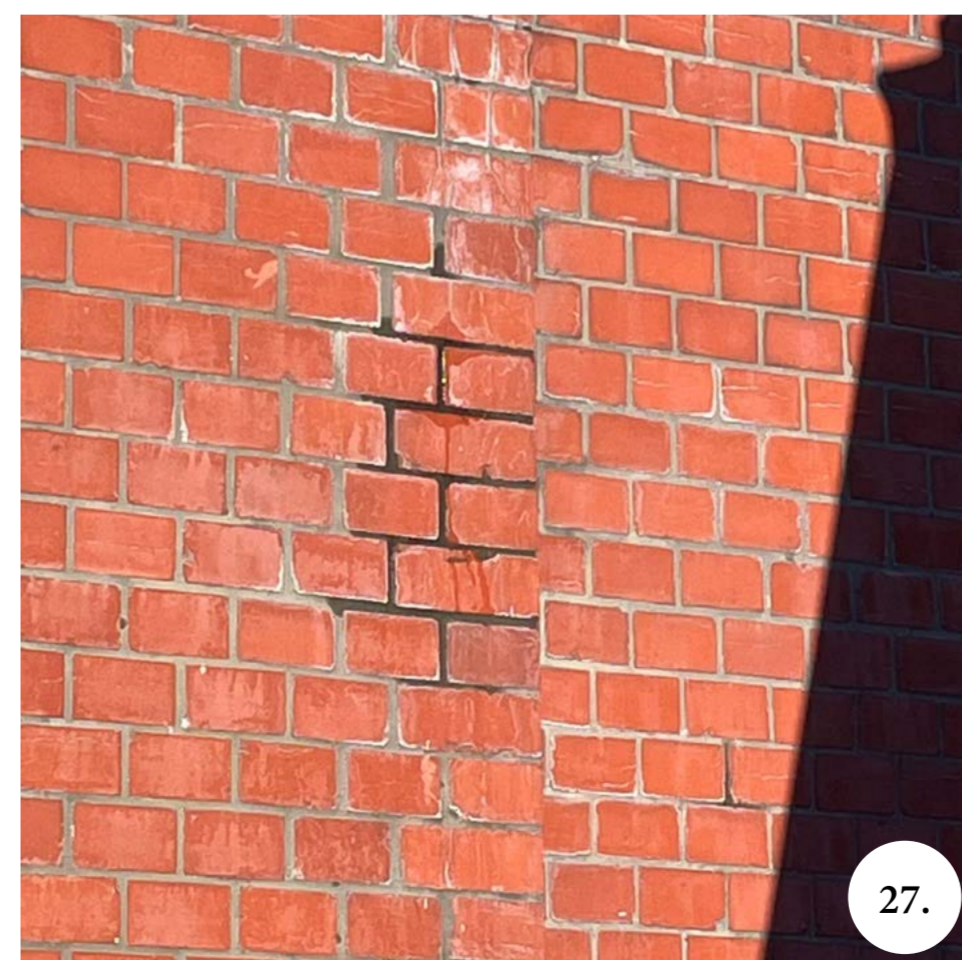
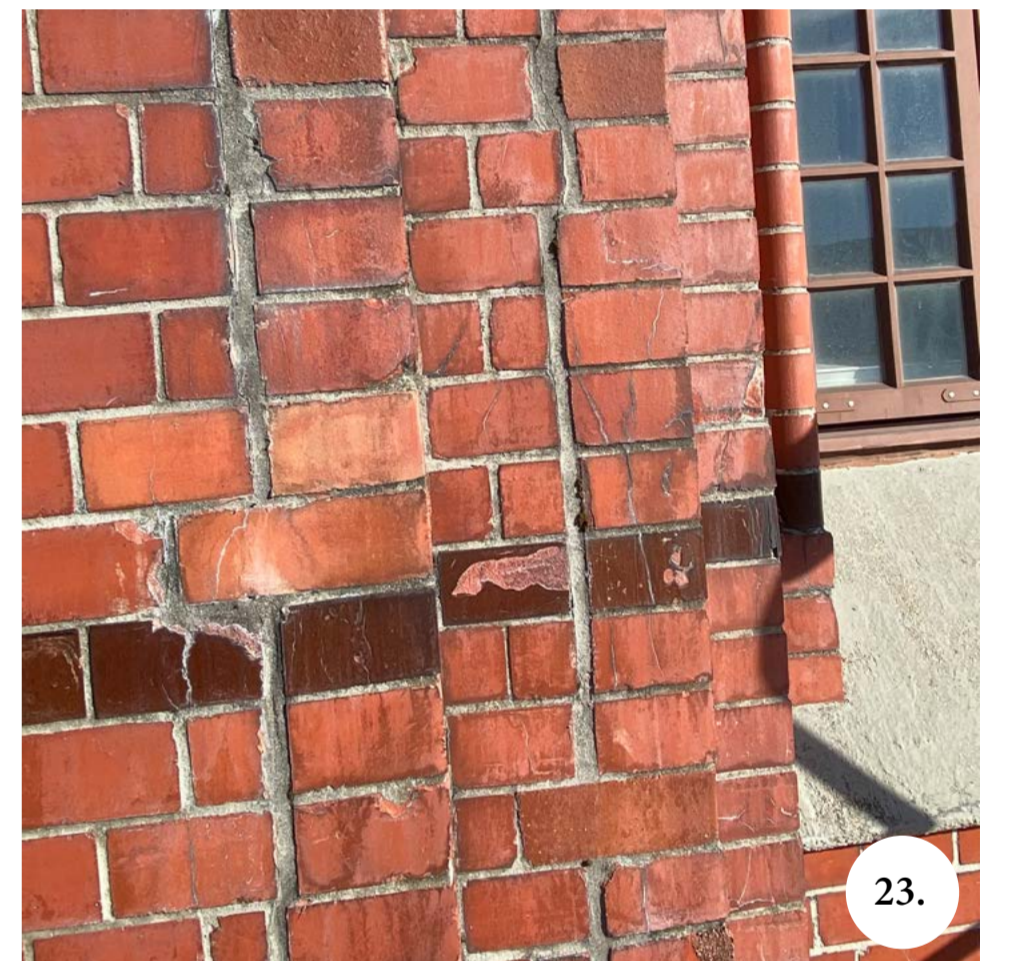
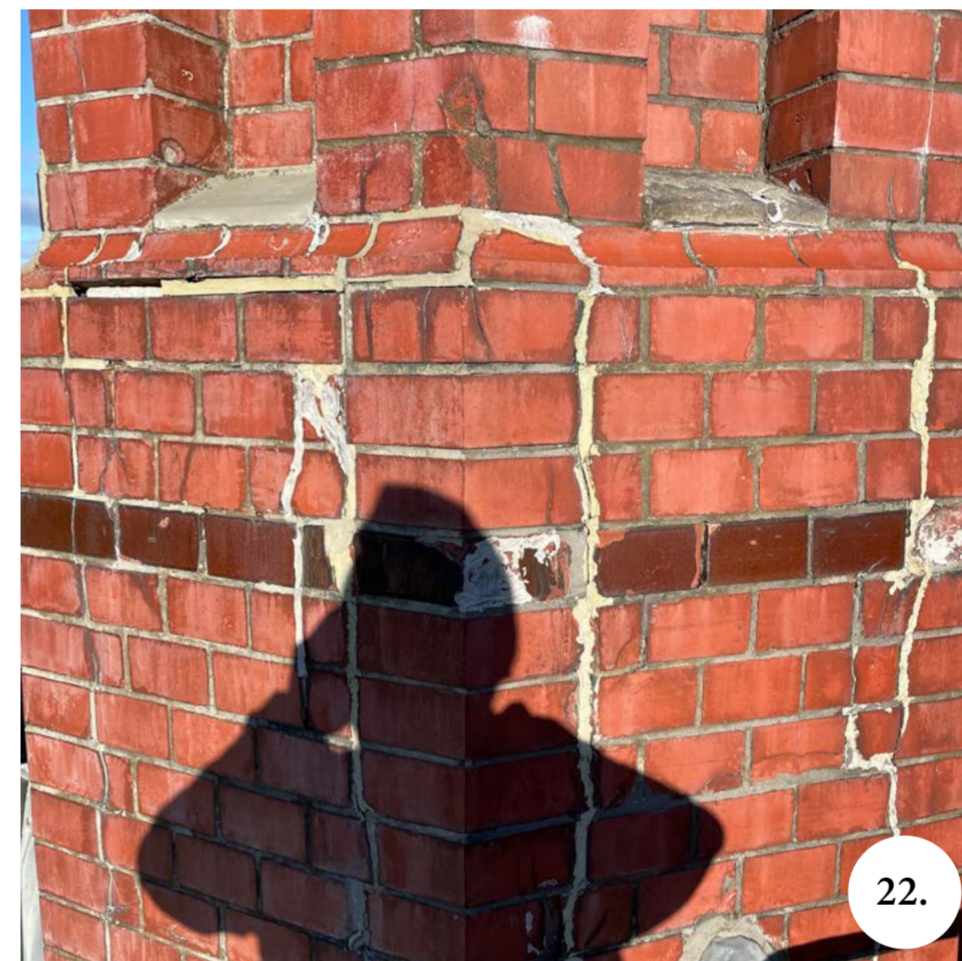
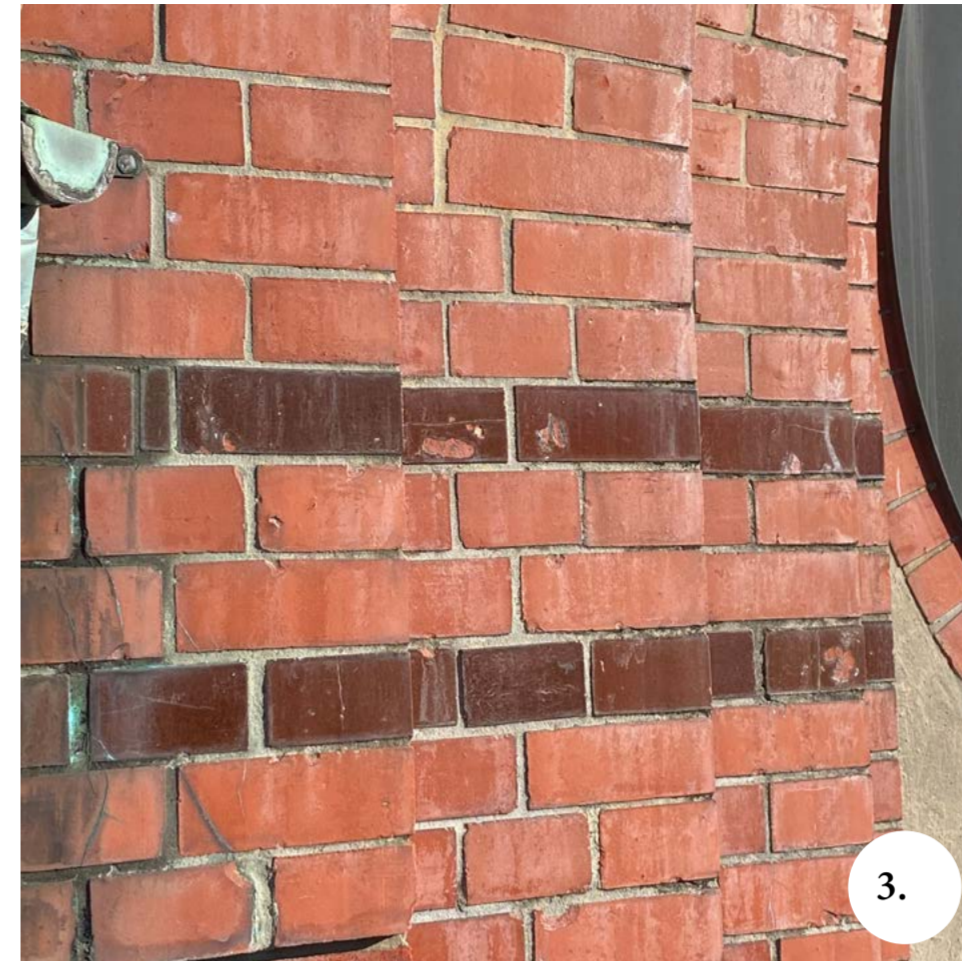
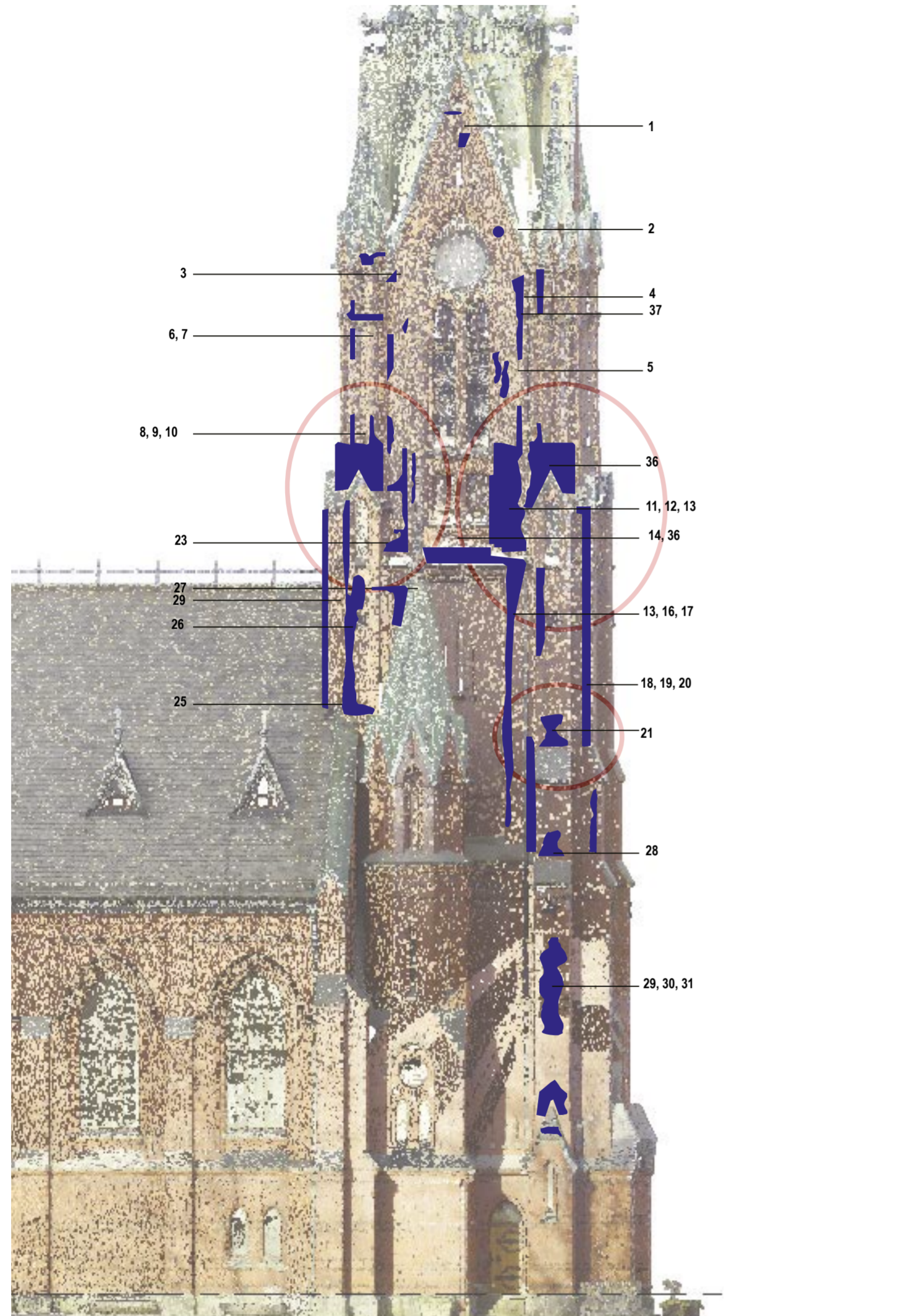
Foto: Martin Tufvsson, Akasia AS



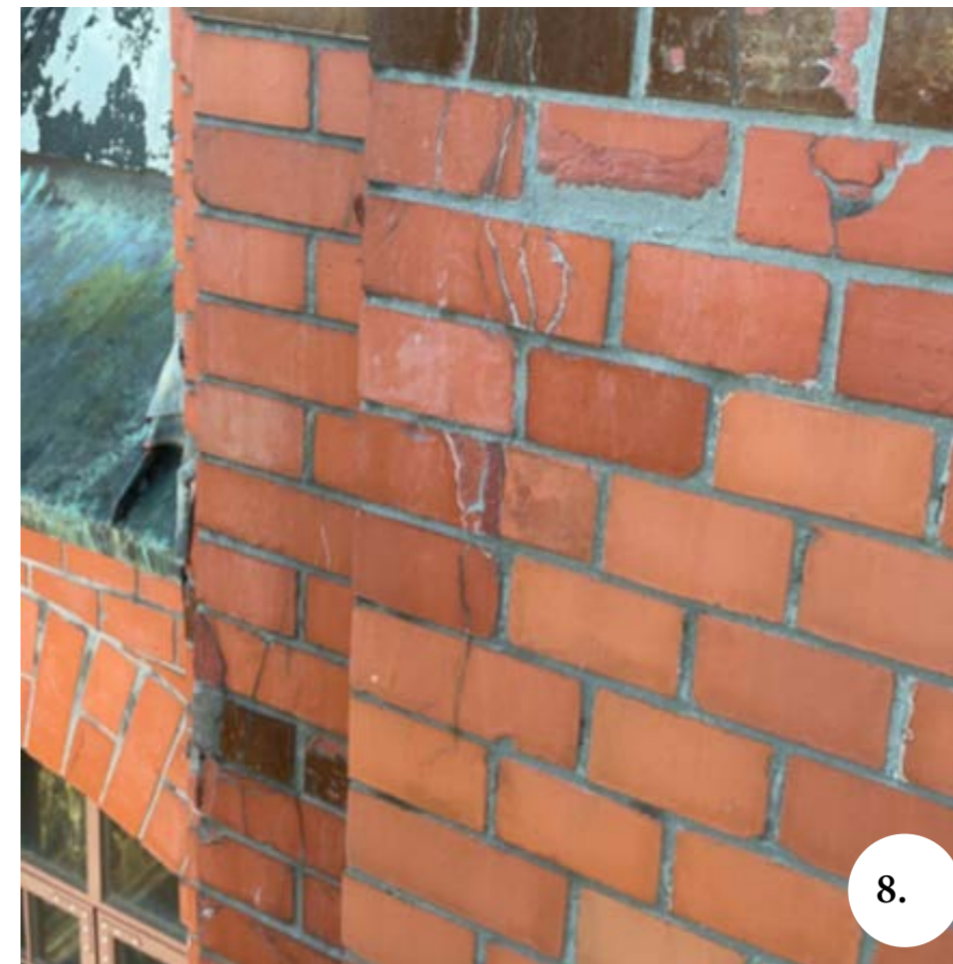
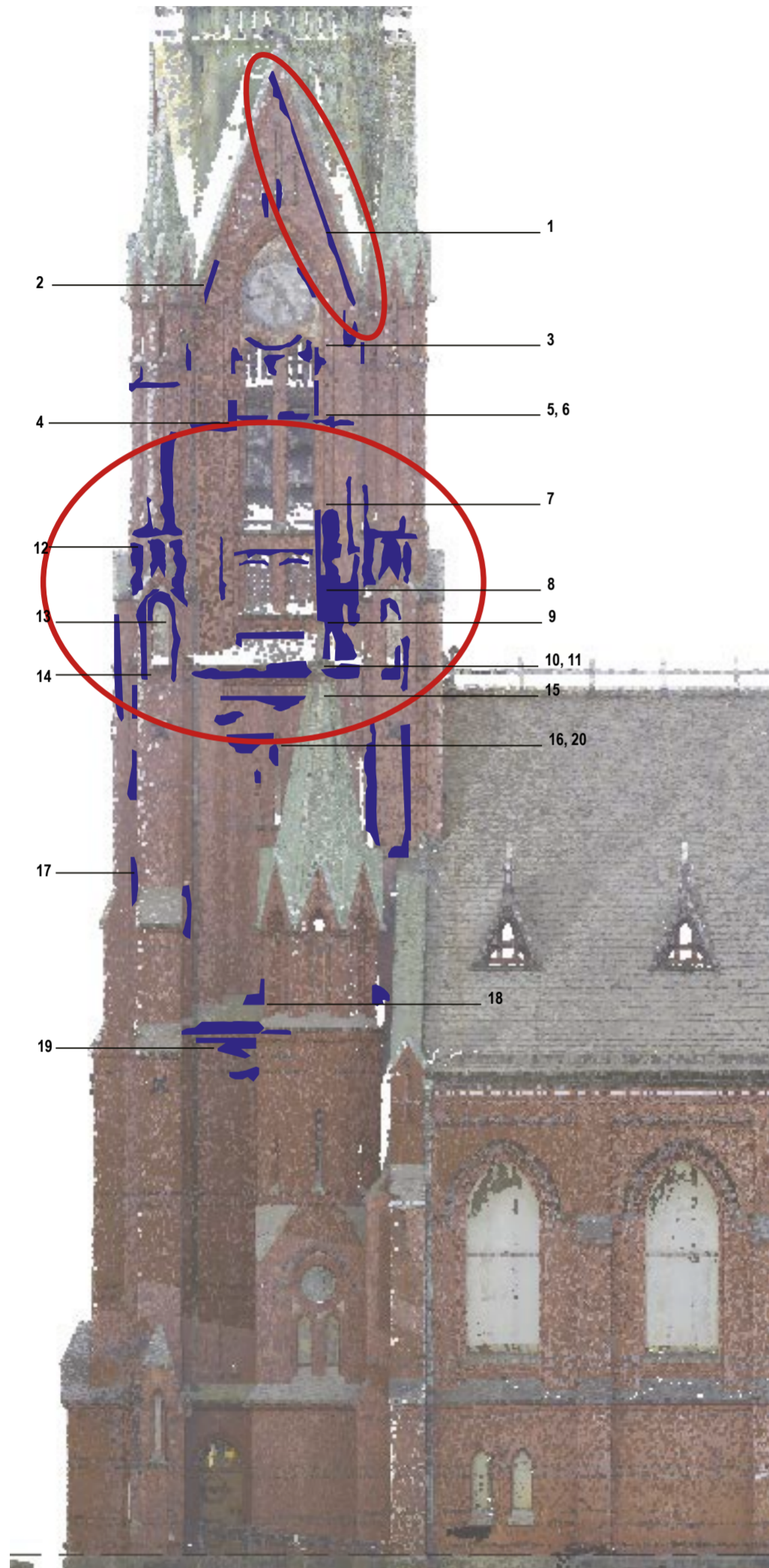
2.1 Tårnet - Øst fasade



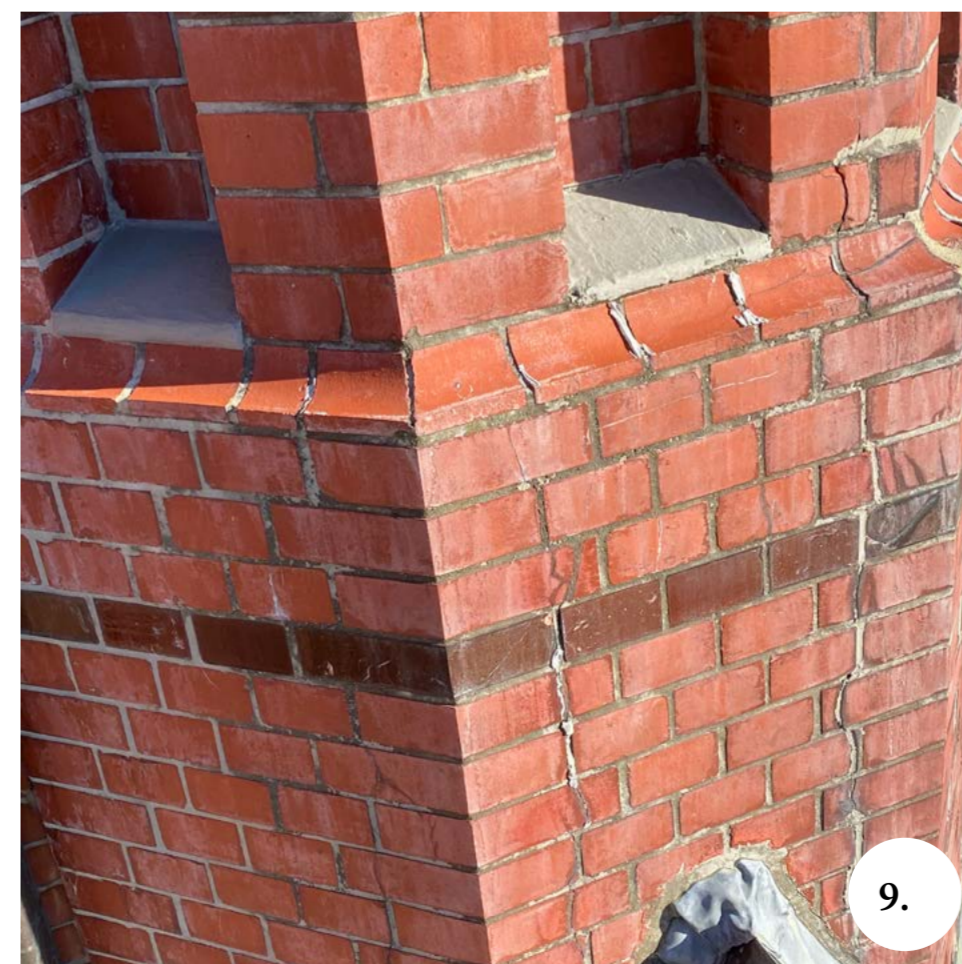
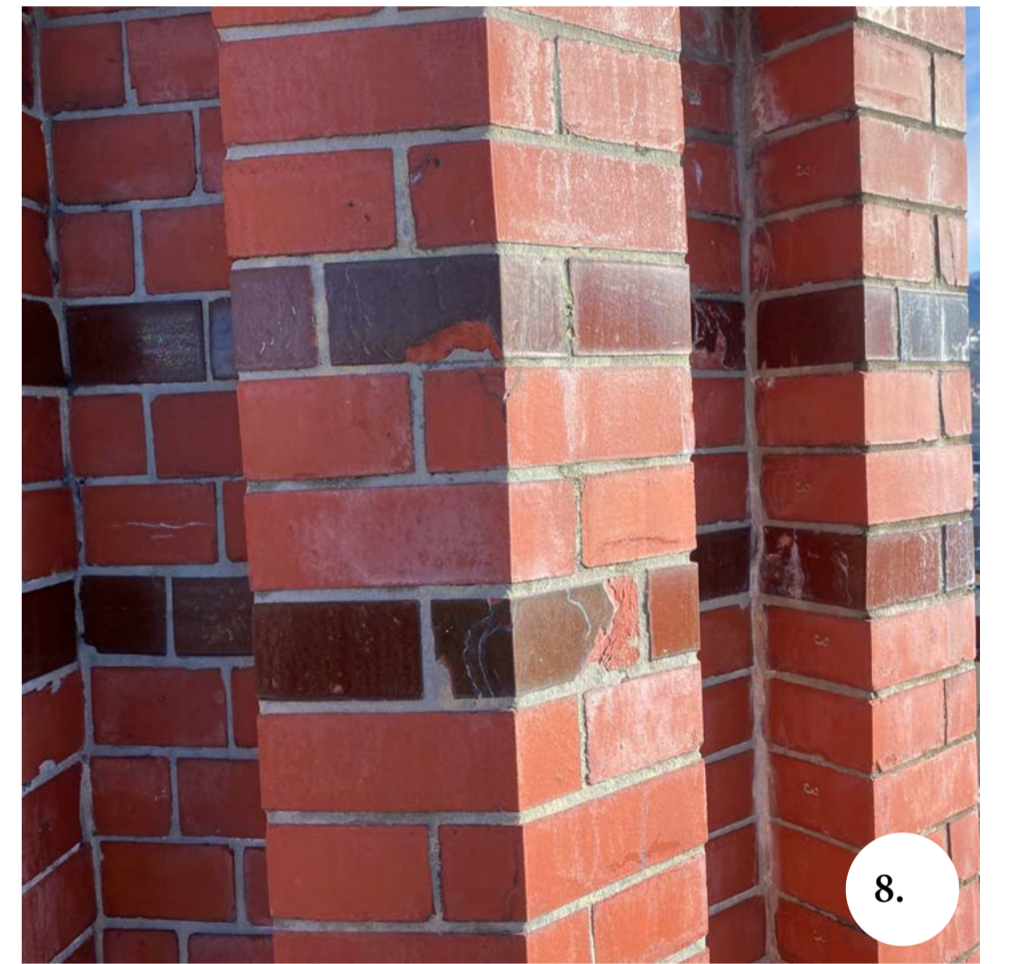
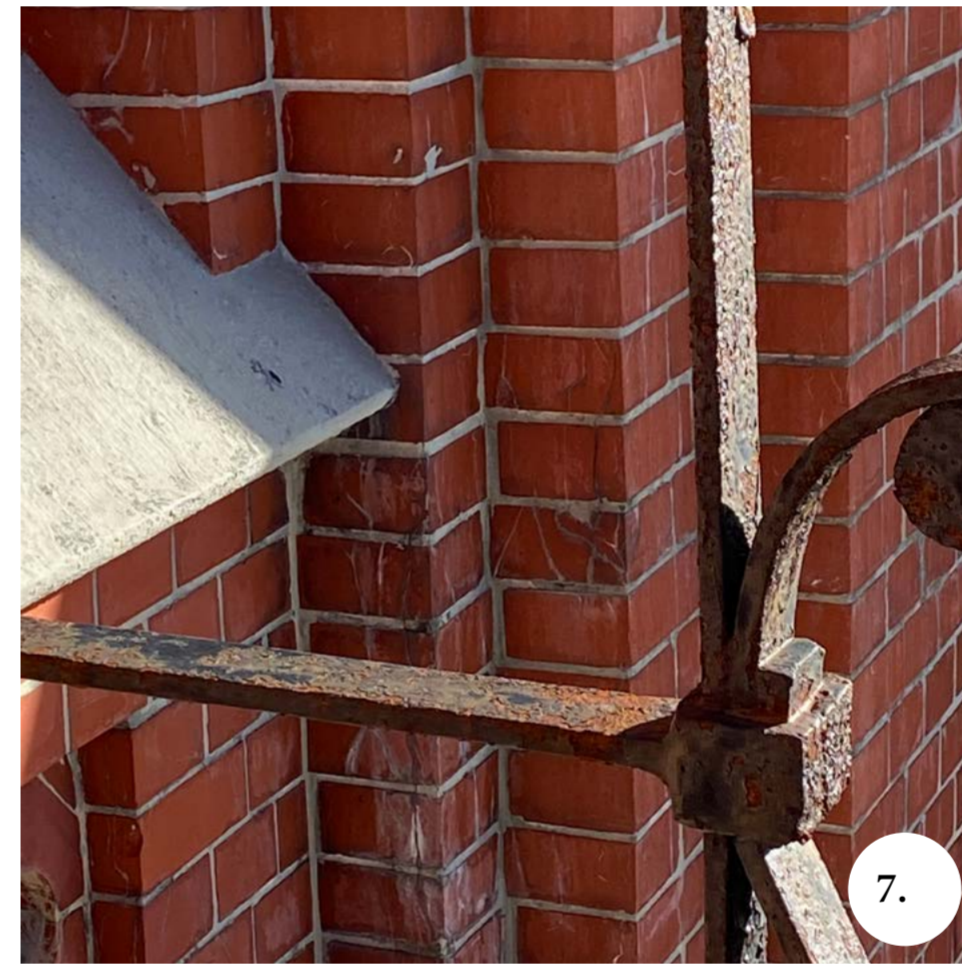
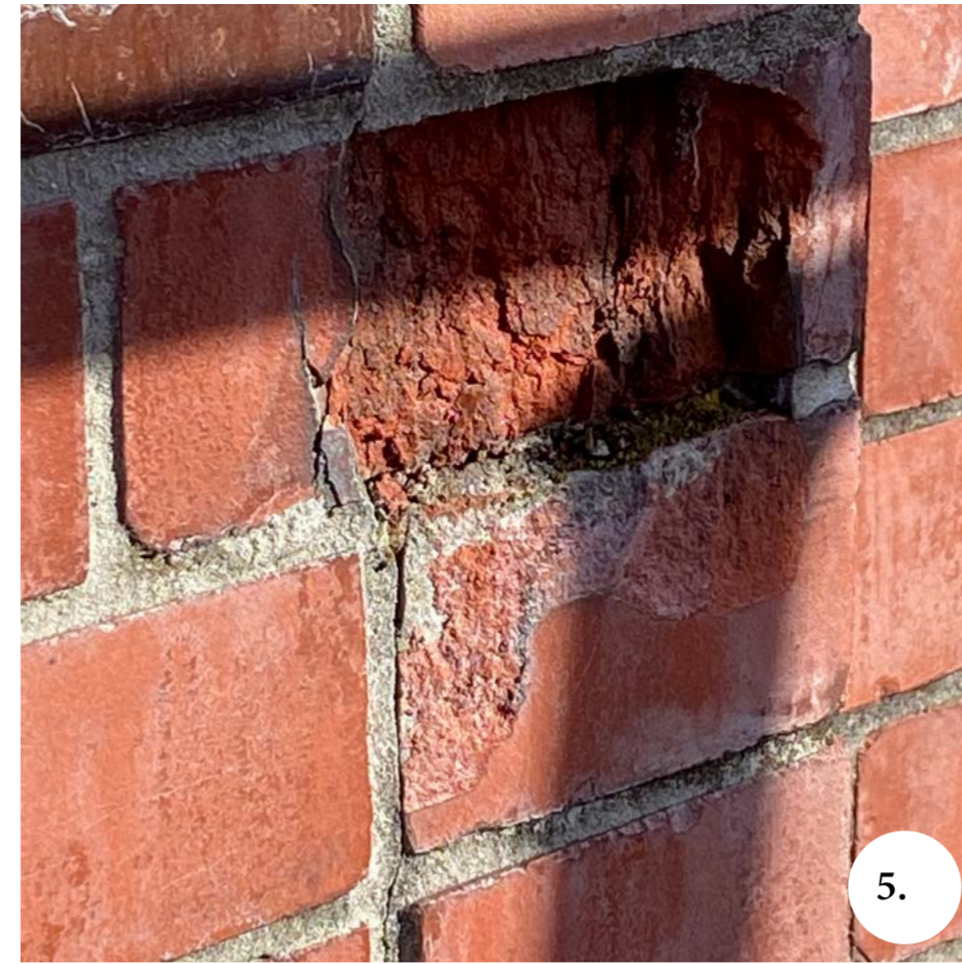
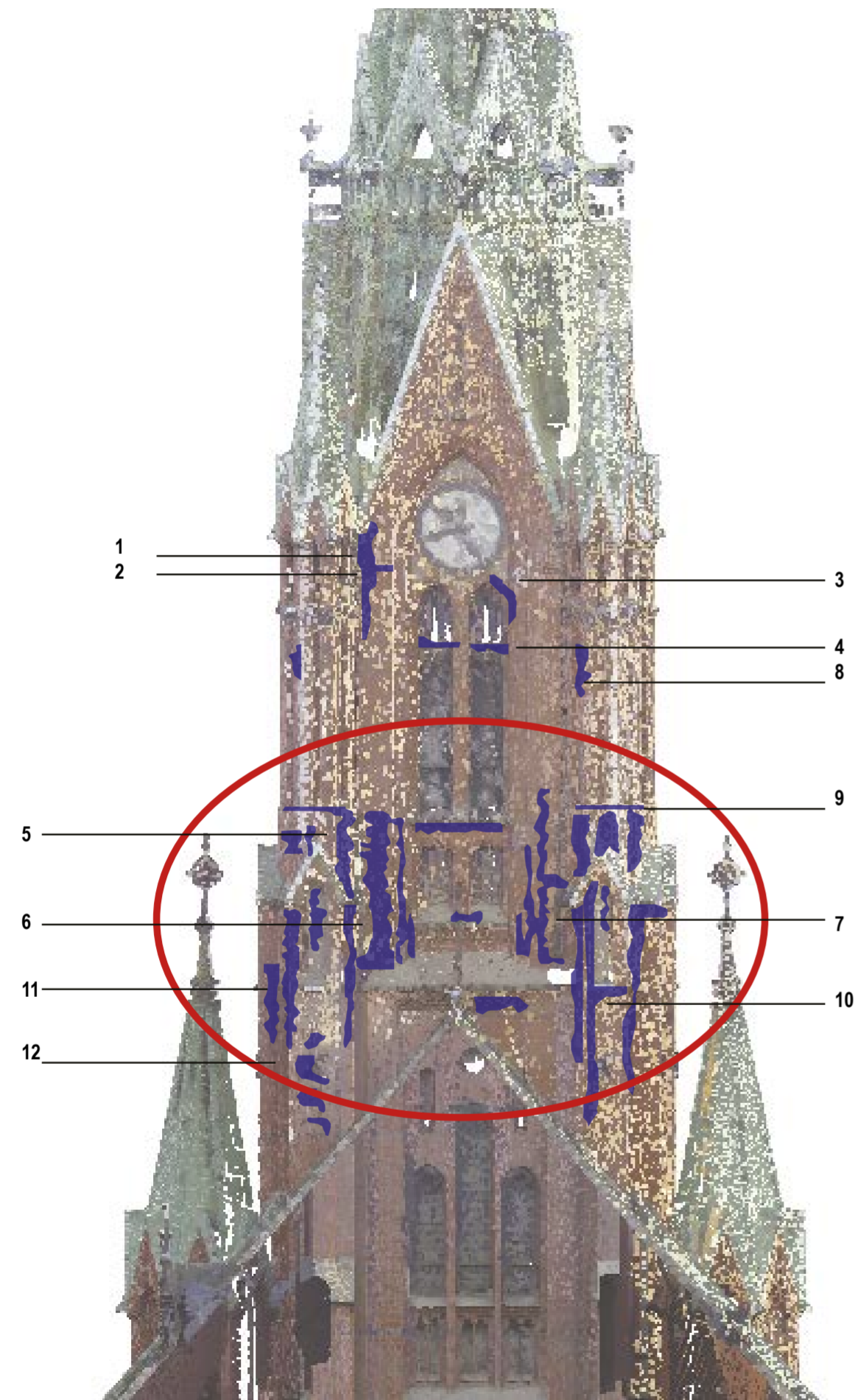
2.1 Tårnet - Sør fasade



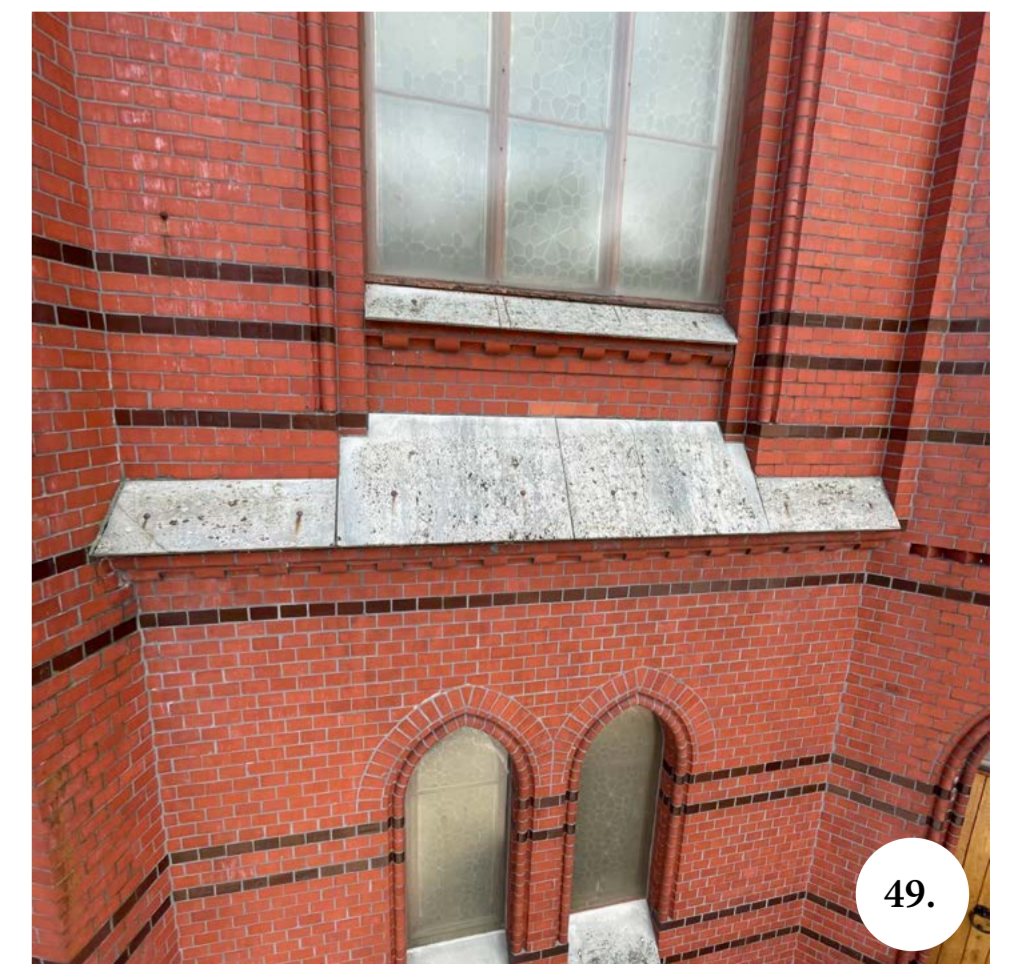
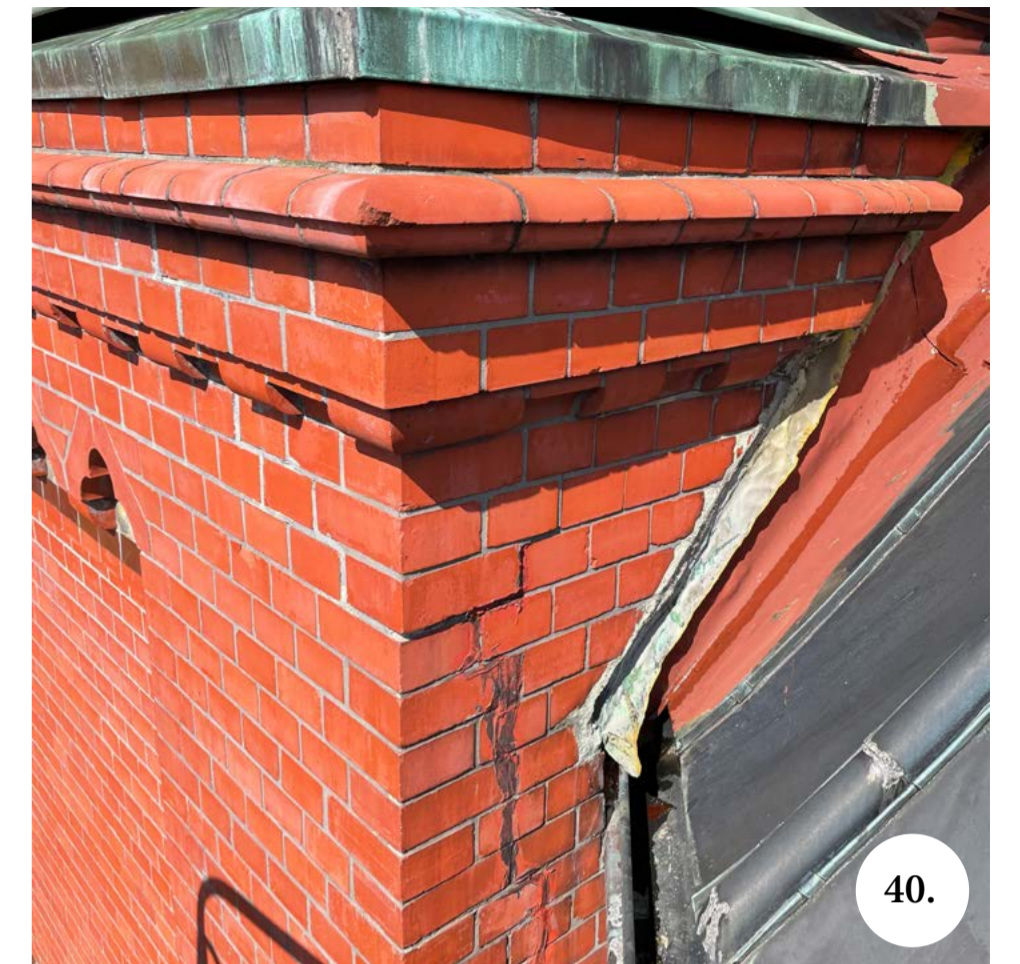
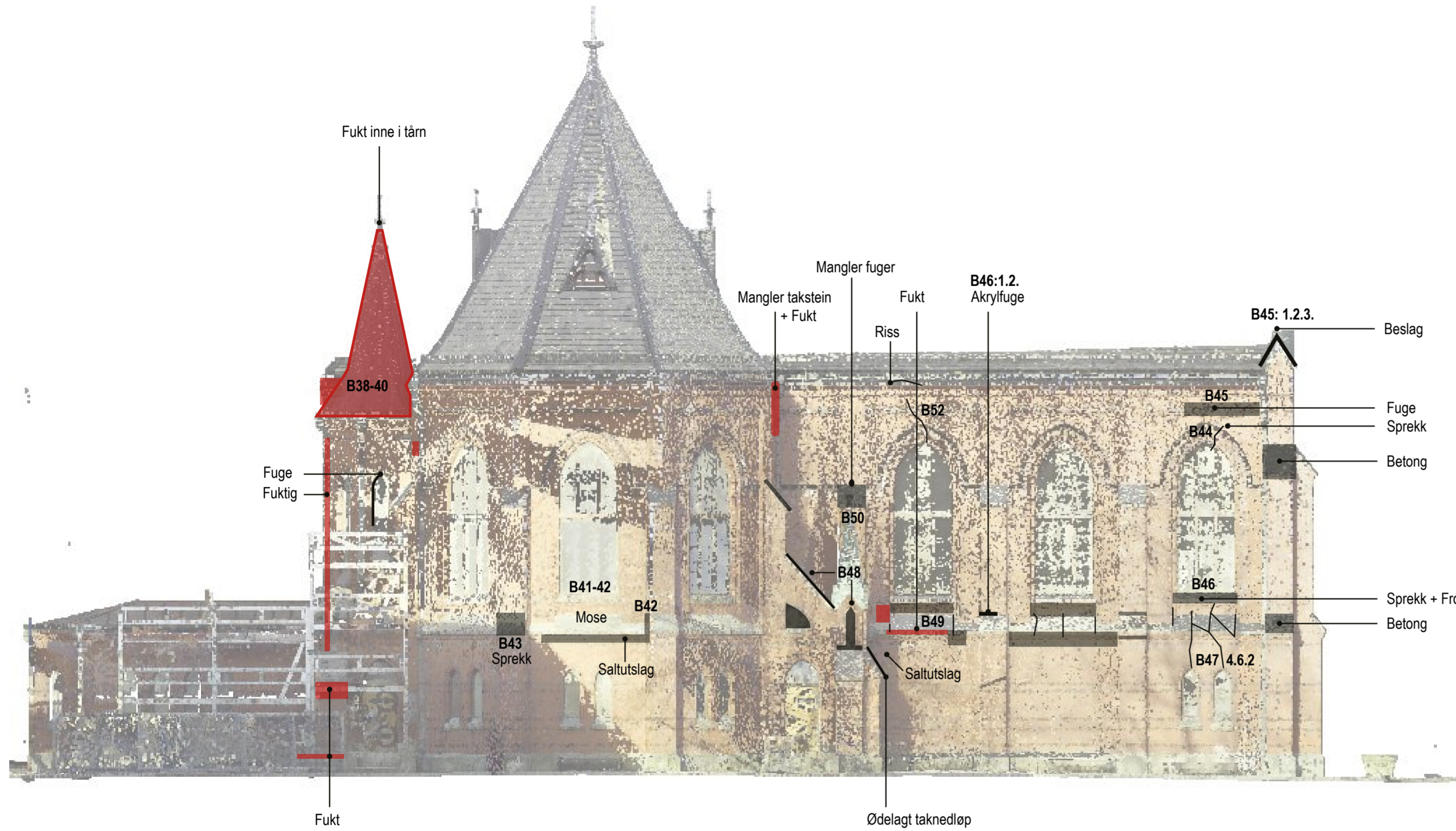
2.1 Tårnet - Nord fasade



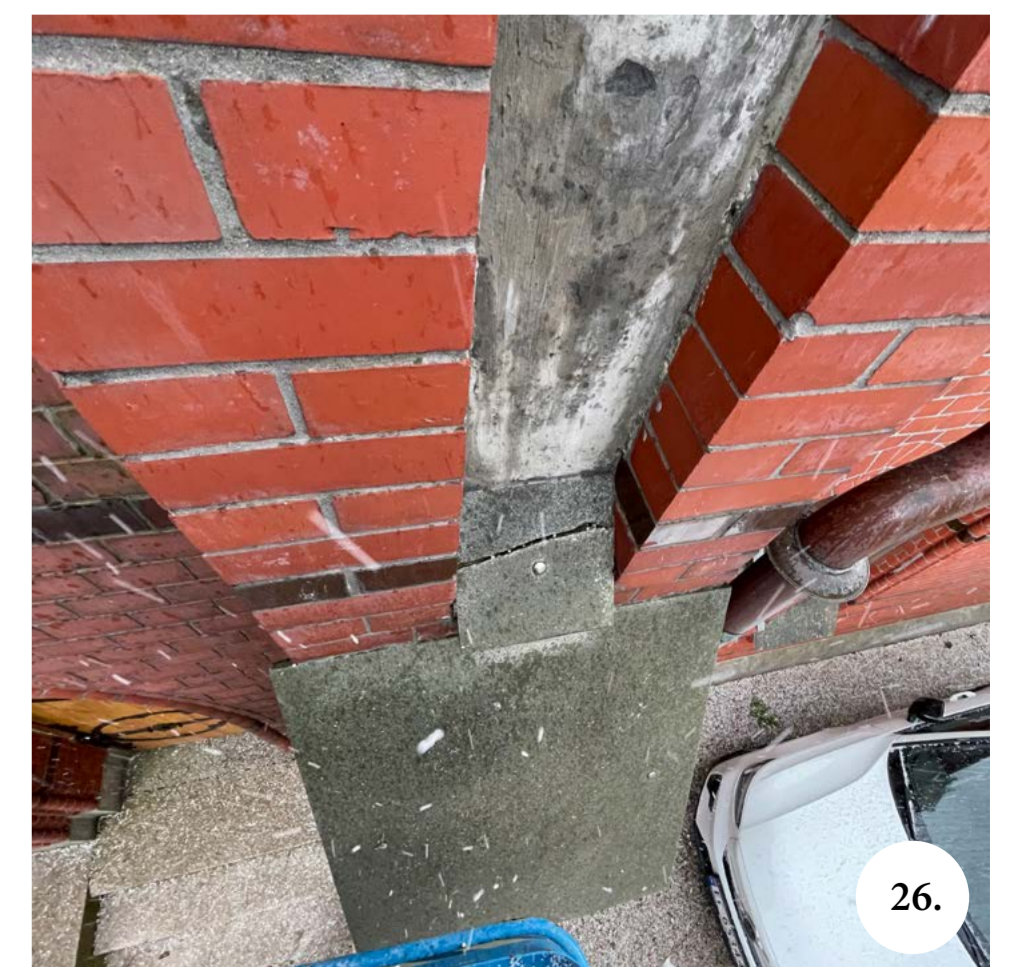
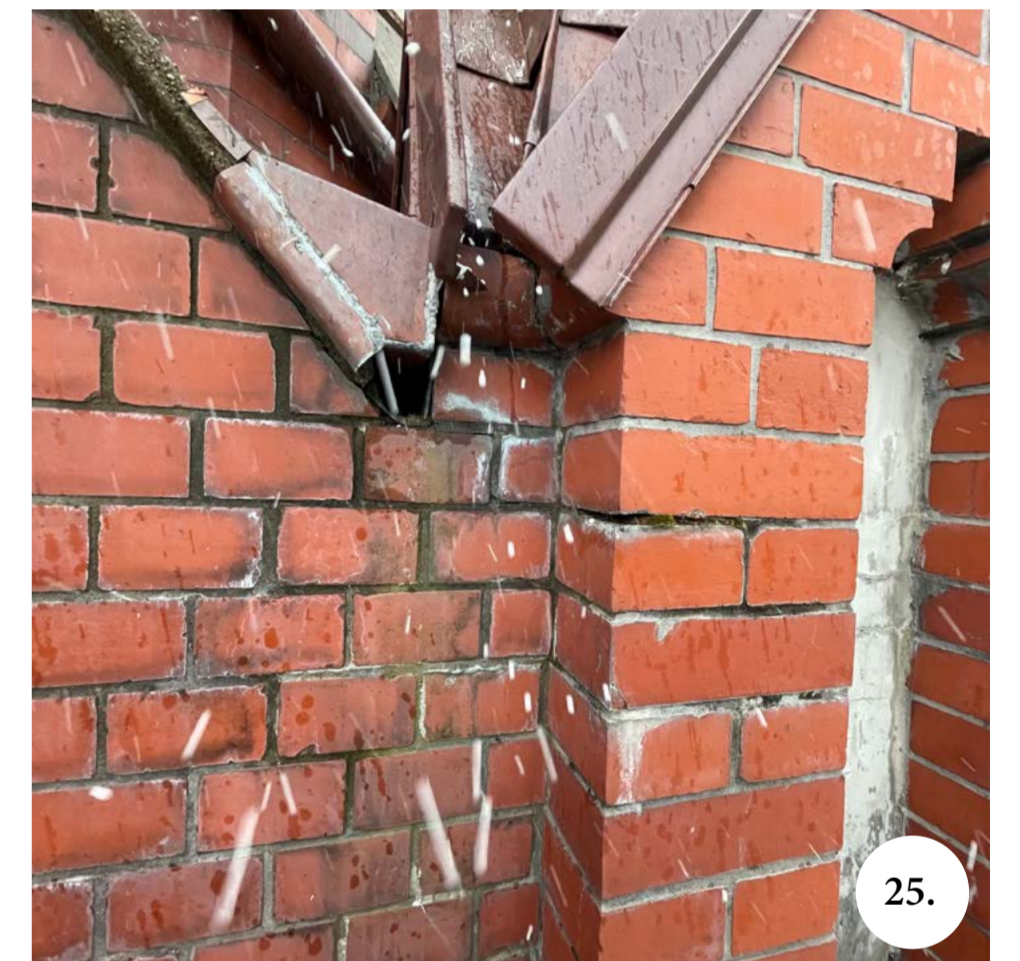
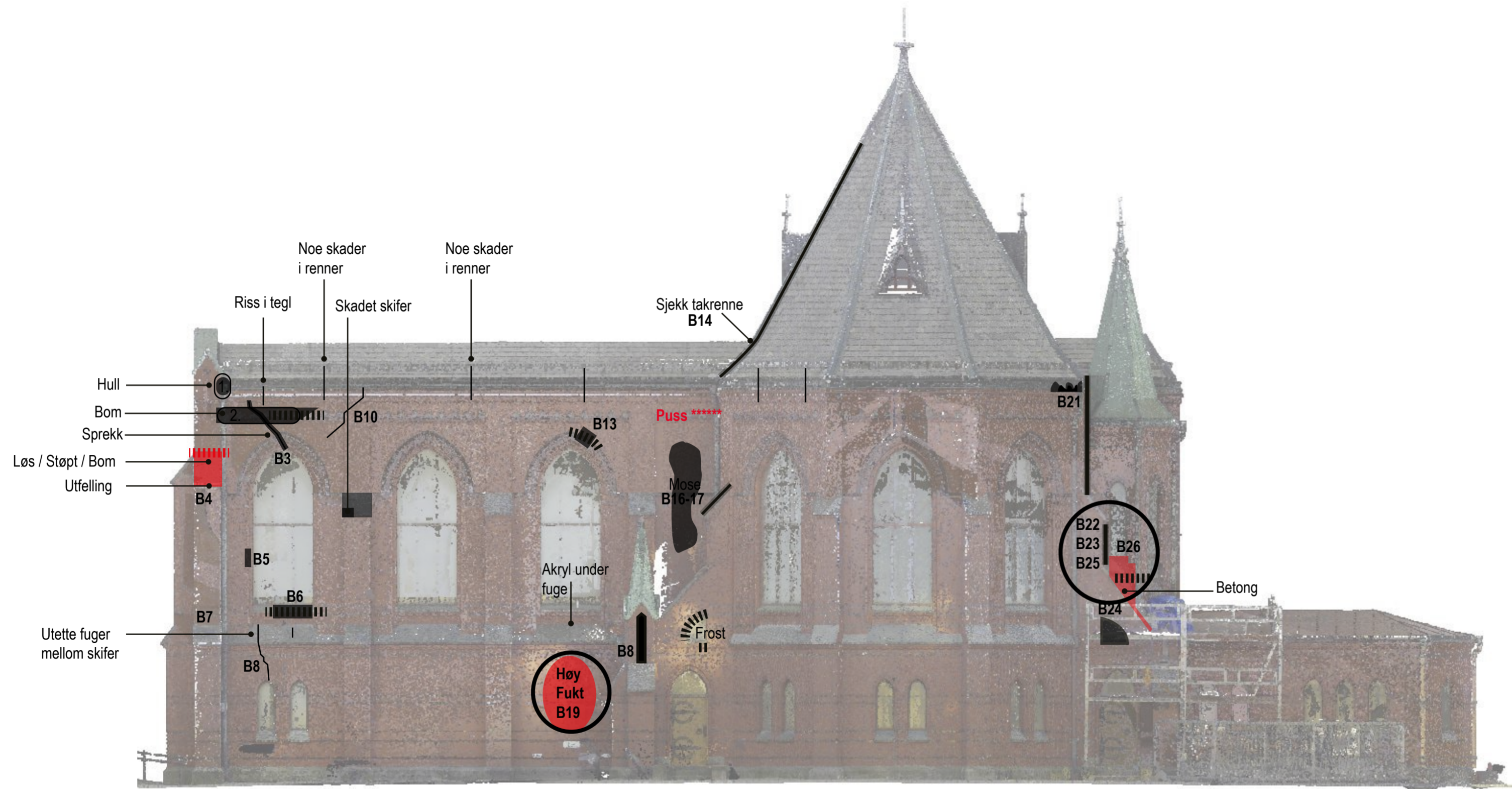
2.1 Tårnet - Sør fasade



2.5 Skip - Sør fasade

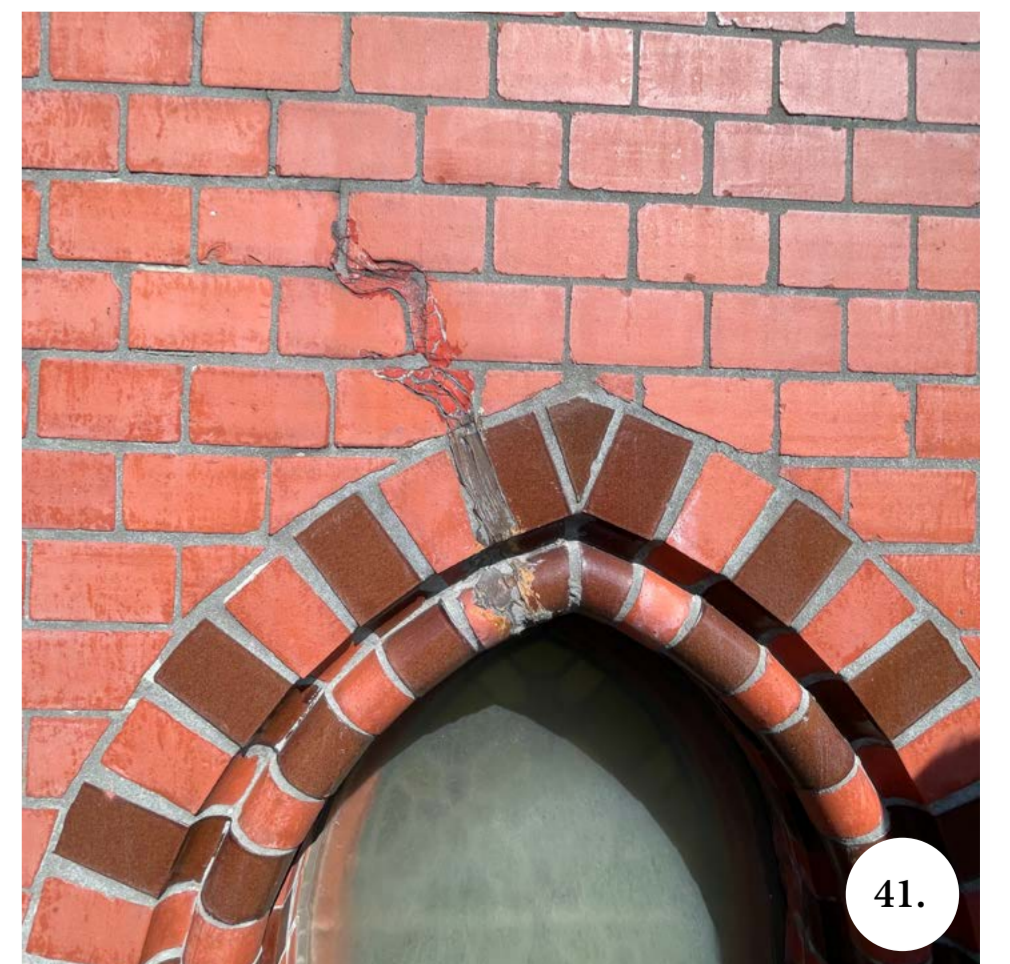
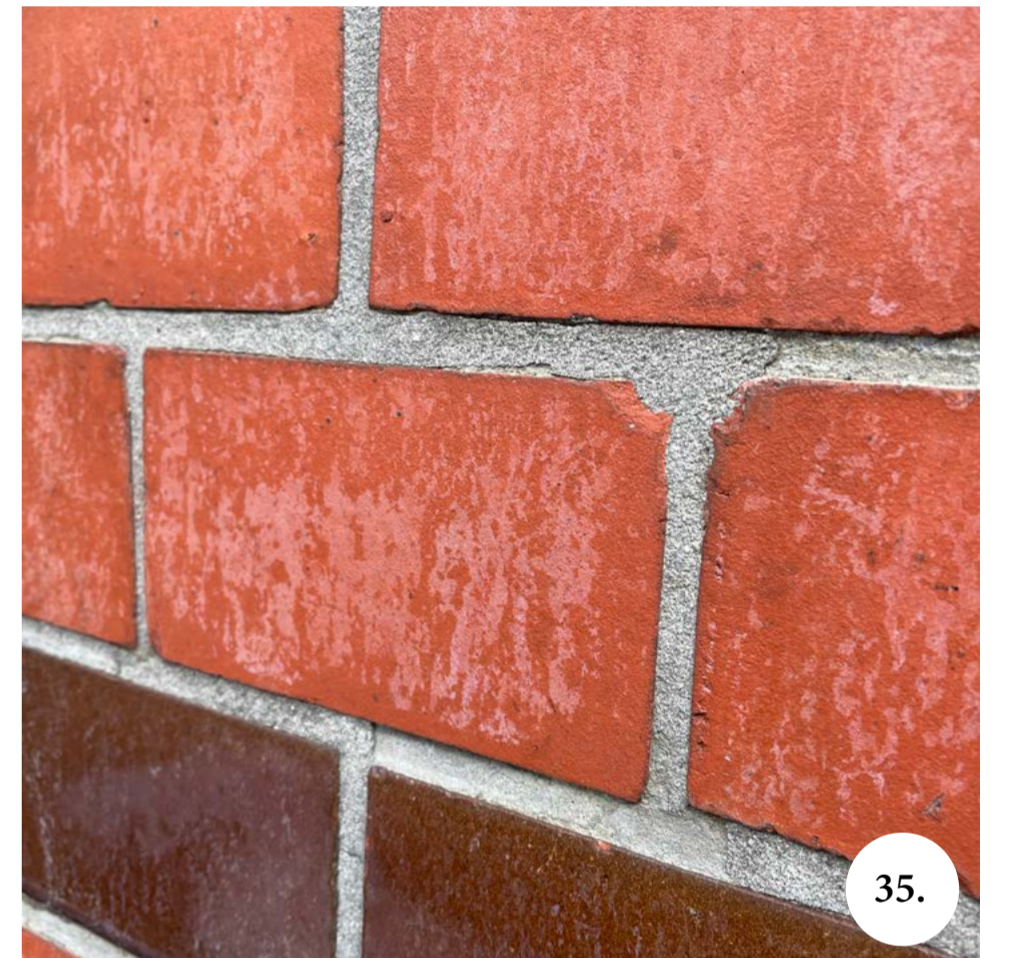
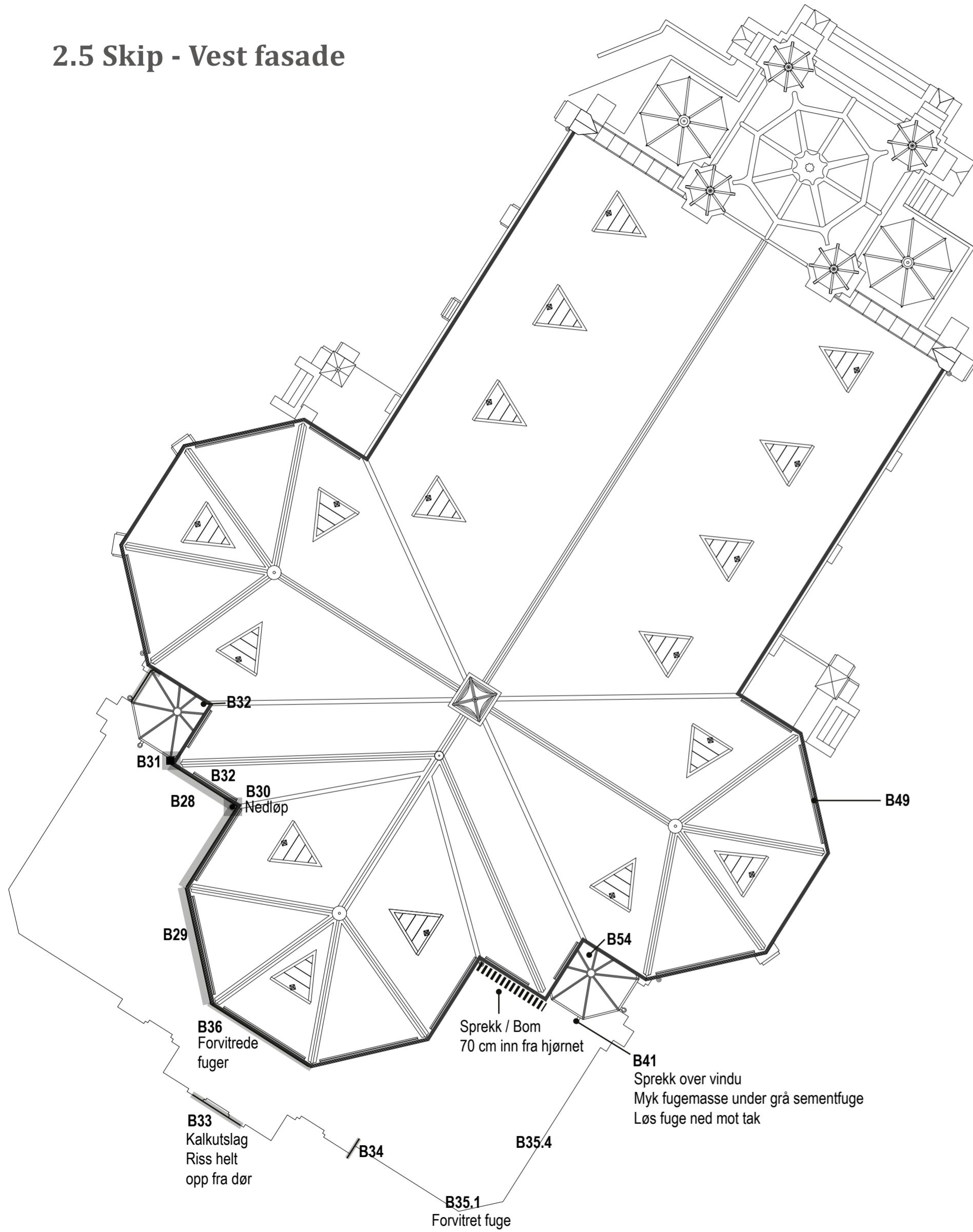


2.5 Skip - Nord fasade

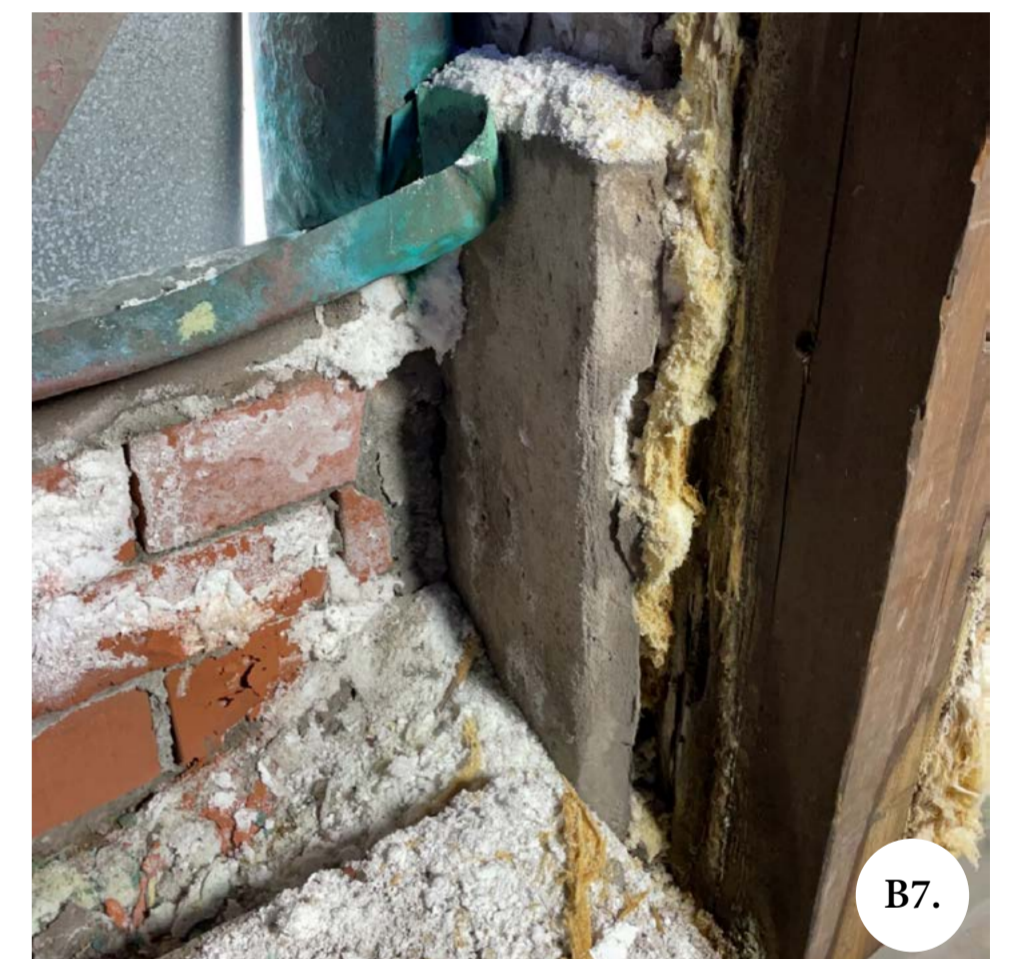
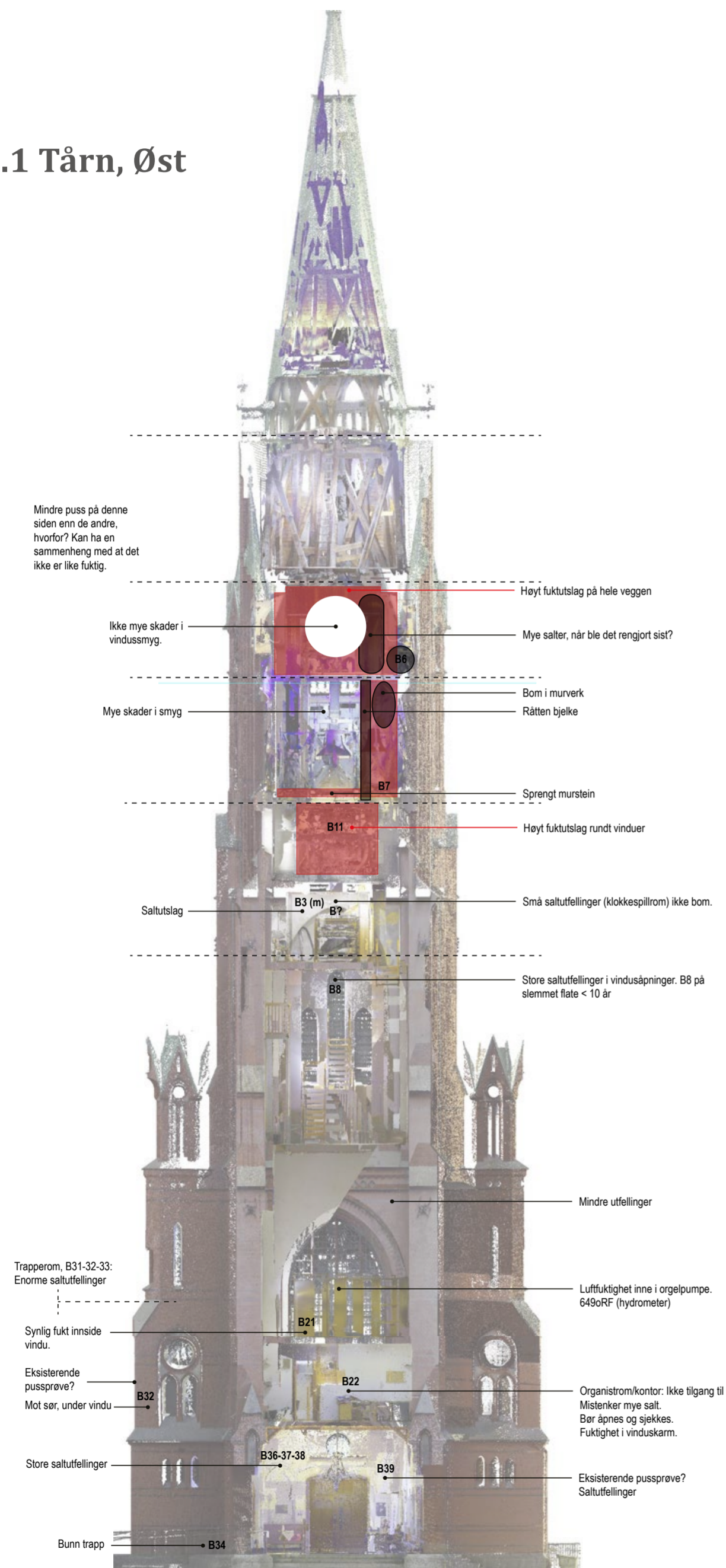


Registreringsarbeid, Johanneskirken | 2023

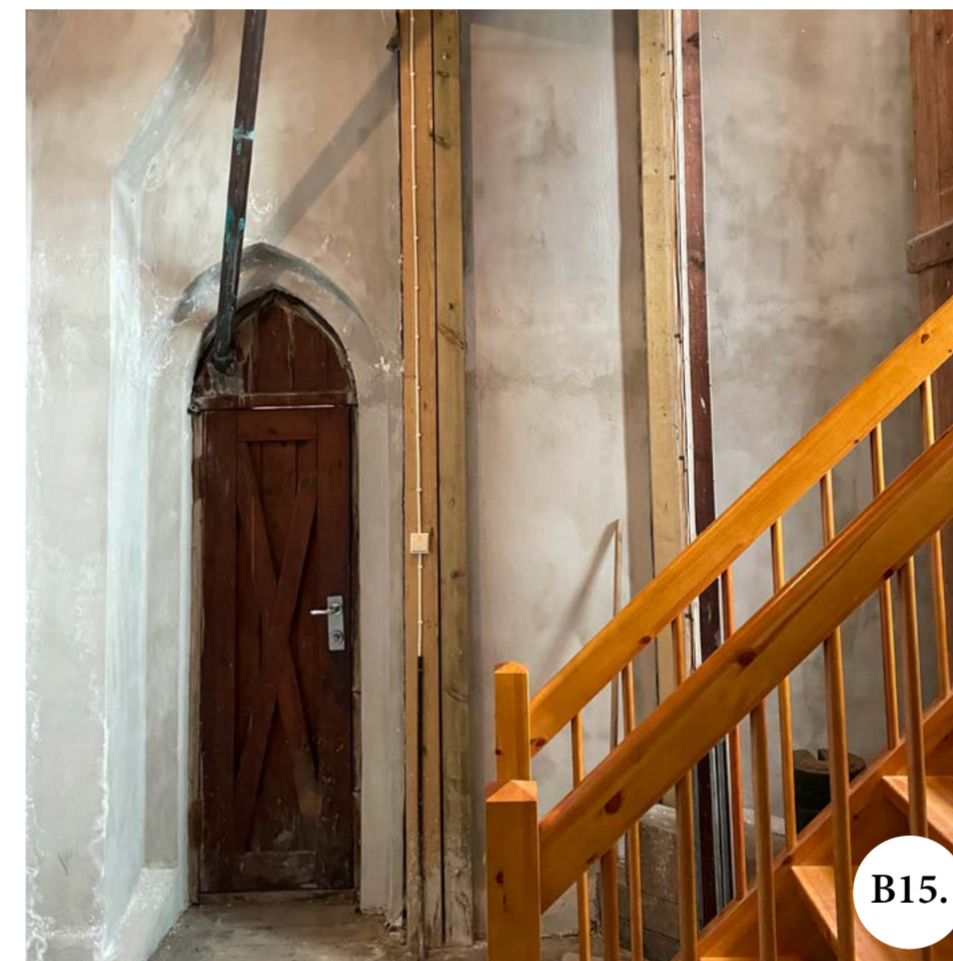
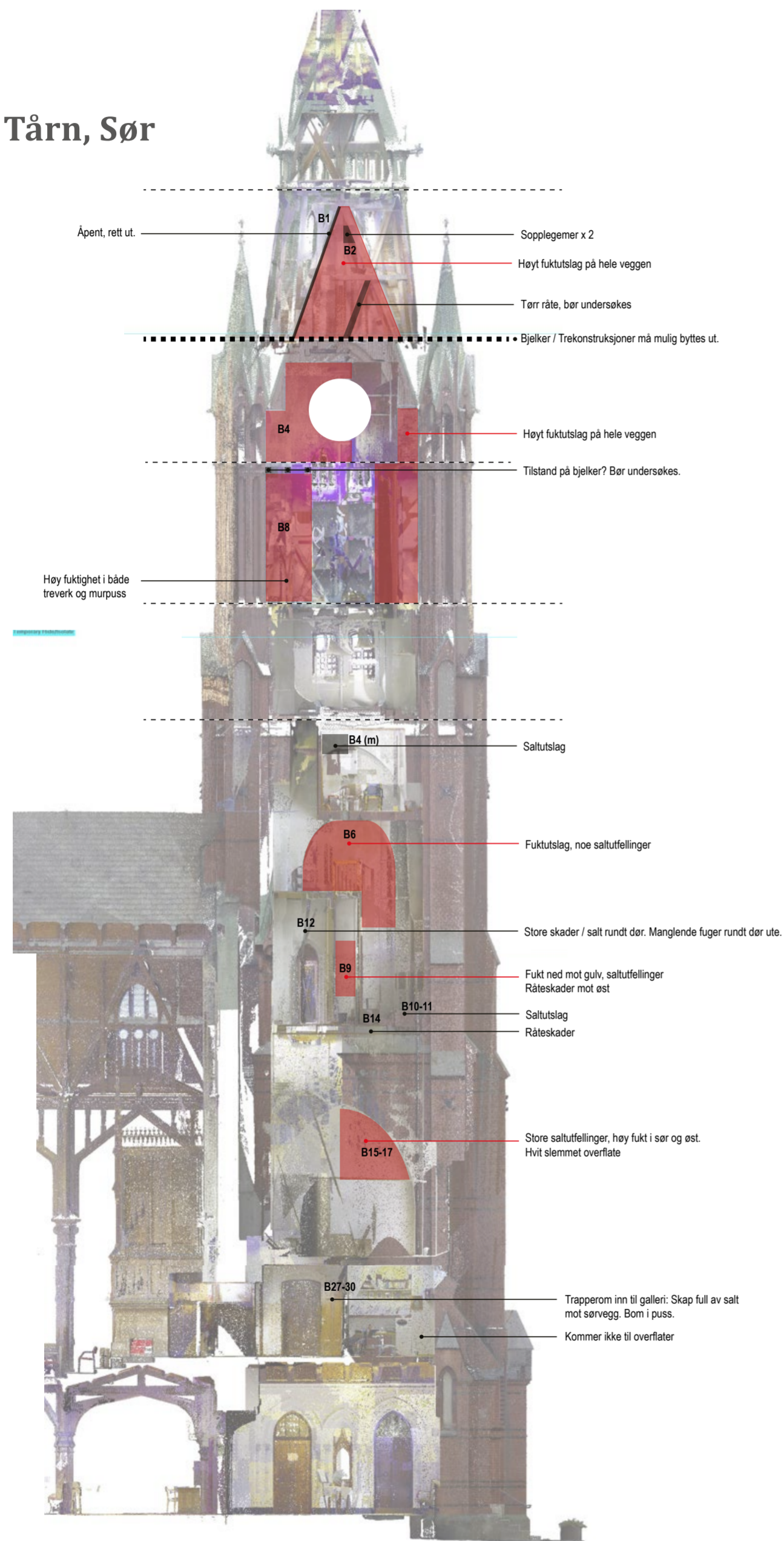
2.5 Skip - Vest fasade



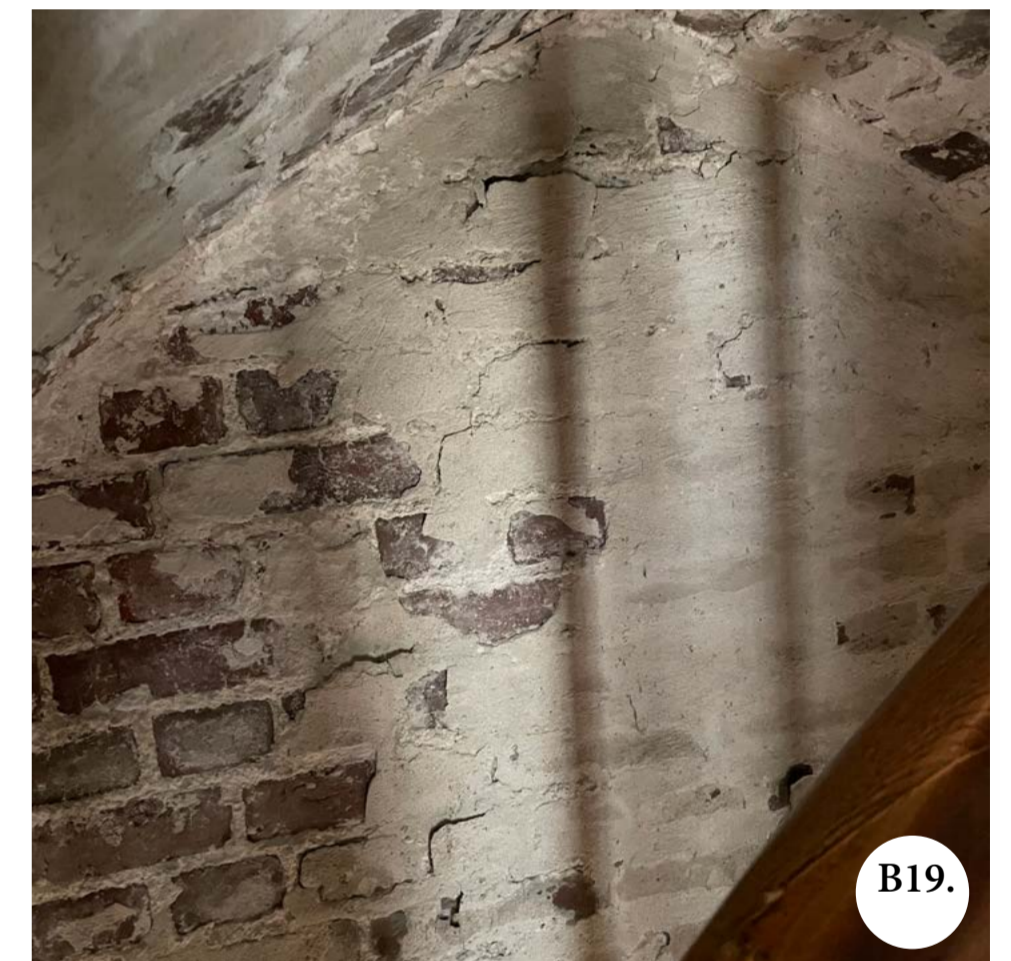
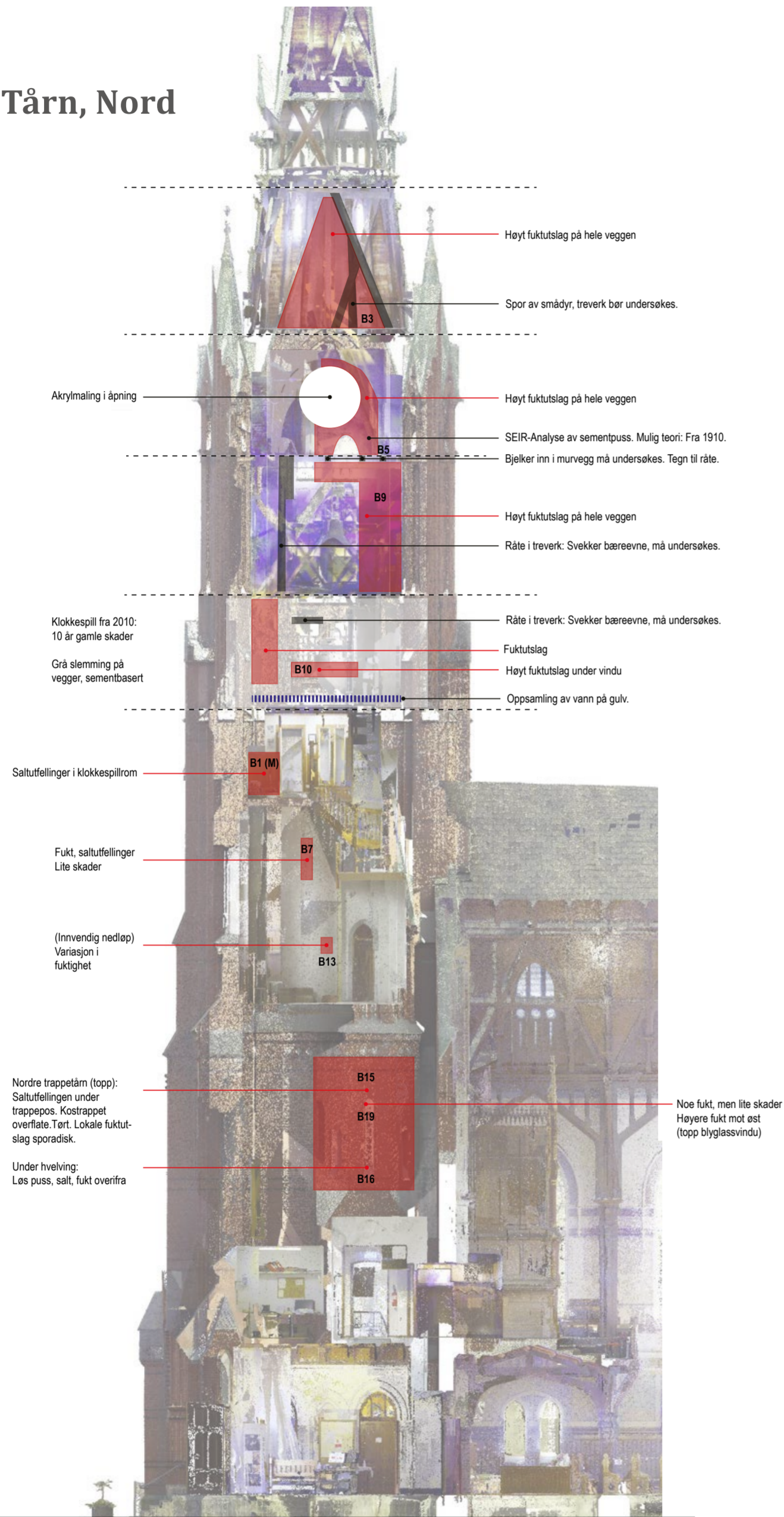
3.1 Tårn, Øst



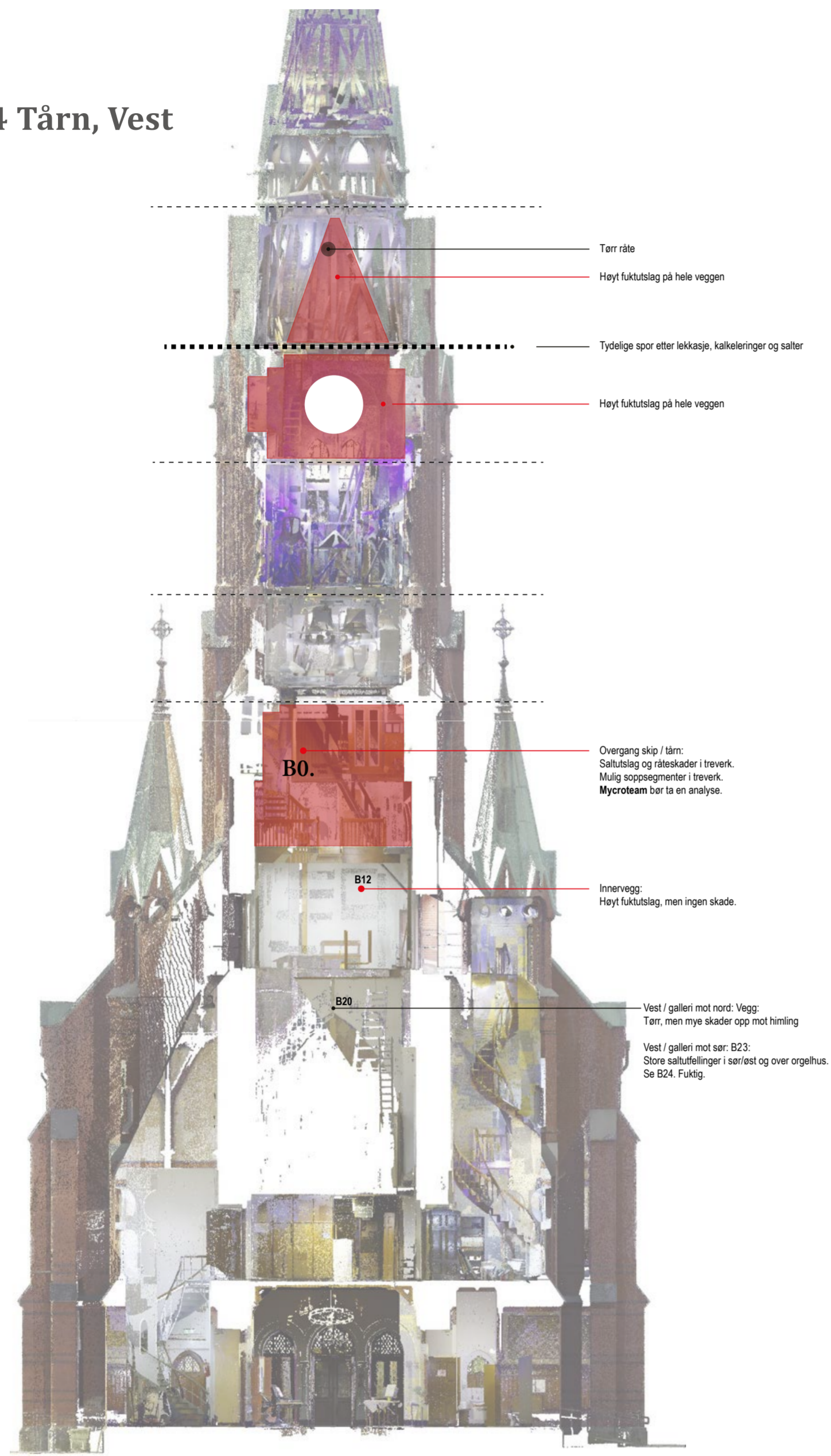
3.2 Tårn, Sør



3.3 Tårn, Nord

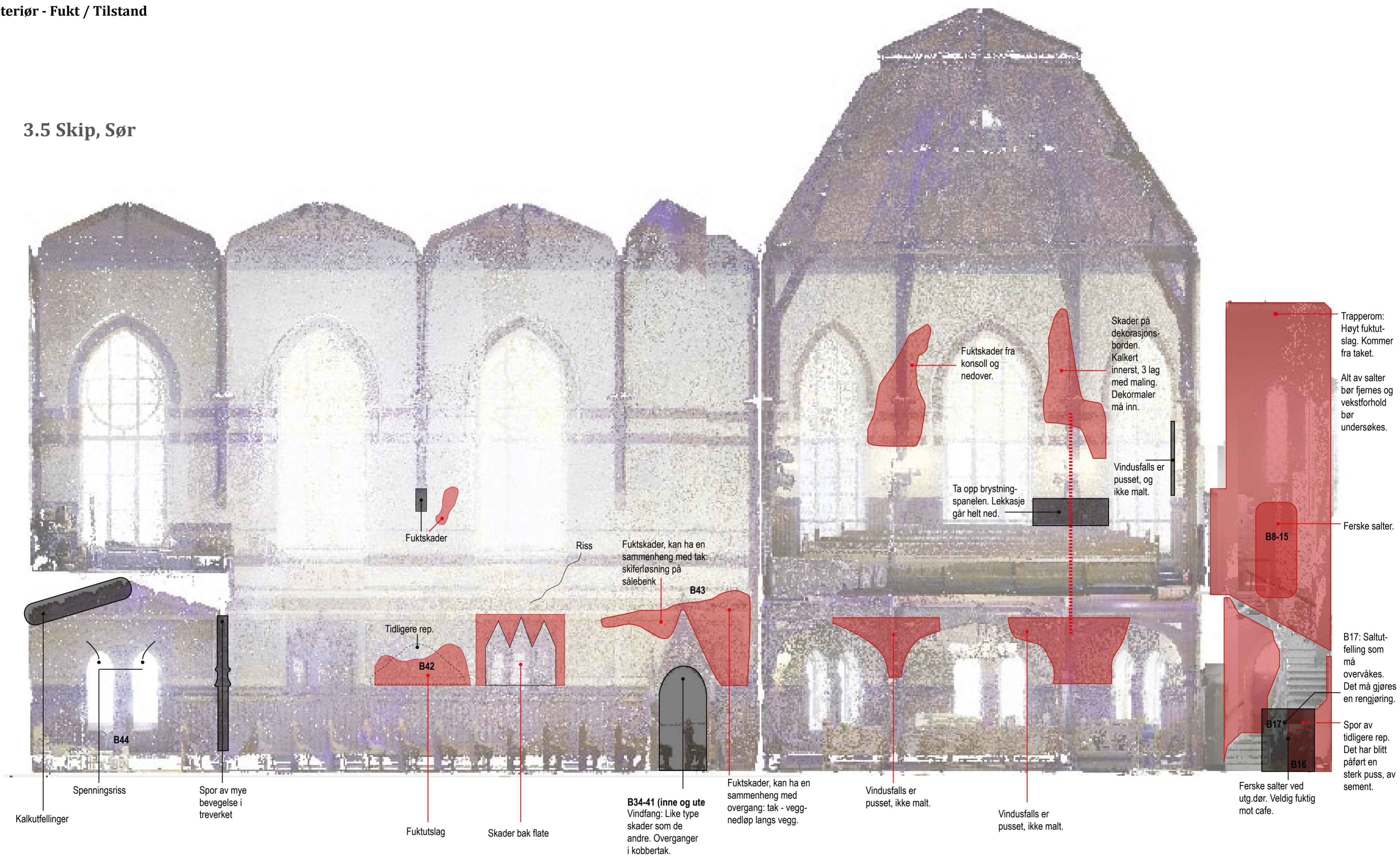


3.4 Tårn, Vest



3.5 Skip, Sør

Registreringsarbeid, Johanneskirken | 2023



Kalkutfellinger

Spenningsriss

Spør av mye bevegelse i treverket

Fuktutslag

Skader bak flate

B34-41 (inne og ute)
Vindfang: Like type skader som de andre. Overganger i kobbertak.

Vindusfalls er pusset, ikke malt.

Vindusfalls er pusset, ikke malt.

Ferske salter ved utg.dør. Veldig fuktig mot cafe.

B17: Saltutfelling som må overvåkes. Det må gjøres en rengjøring.
Spør av tidligere rep. Det har blitt påført en sterk puss, av sement.

Ferske salter.

Trapperom: Høyt fuktutslag. Kommer fra taket.
Alt av salter bør fjernes og vekstforhold bør undersøkes.

Fuktskader fra konsoll og nedover.

Skader på dekorasjonsborden. Kalkert innerst, 3 lag med maling. Dekormaler må inn.

Vindusfalls er pusset, og ikke malt.

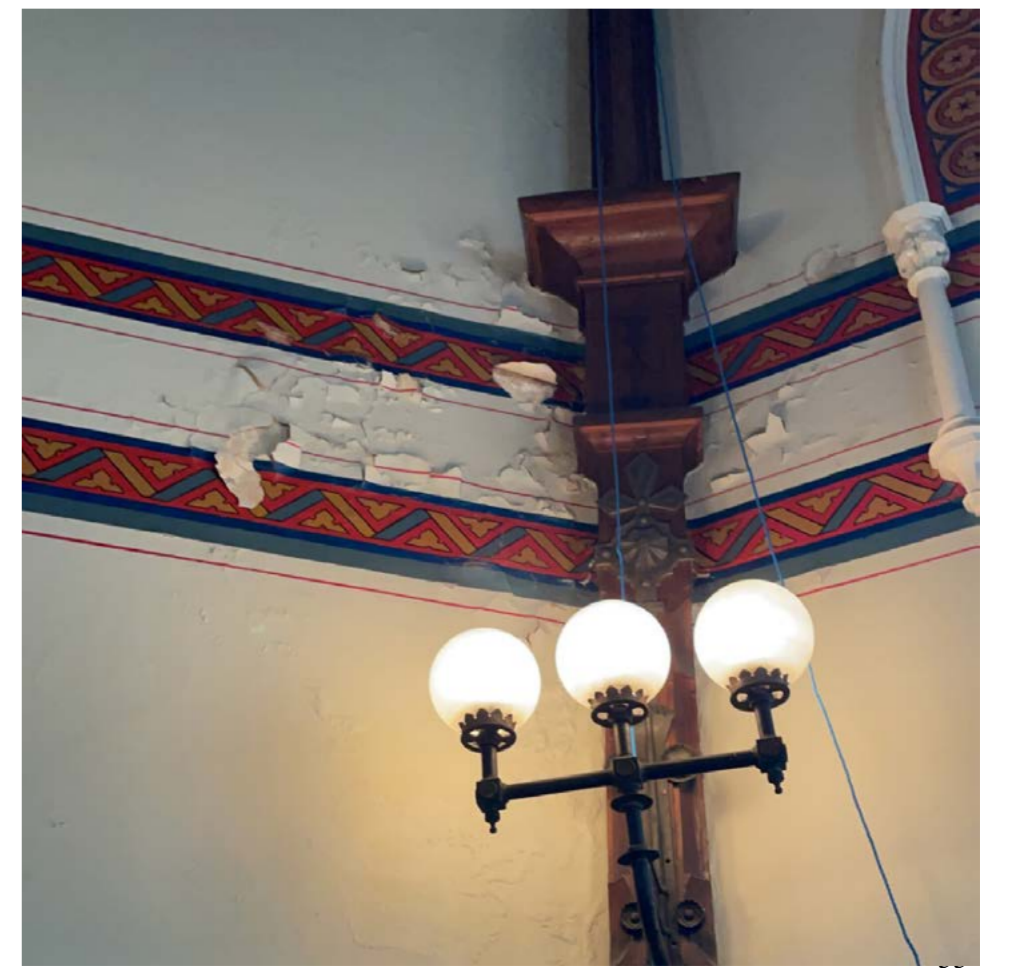
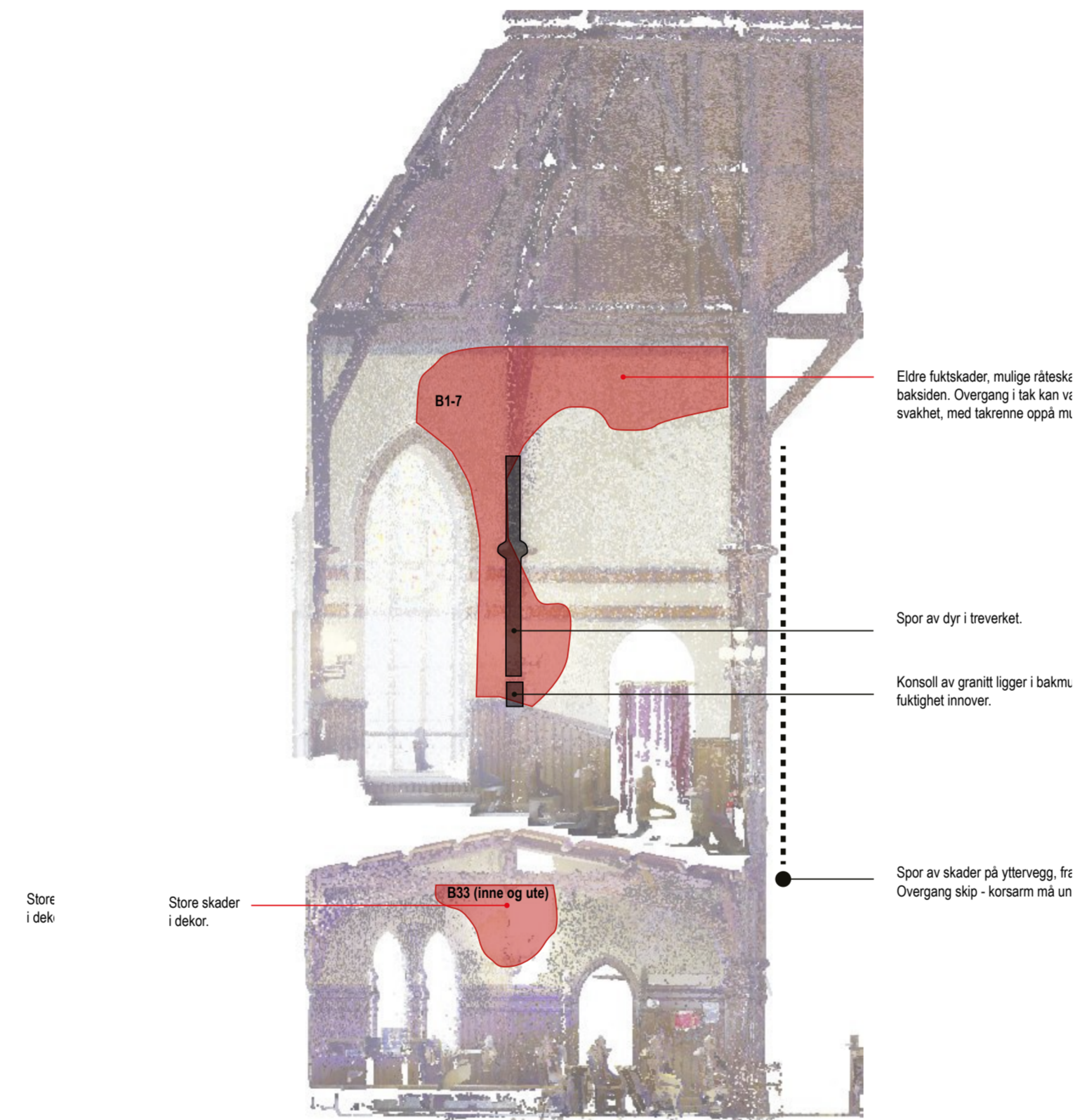
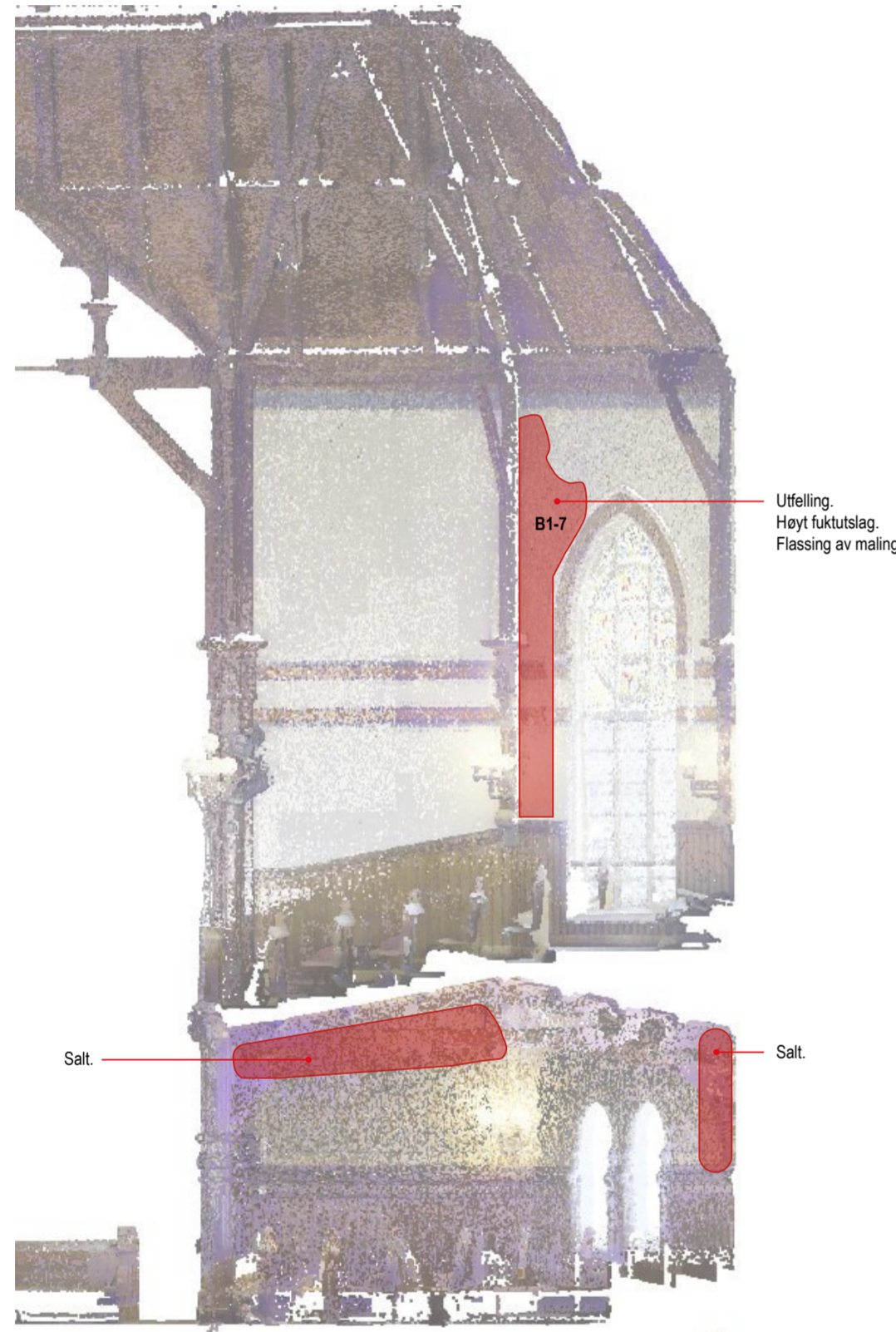
Ta opp brystningspanelen. Lekkasje går helt ned.

Riss
Fuktskader, kan ha en sammenheng med tak: skiferløsning på sålebank

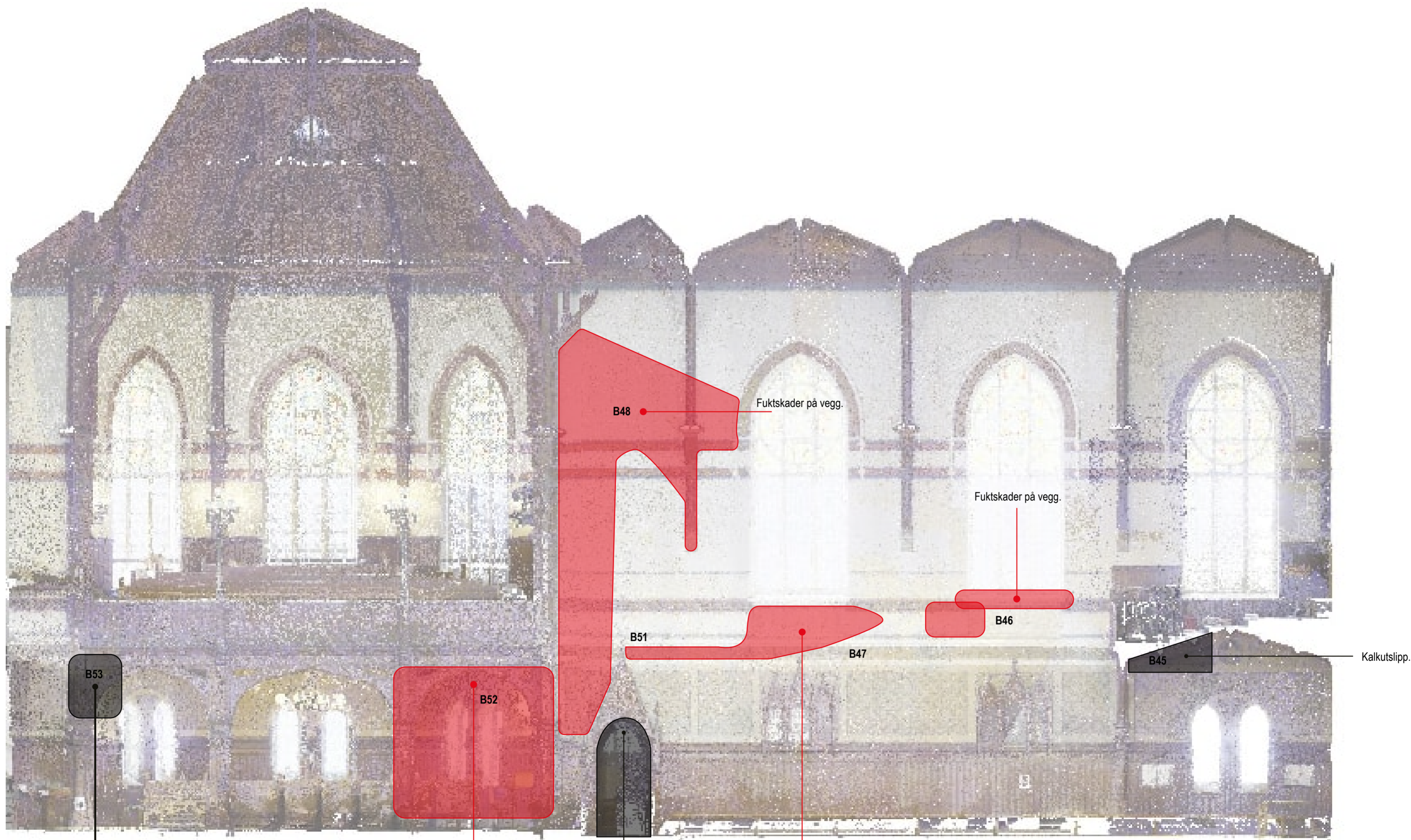
Fuktskader

Tidligere rep.

3.5.1 Søndre Korsarm



3.6 Skip, Sør



Øverste hjørnet.

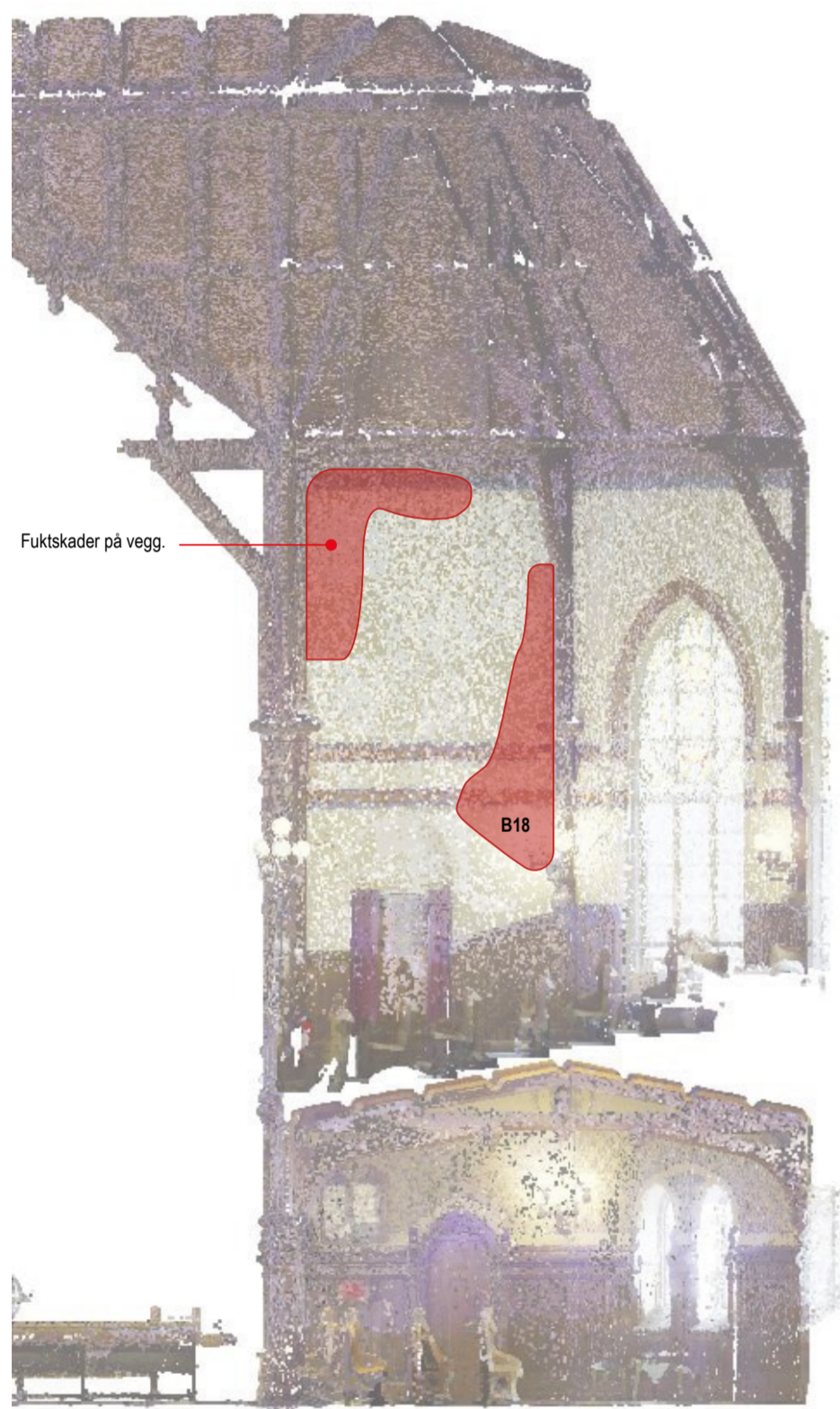
Lik problematikk som sørsiden.

B49-50 (inne og ute)
Vindfang: Fuktig.
Like type skader som de andre.
Overganger i kobbertak. 36

Fuktskader på vegg.

Kalkutslipp.

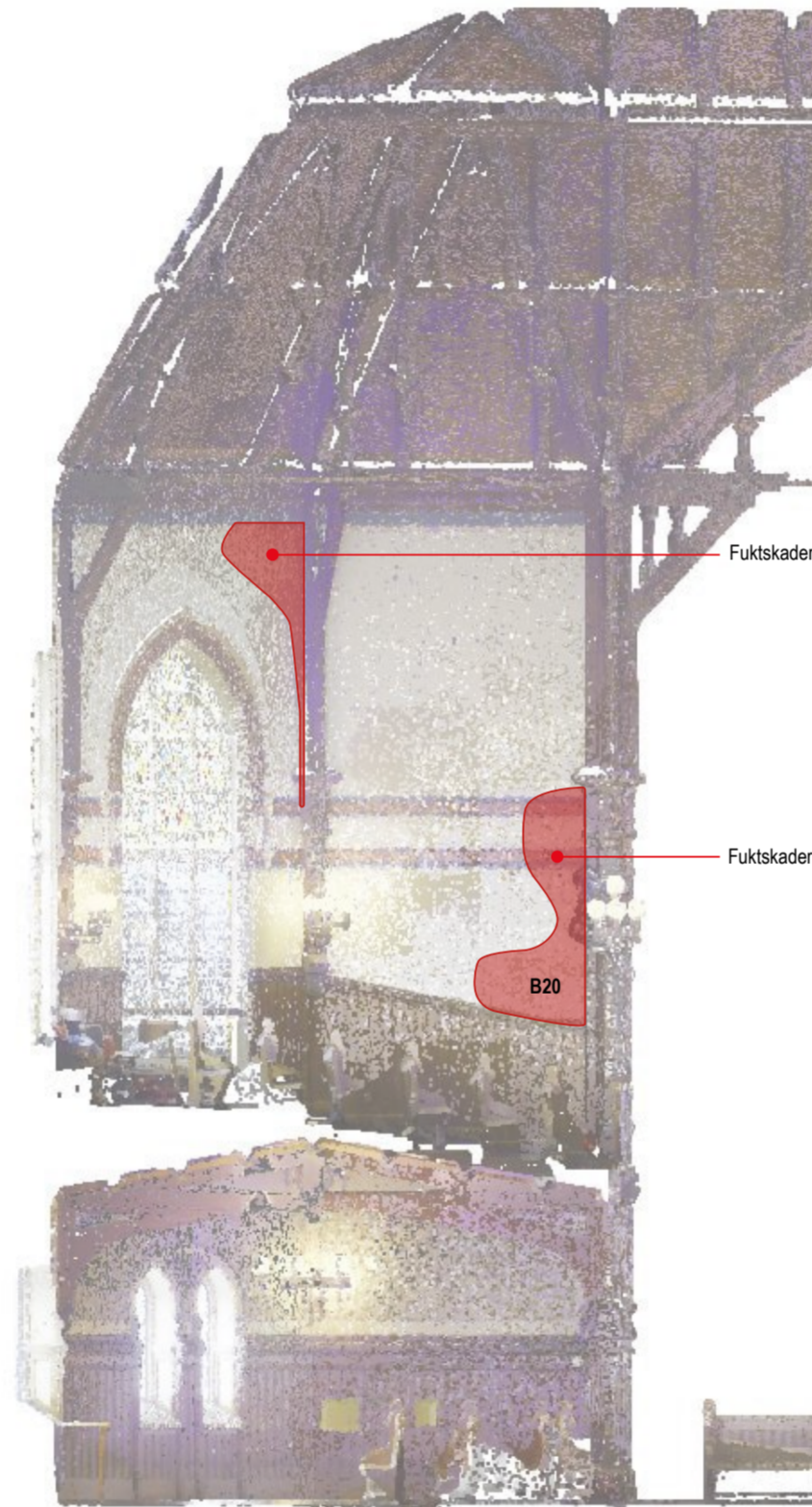
3.6.1 Nordre Korsarm



Fuktskader på vegg.

B18

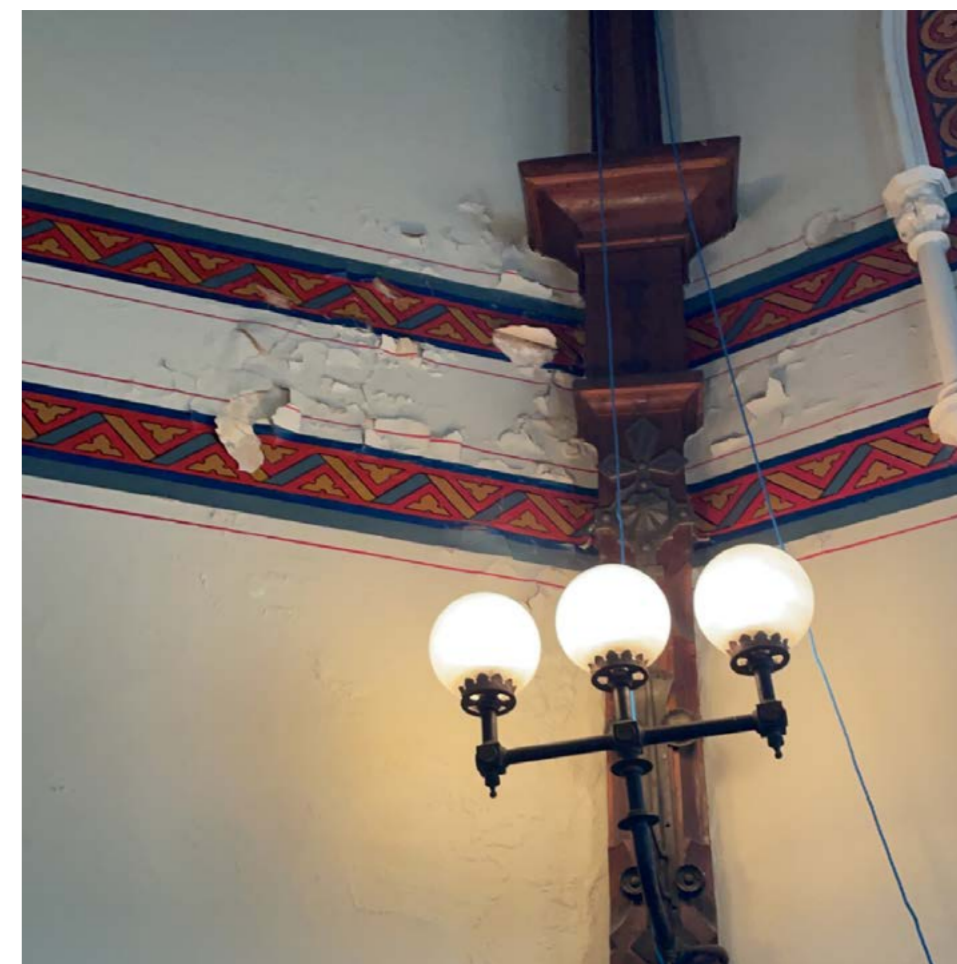
Mot øst.



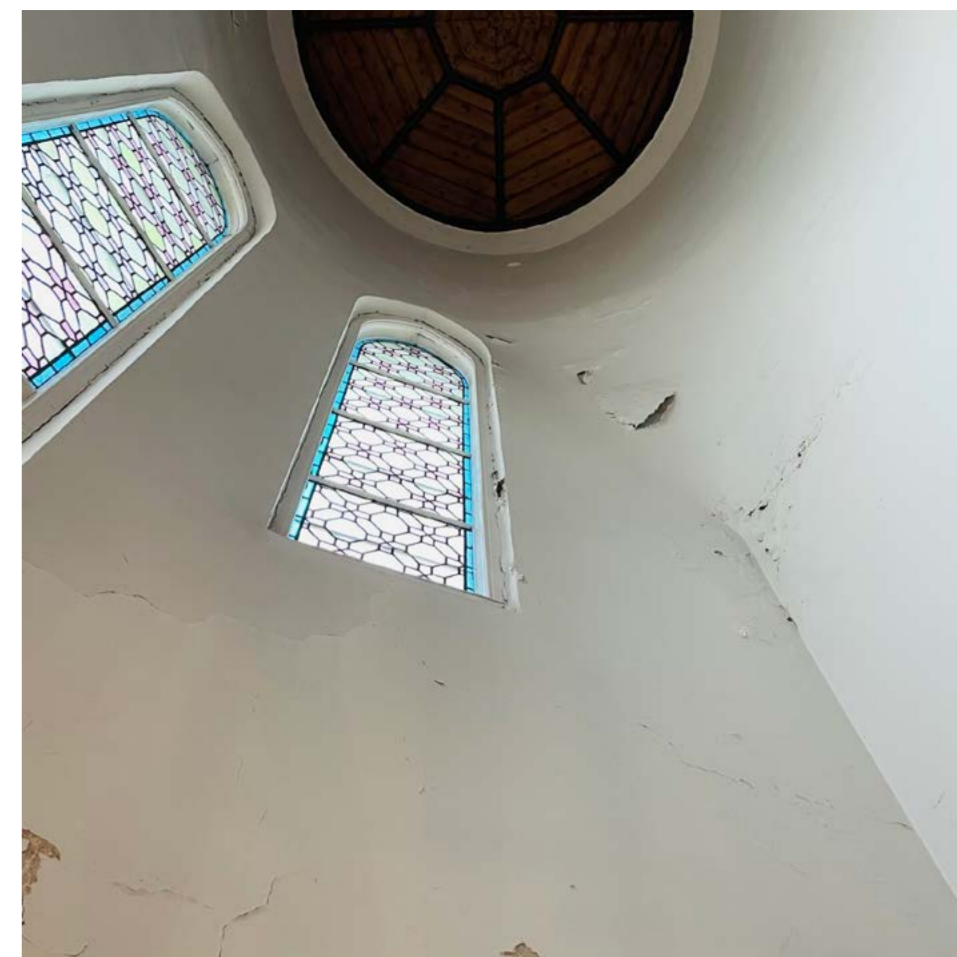
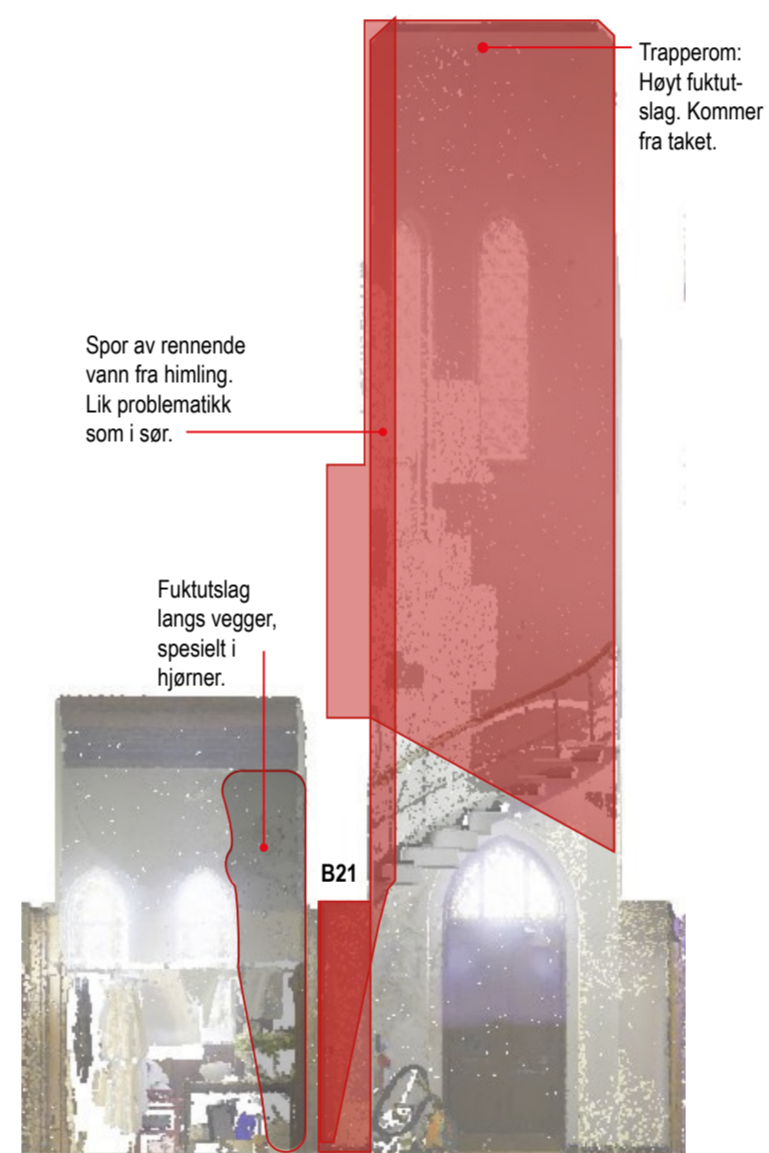
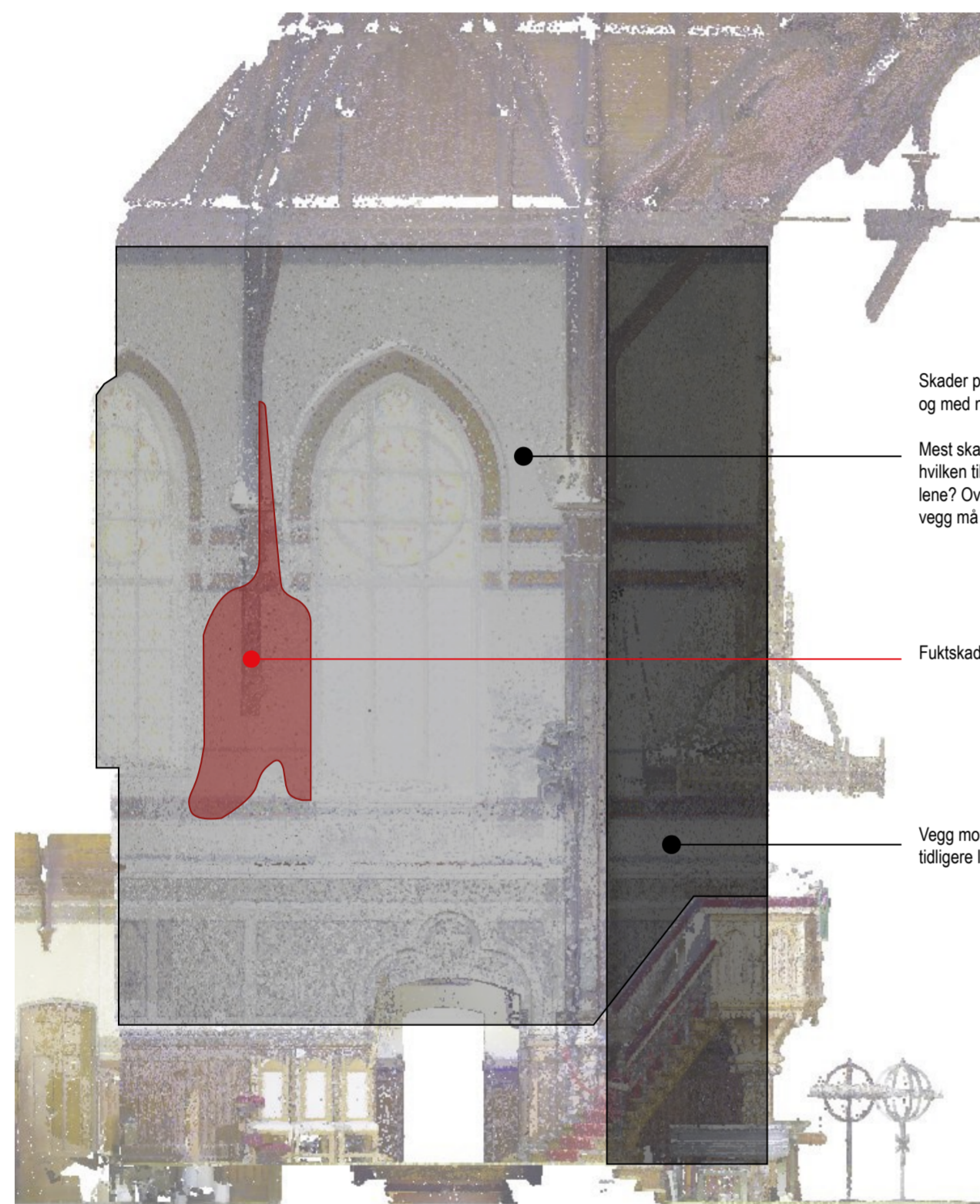
Fuktskader på vegg.

B20

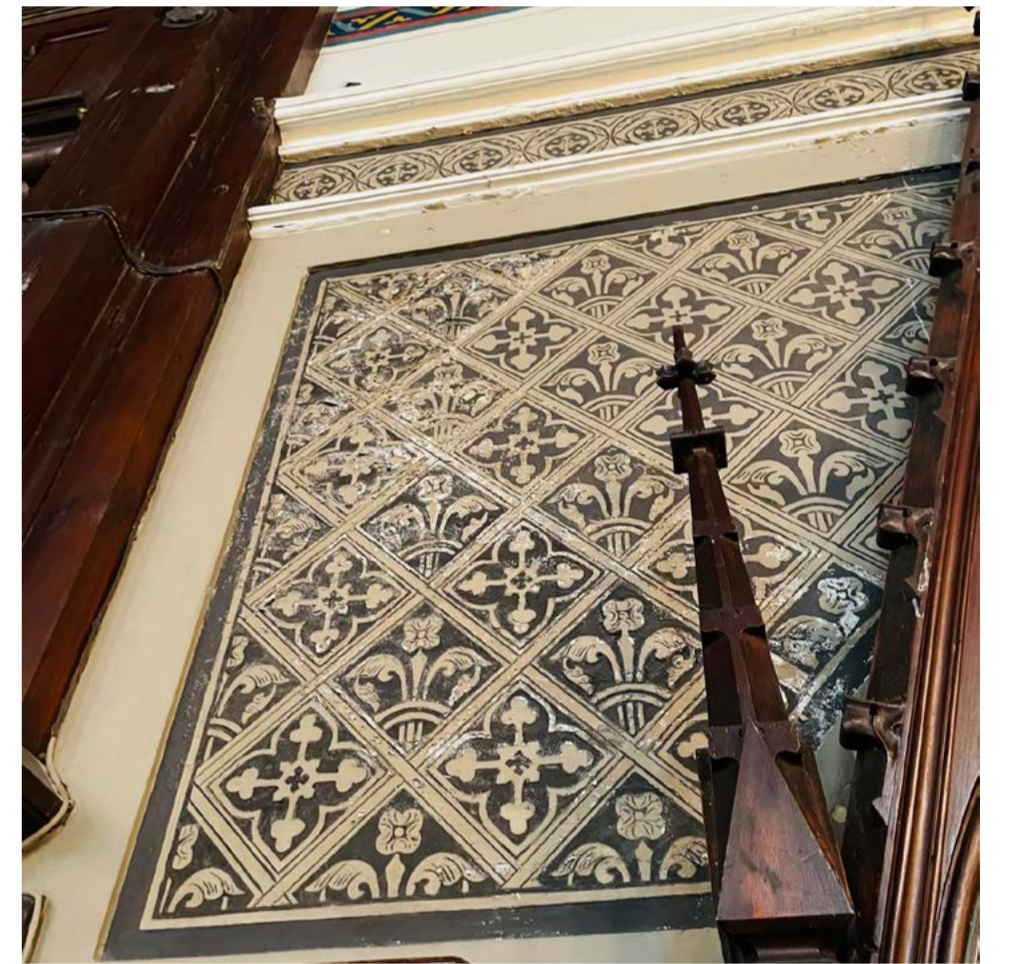
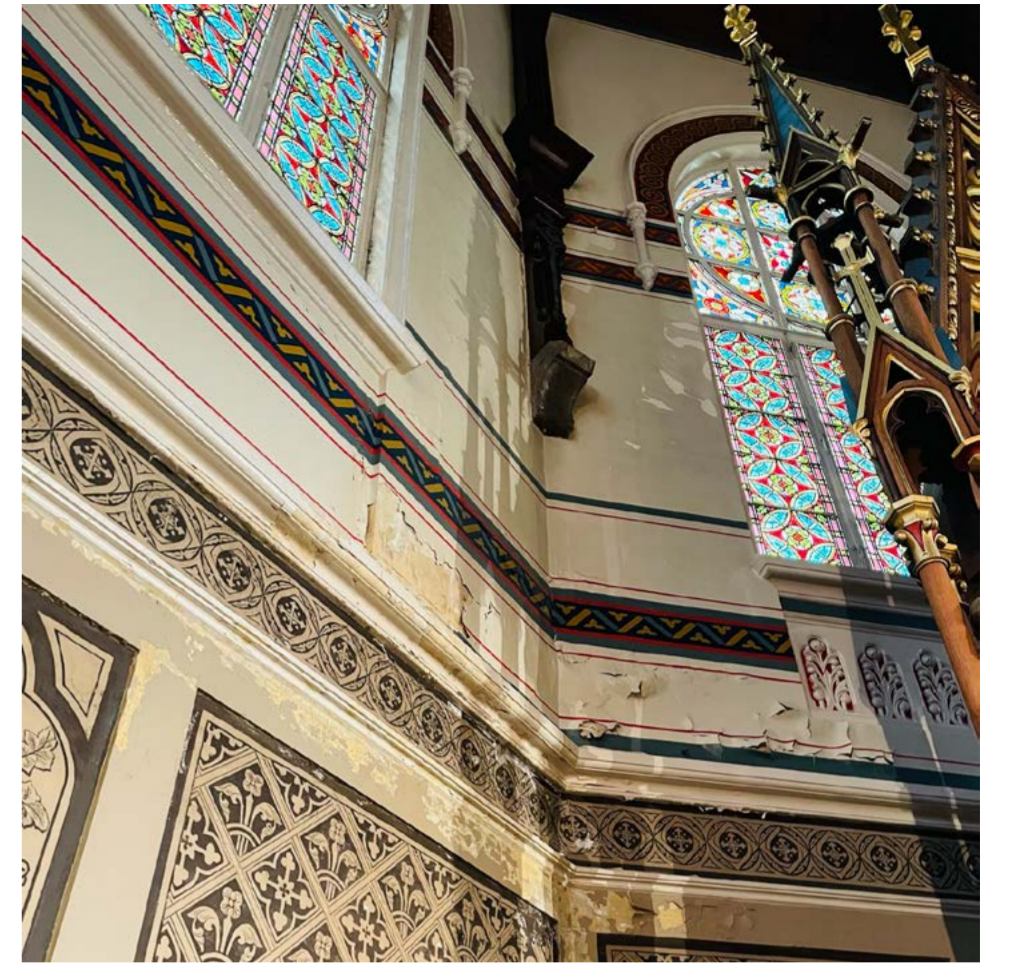
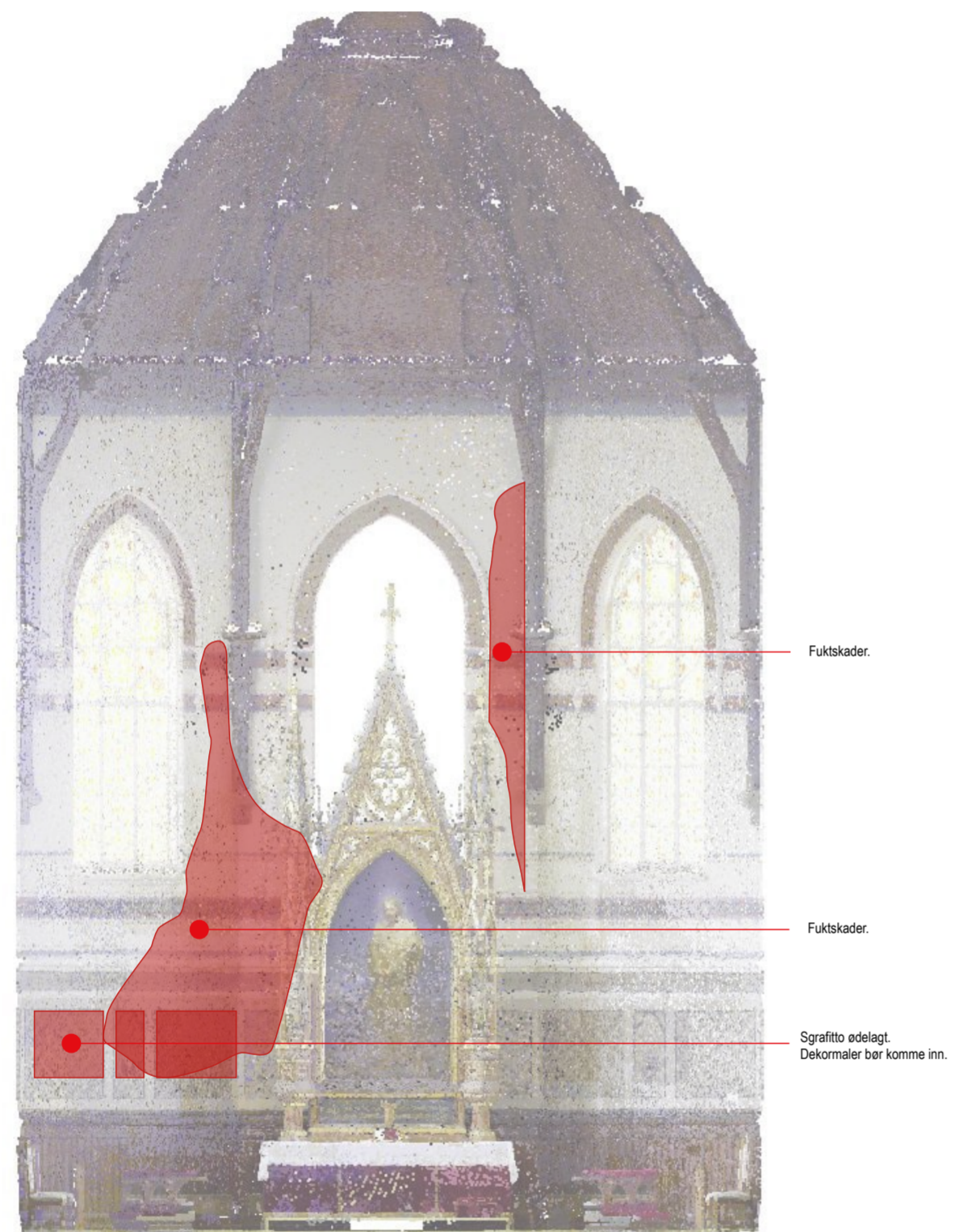
Mot vest.



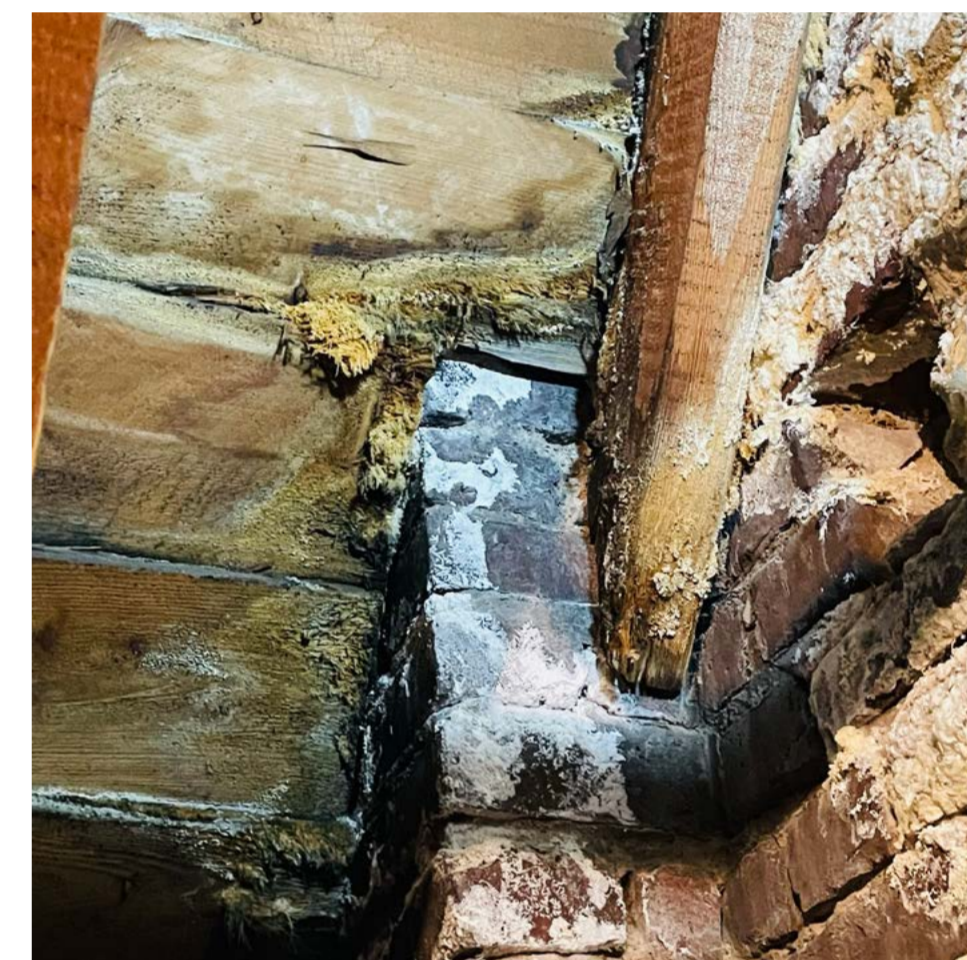
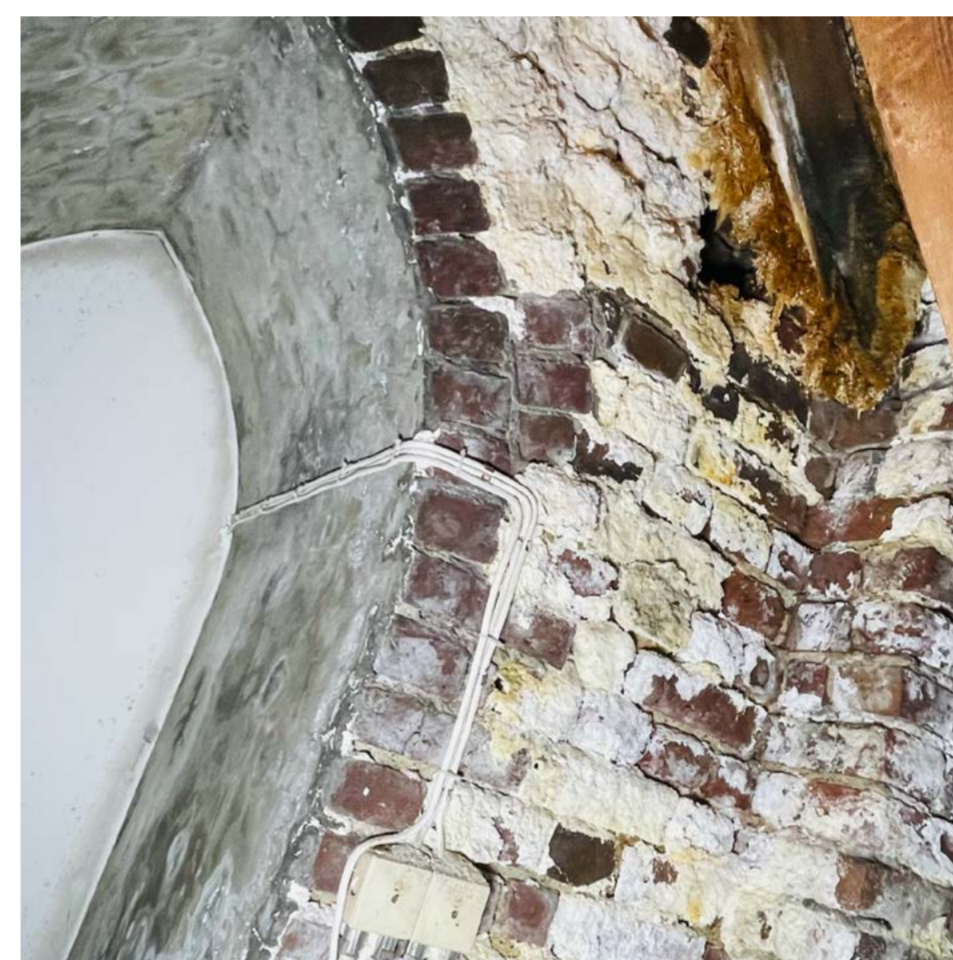
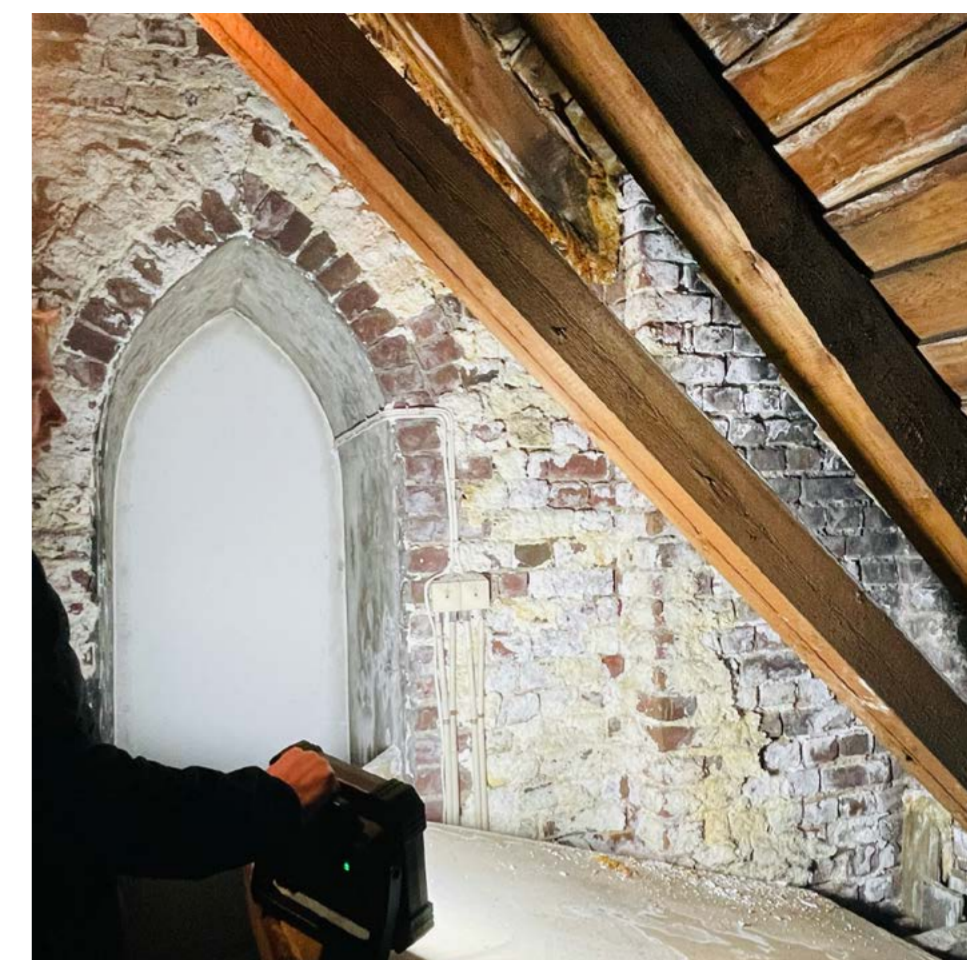
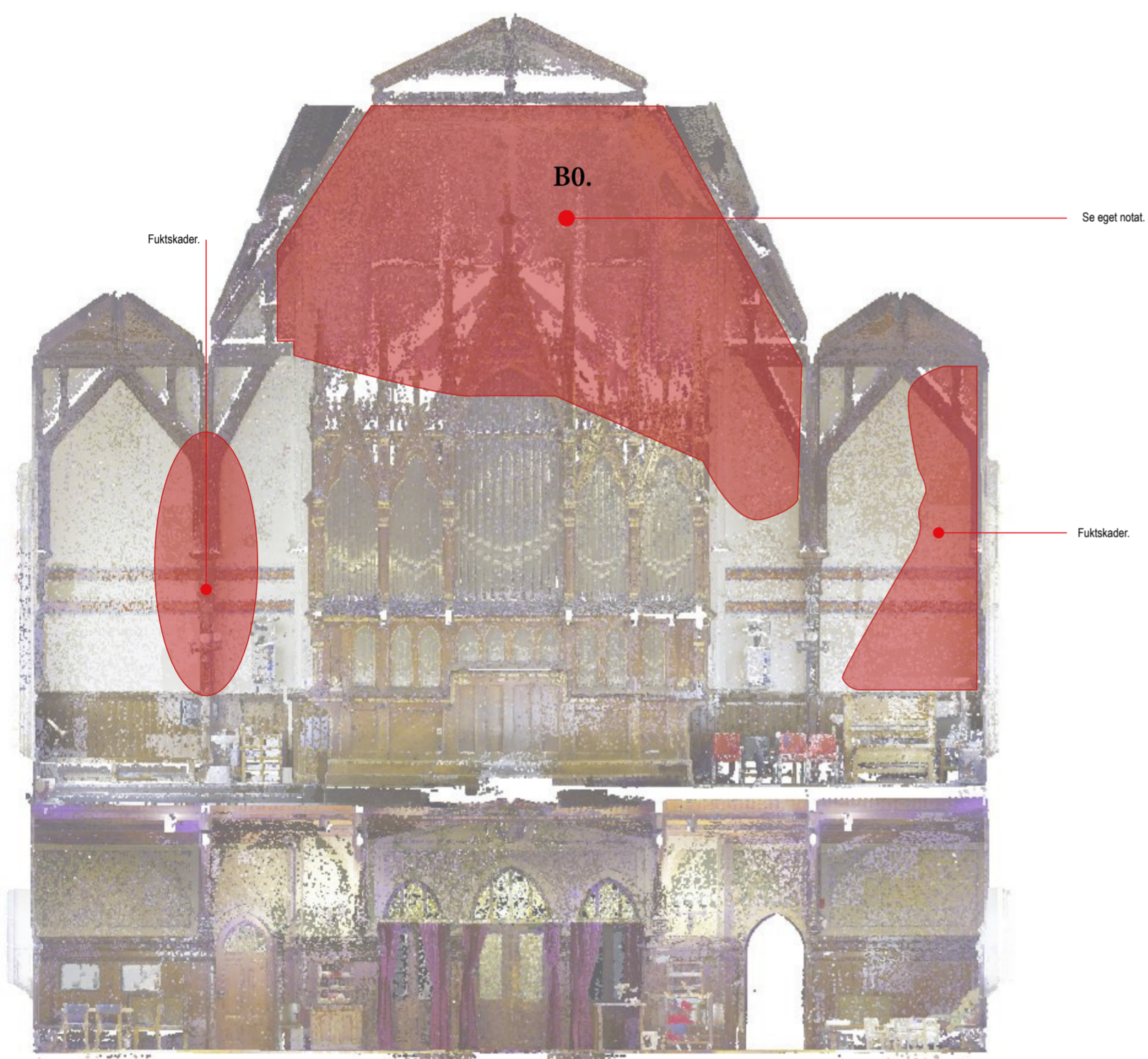
3.6.2 Kor - Trapperom mot nord



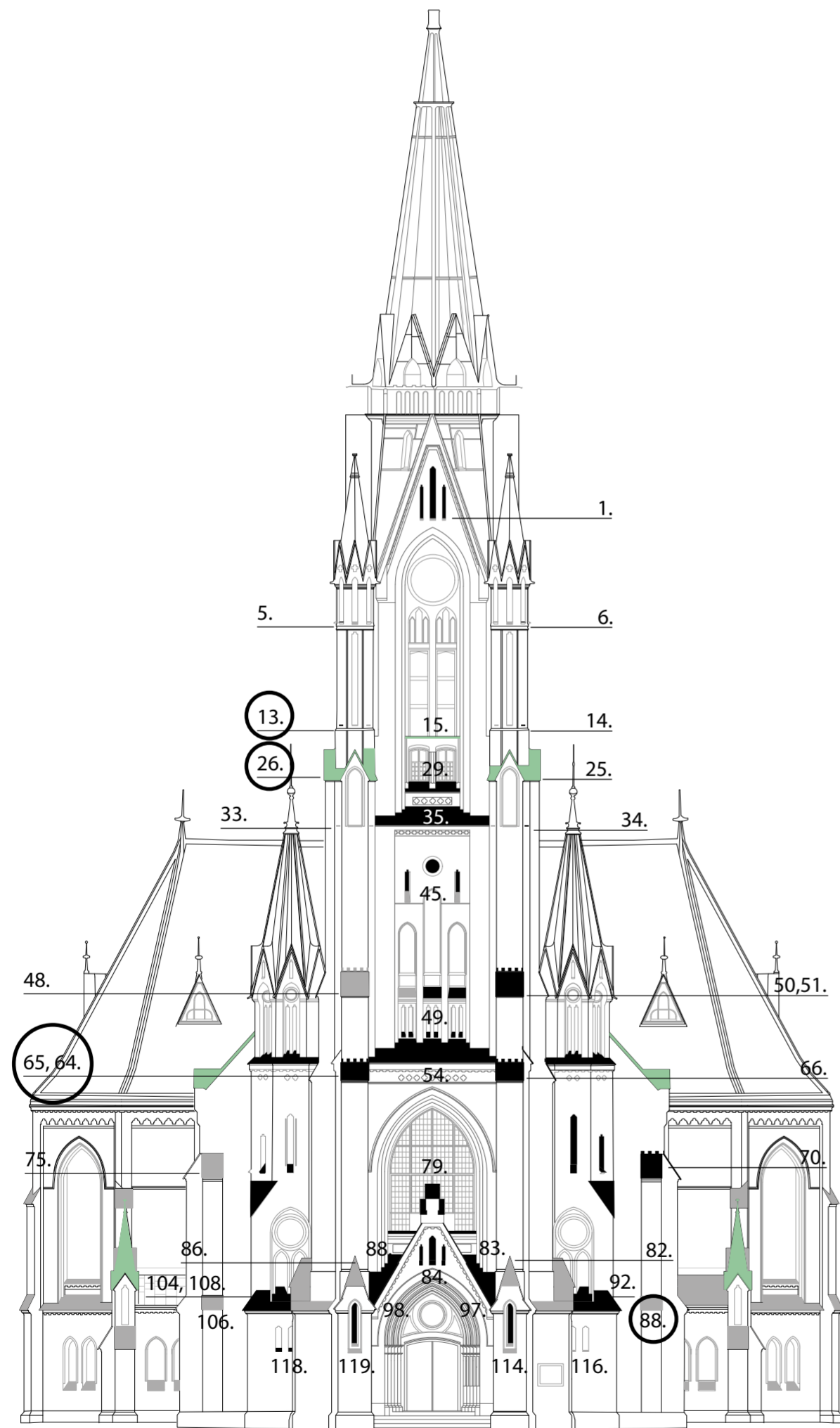
3.7 Koret, mot vest



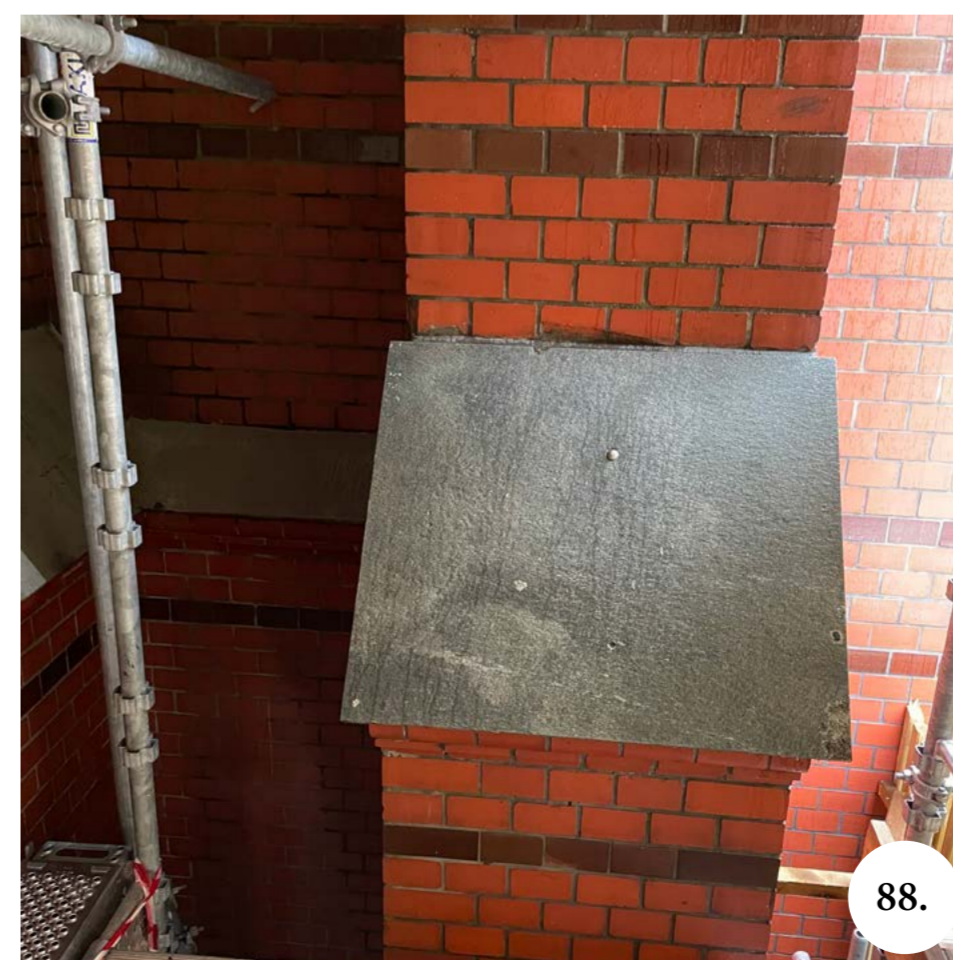
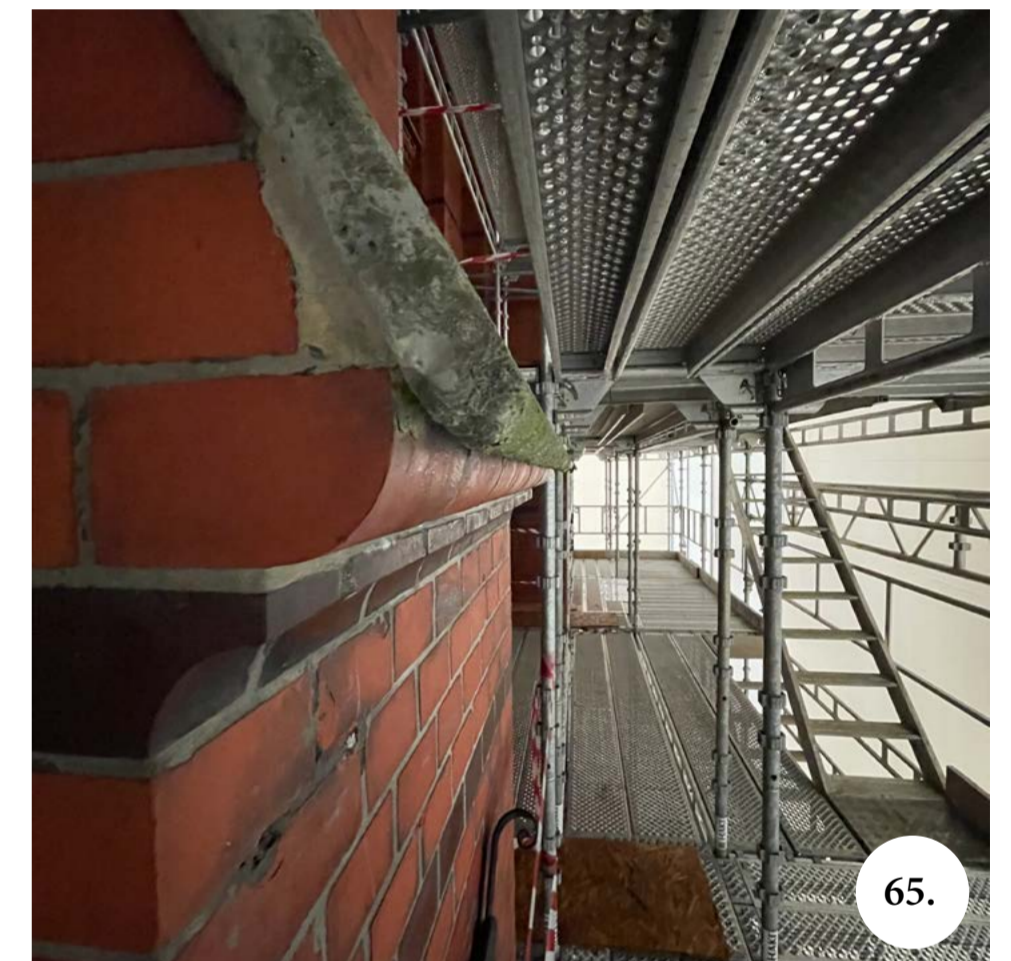
3.8 Orgelgalleriet, mot øst



4.1 Fasade, Øst

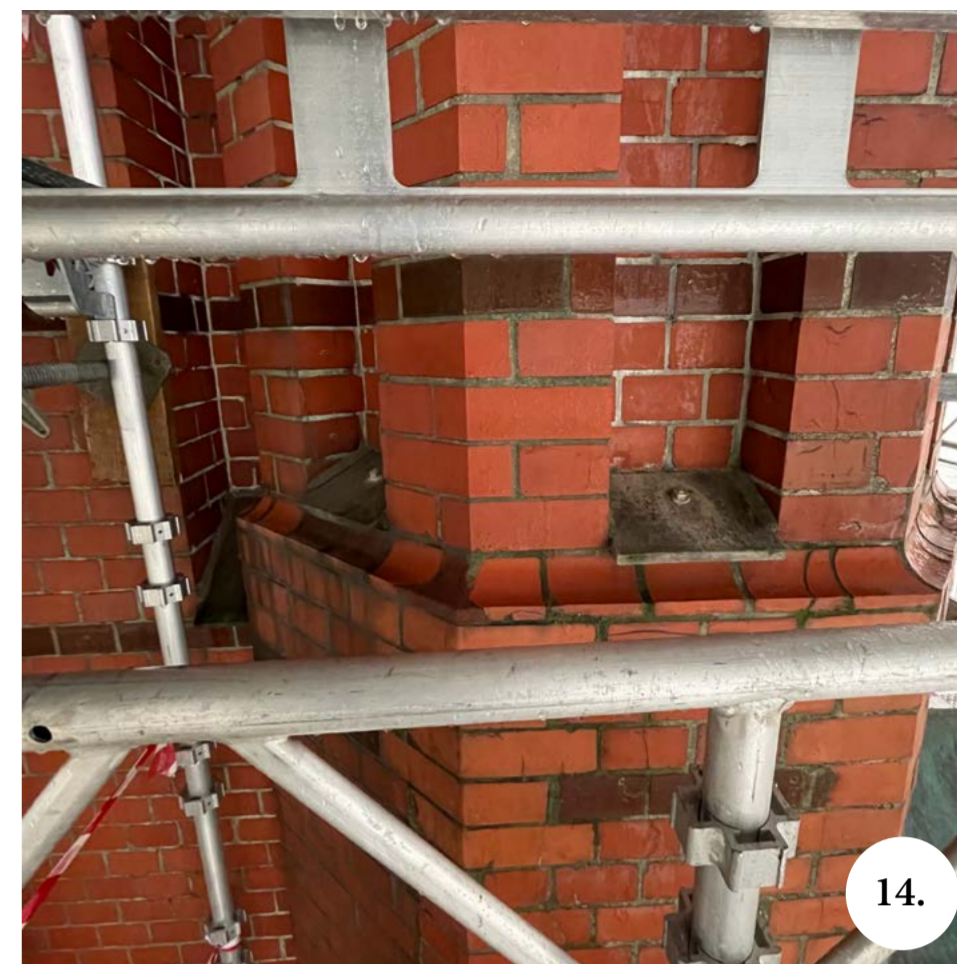
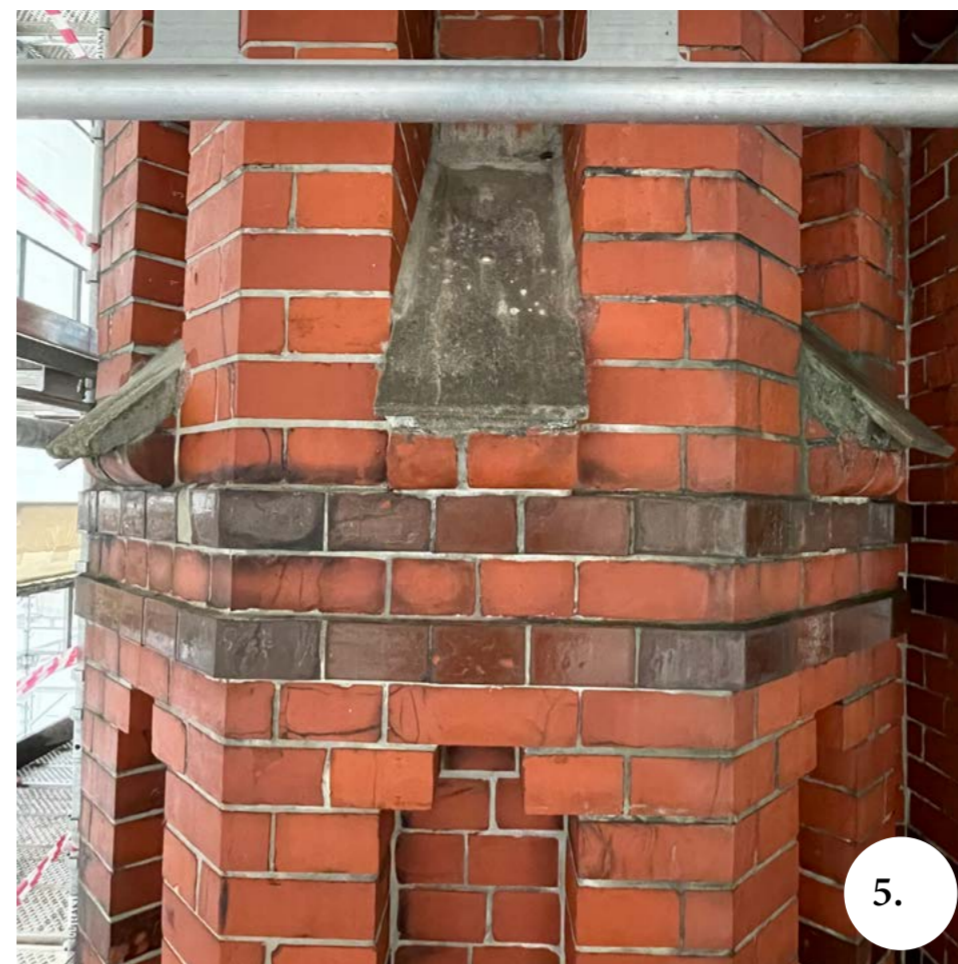
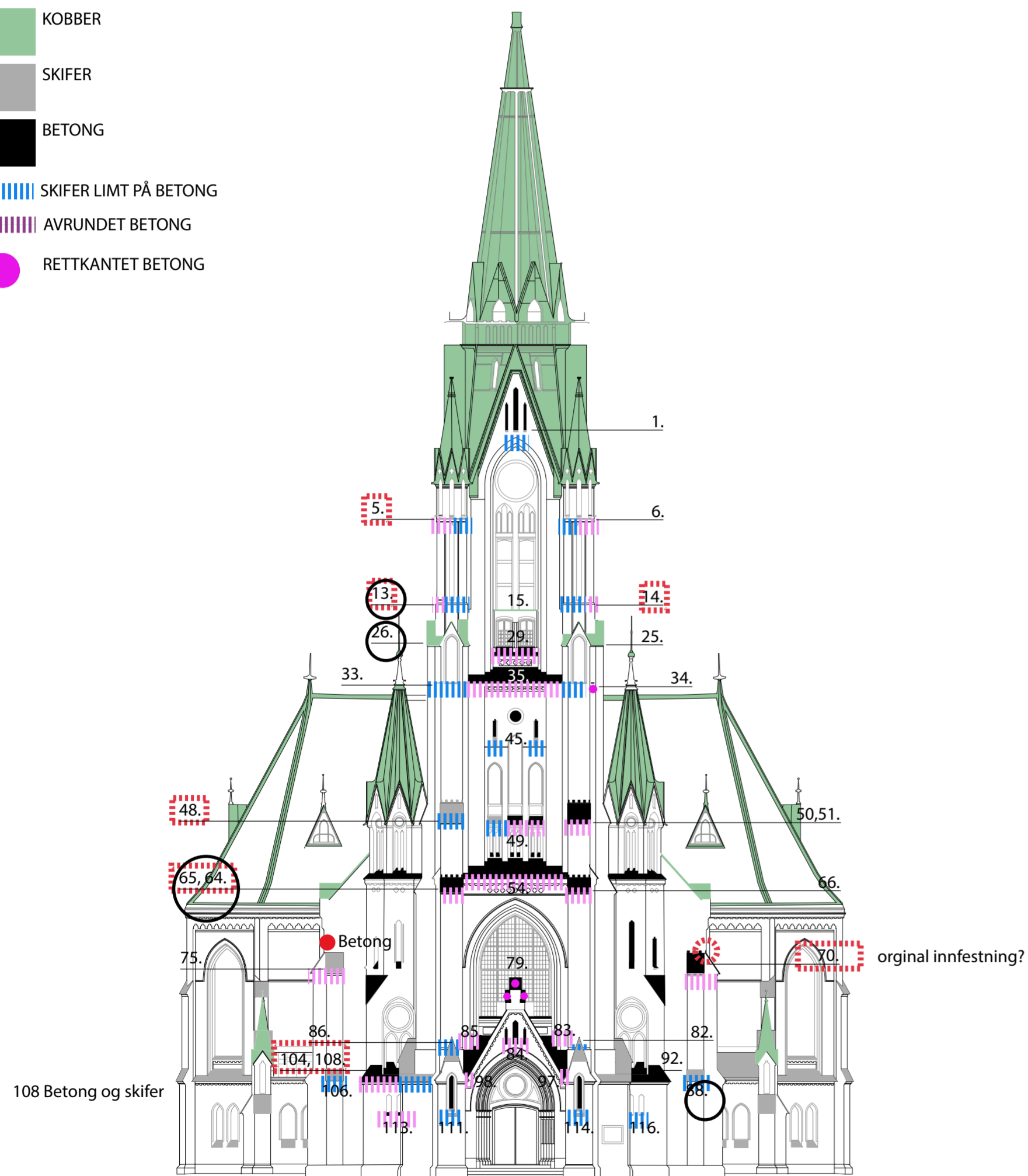


- KOBBER
- SKIFER
- BETONG

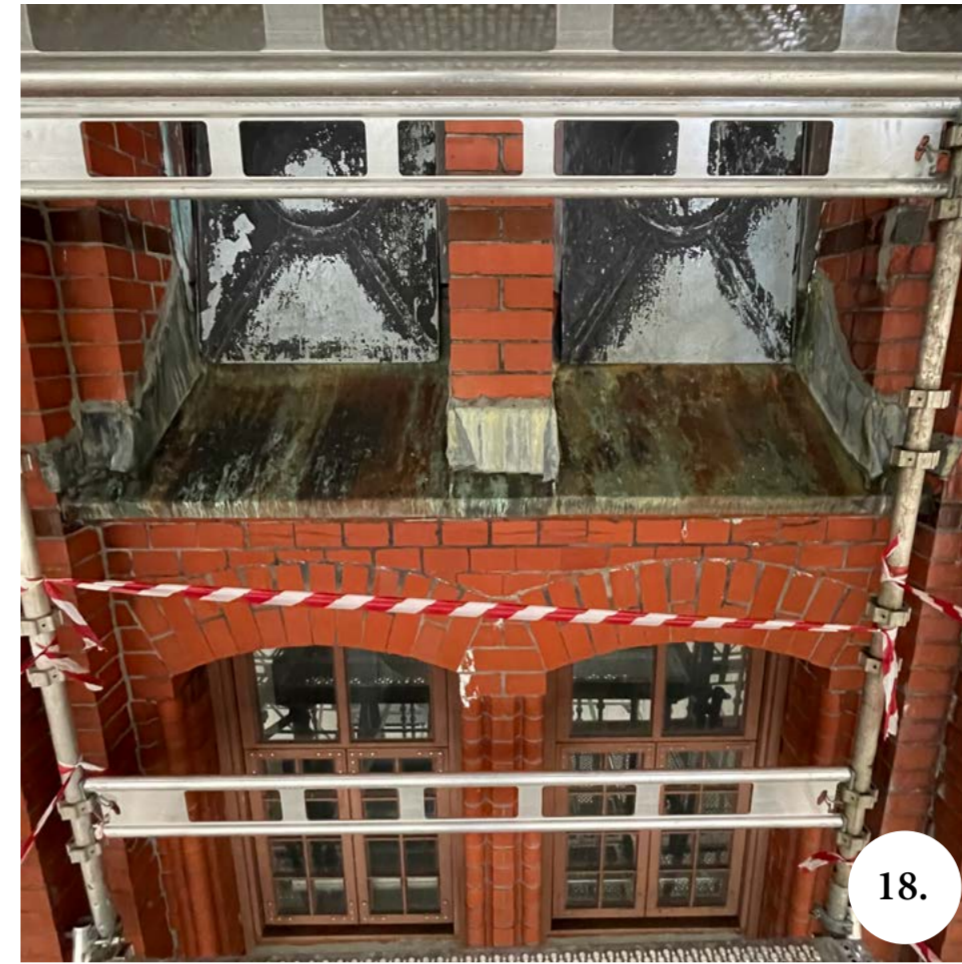
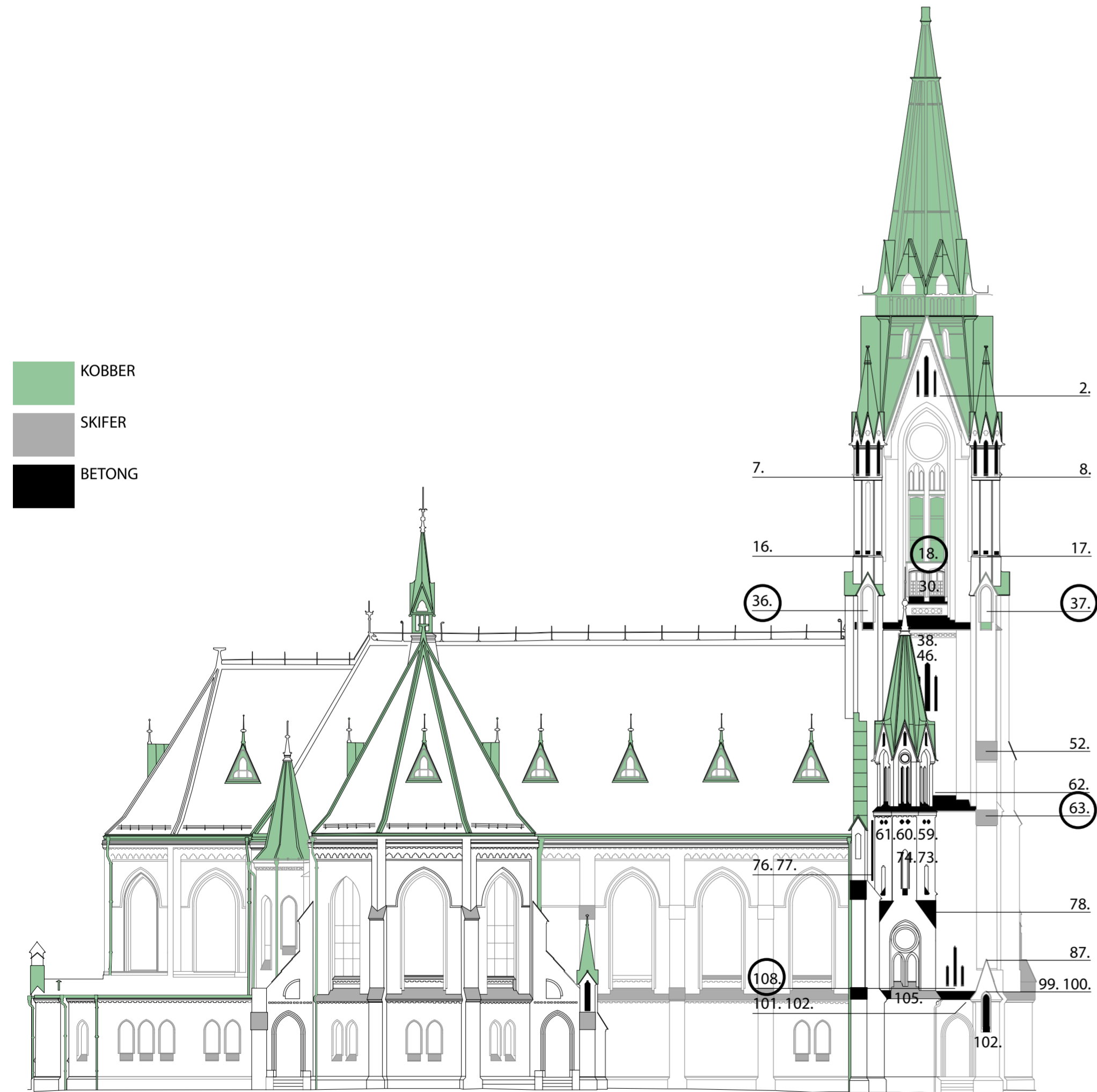


4.1 Fasade, Øst

- KOBBER
- SKIFER
- BETONG
- SKIFER LIMT PÅ BETONG
- AVRUNDET BETONG
- RETTKANTET BETONG

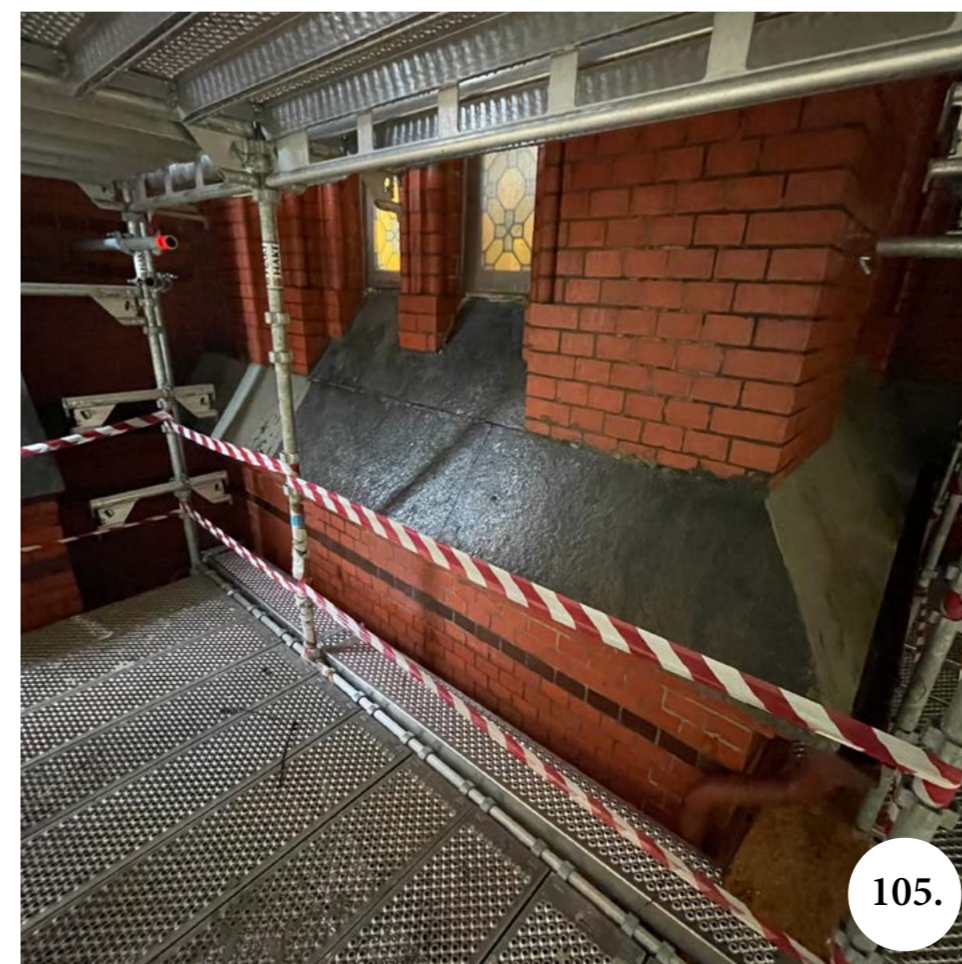
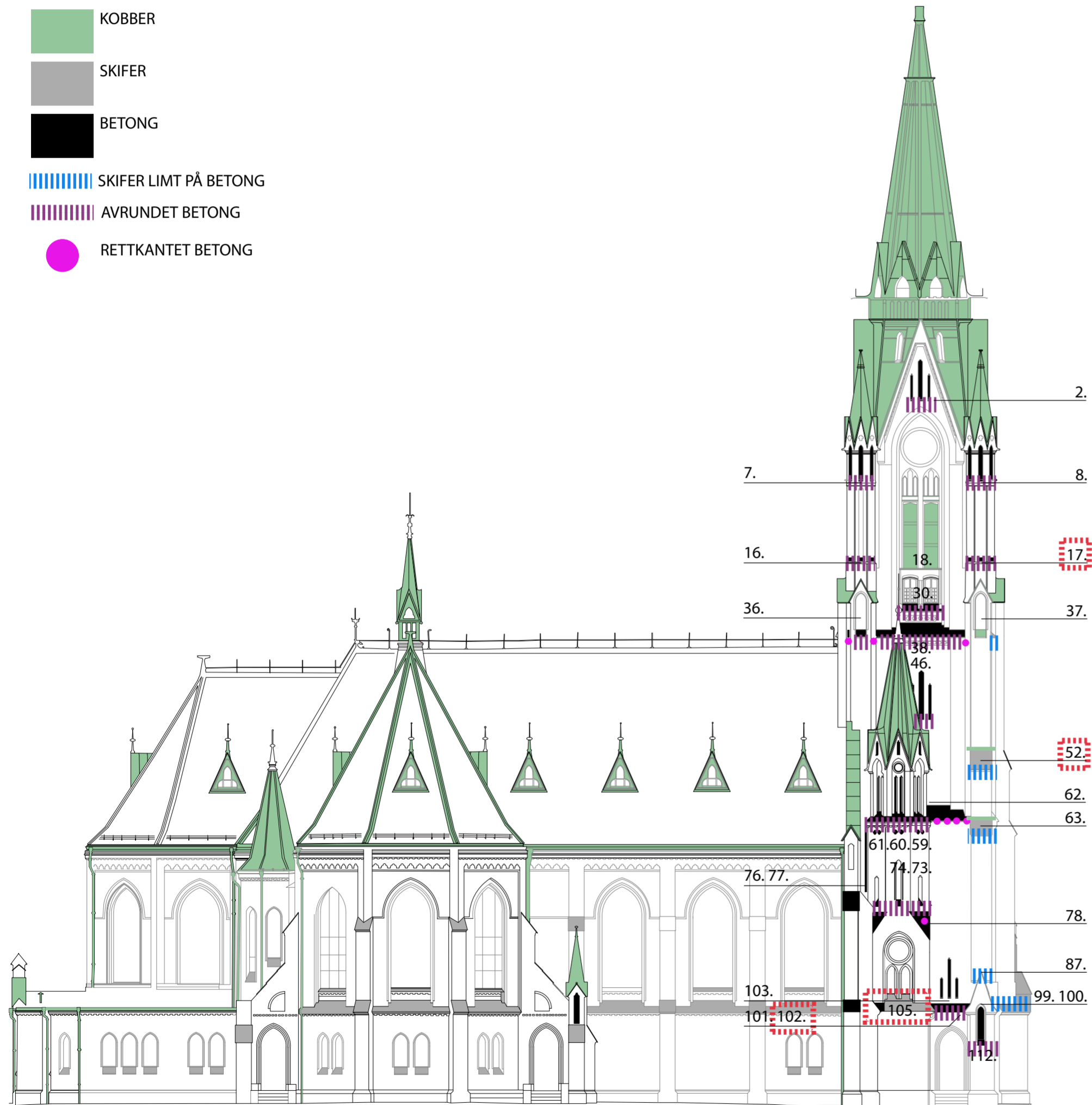


4.2 Fasade, Sør



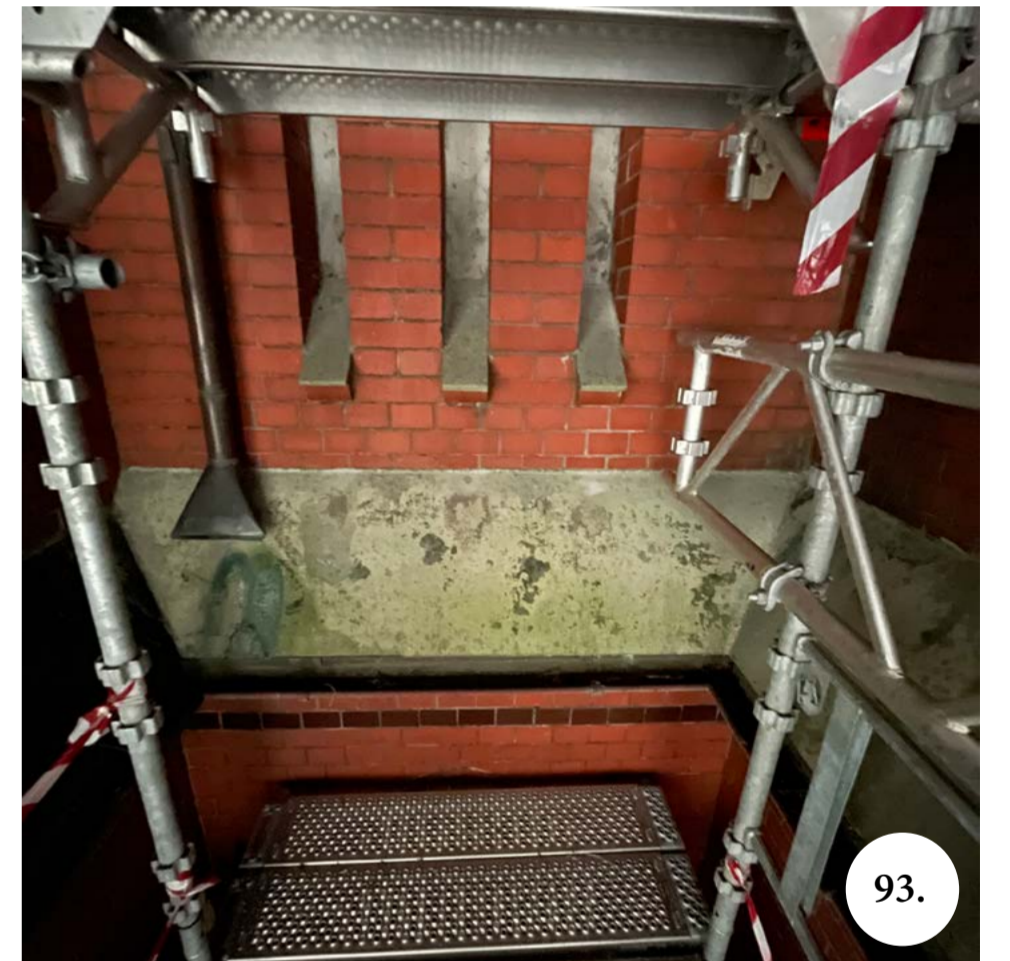
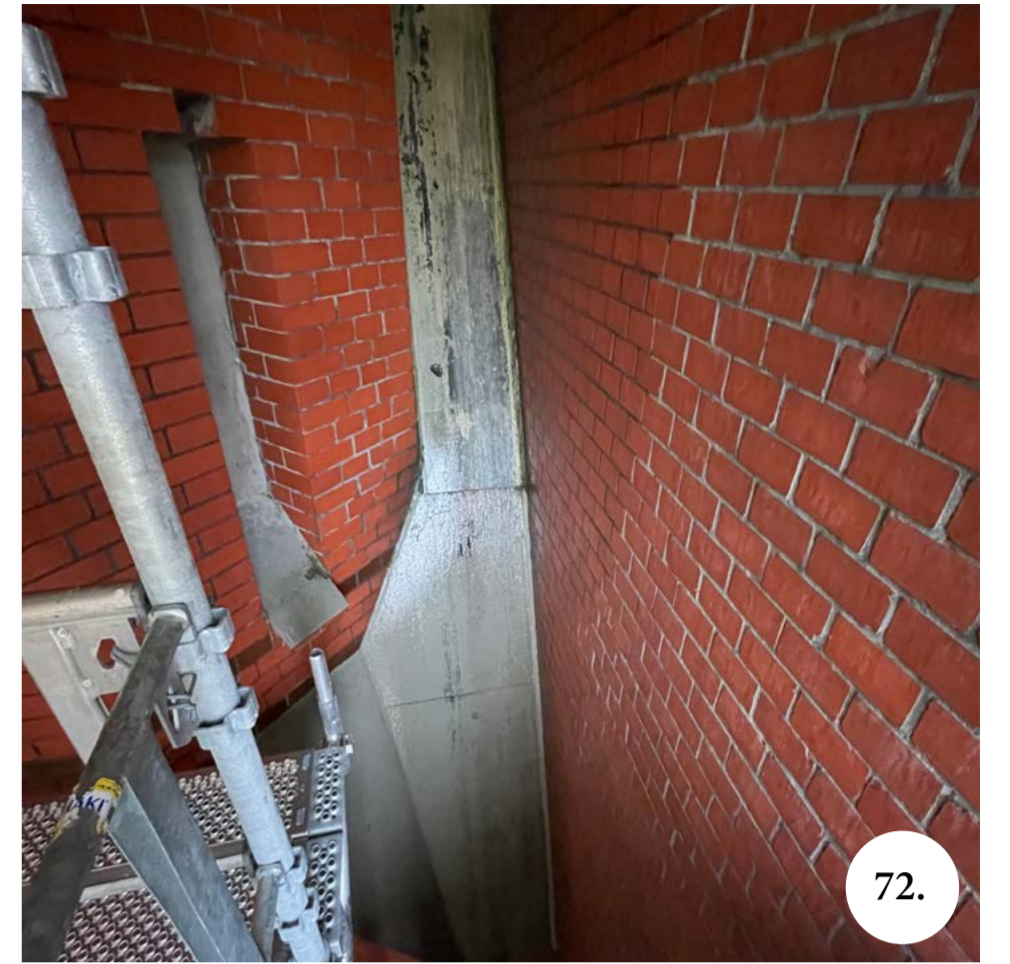
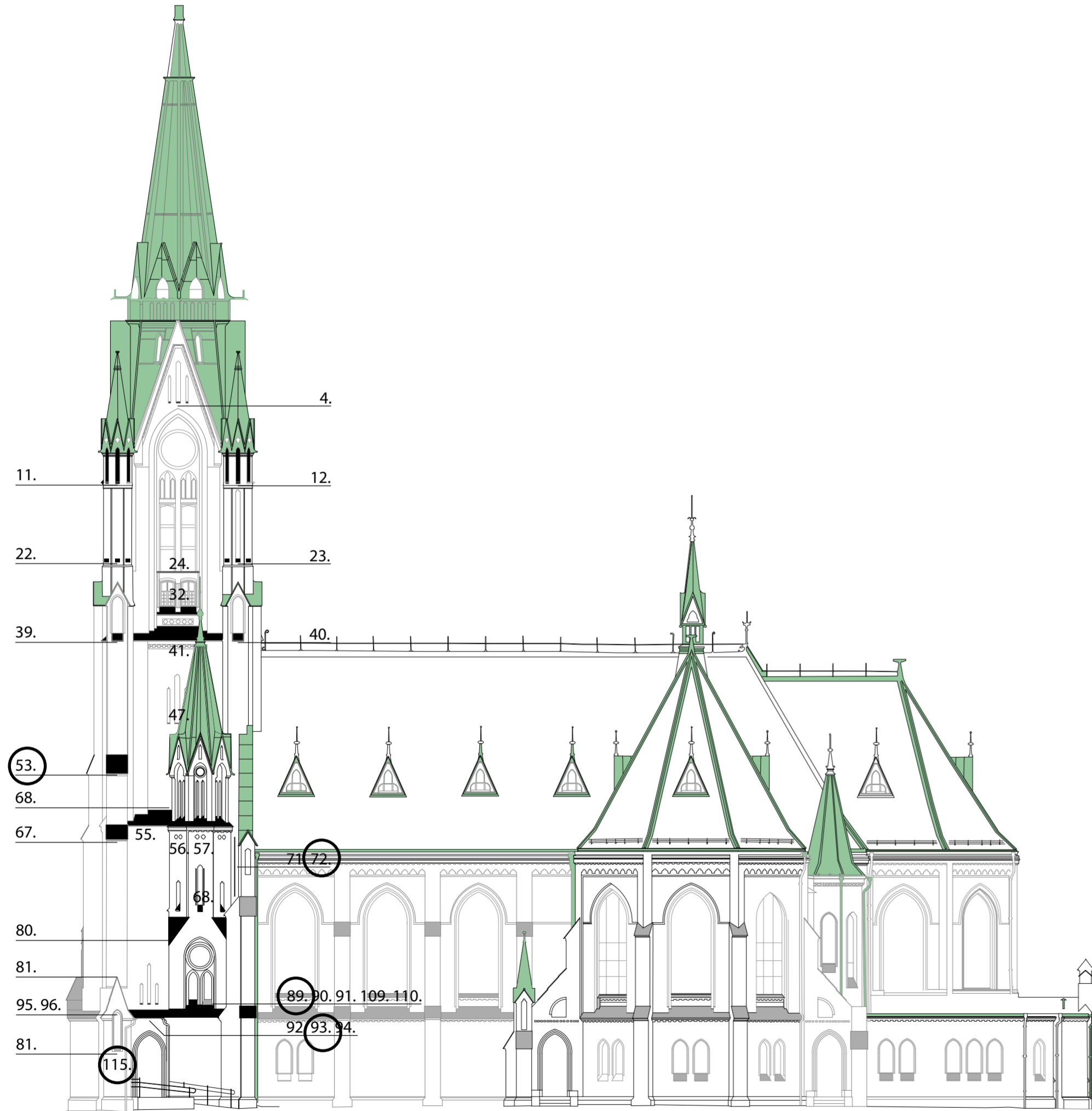
4.2 Fasade, Sør

- KOBBER
- SKIFER
- BETONG
- SKIFER LIMT PÅ BETONG
- AVRUNDET BETONG
- RETTKANTET BETONG

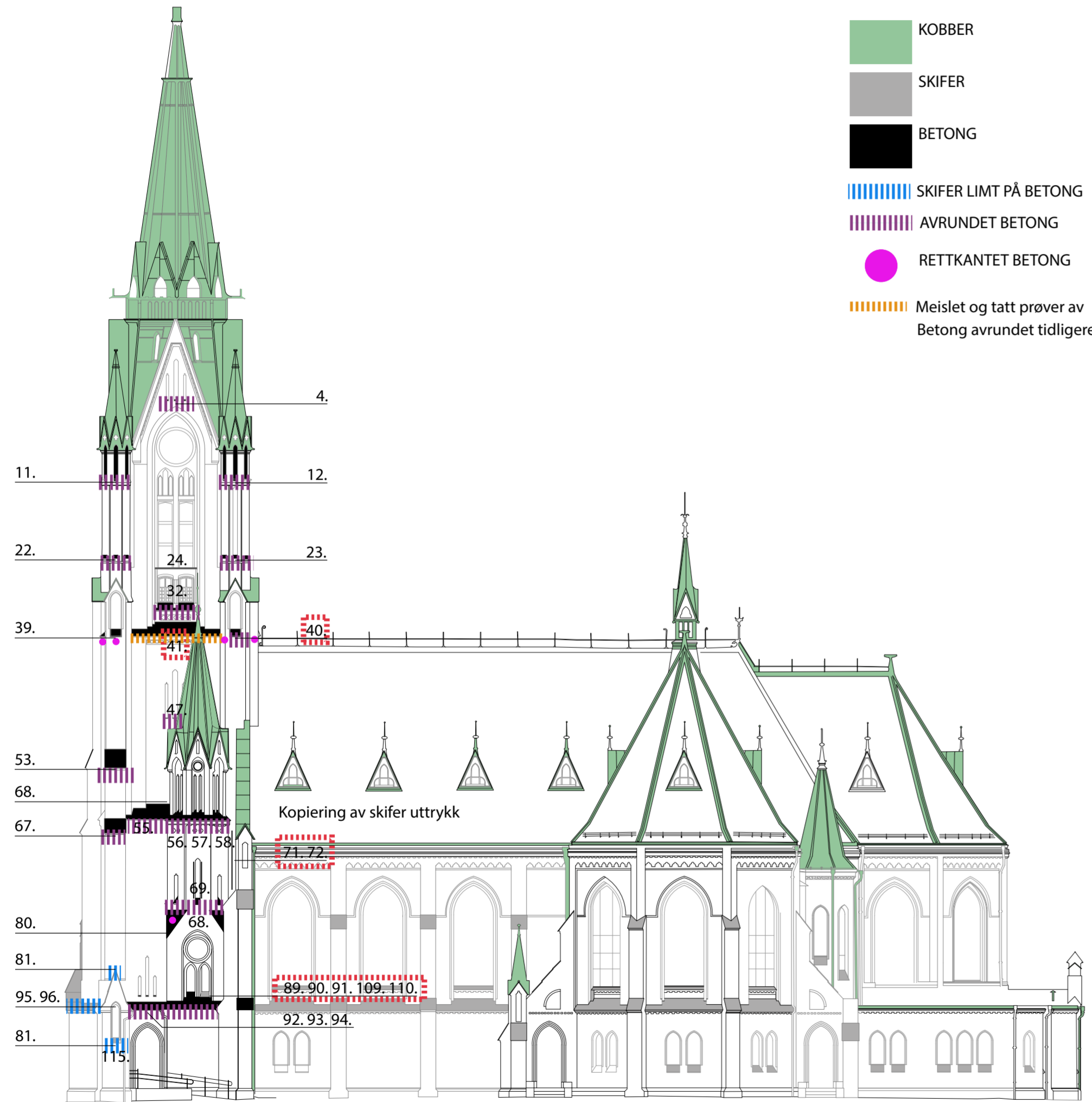


Bilde 52: Hardangerskifer med kobberslag over
 Bilde 101-102: Fra skifer til betong
 Bilde 105: Overgang betong til skifer (nyere)

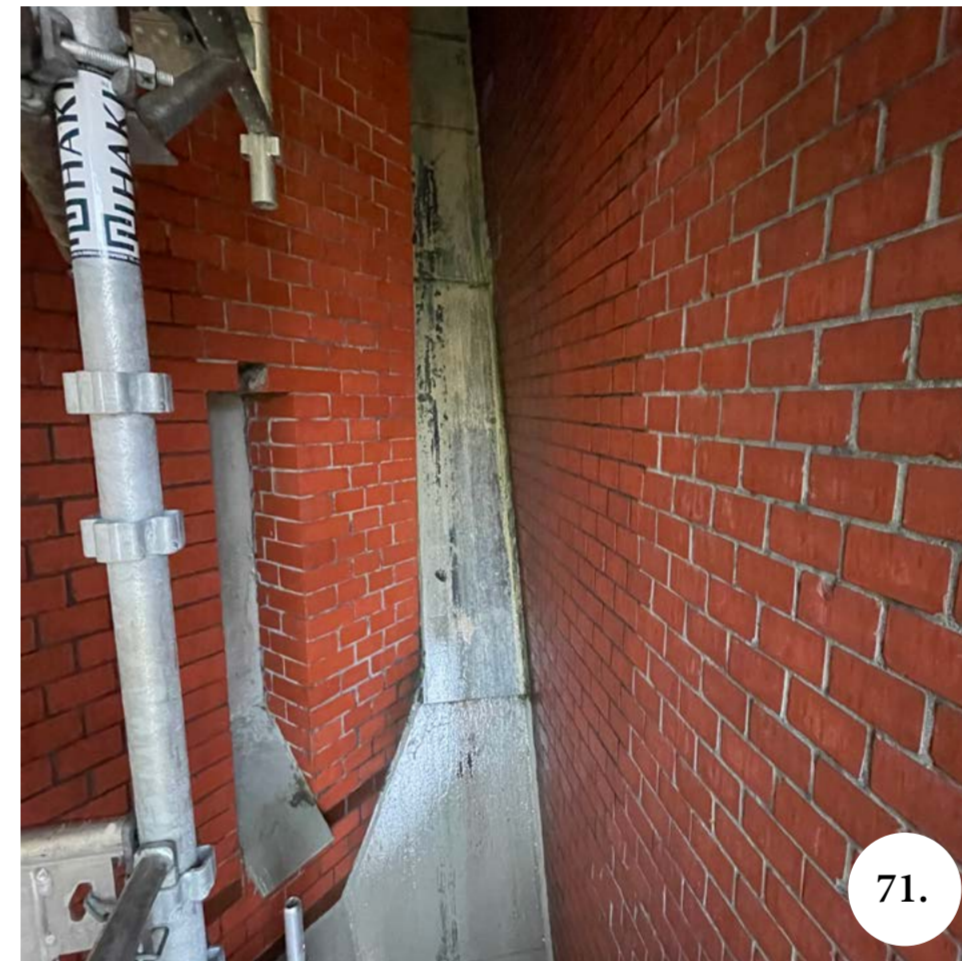
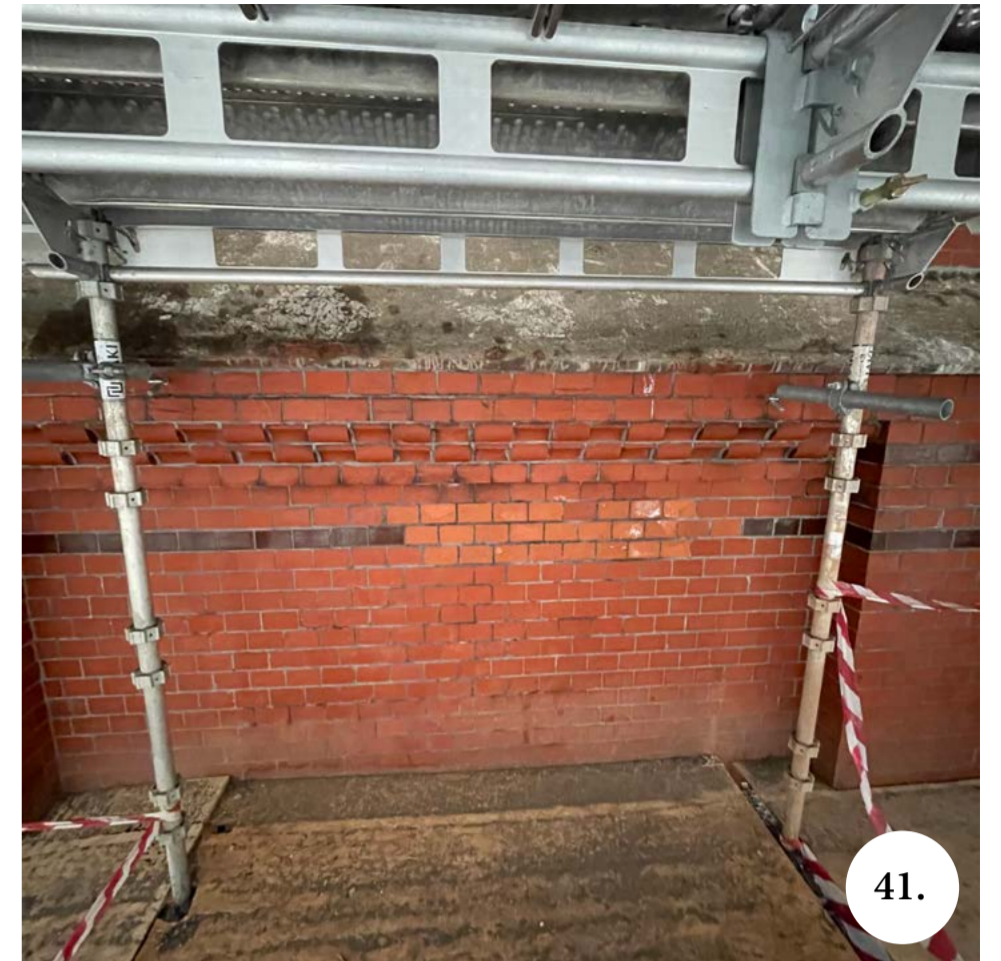
4.3 Fasade, Nord



4.3 Fasade, Nord



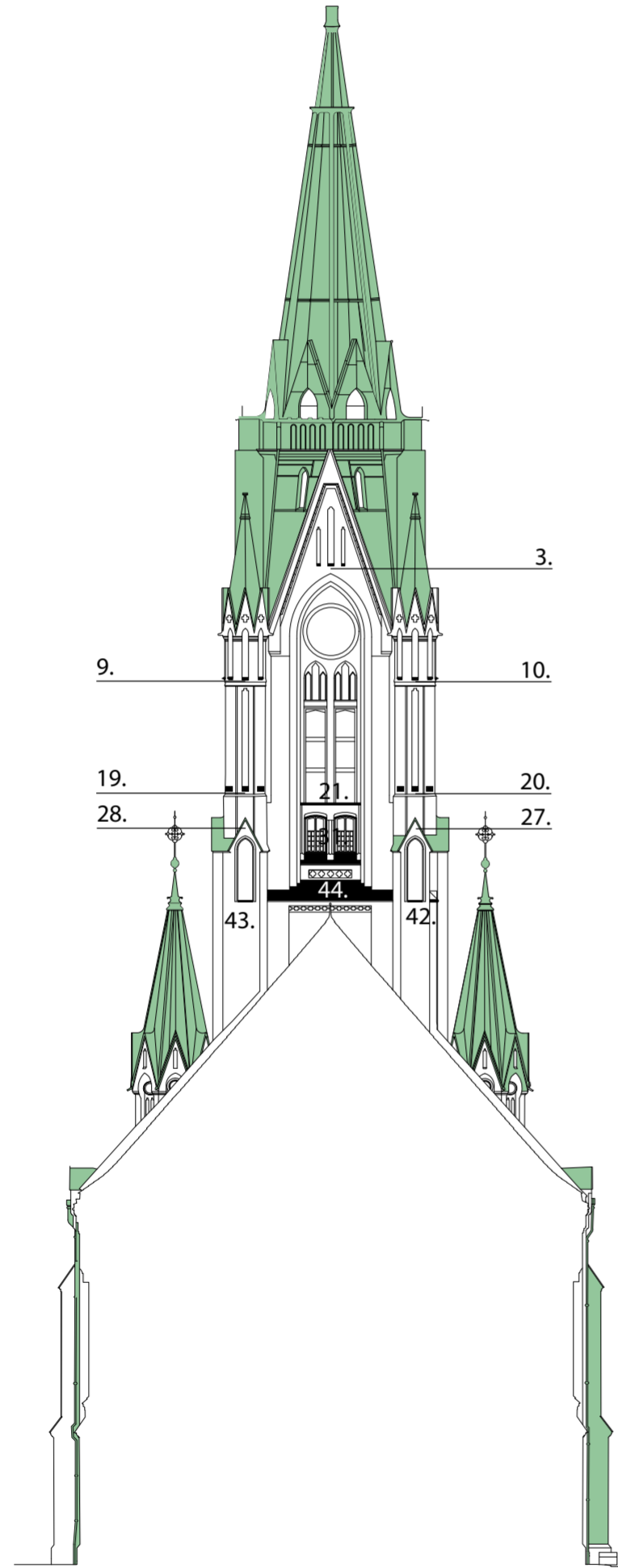
- KOBBER
- SKIFER
- BETONG
- SKIFER LIMT PÅ BETONG
- AVRUNDET BETONG
- RETTKANTET BETONG
- Meislet og tatt prøver av
Betong avrundet tidligere



Bilde 41: Tidligere betong avrundet. Det er blitt meislet, og tatt prøver av.
Bilde 71-72: Kopi, skiferuttrykk

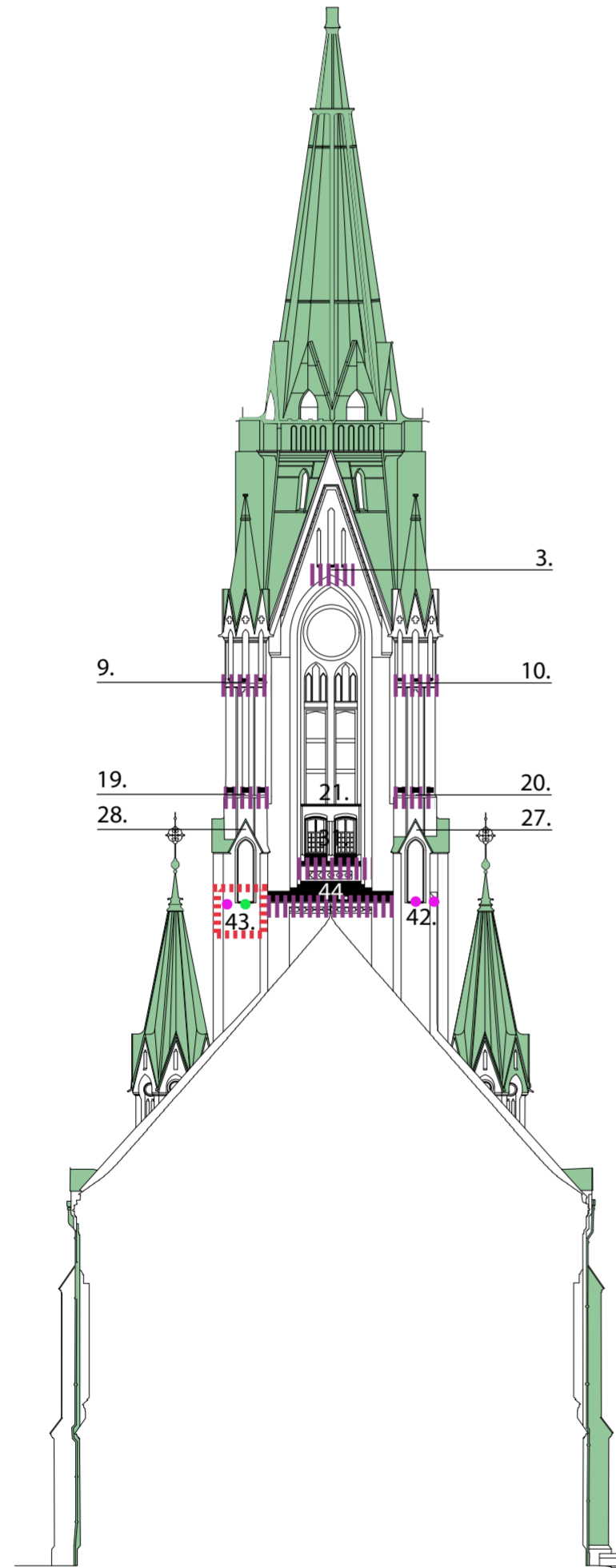
4.4 Tårn, Vest

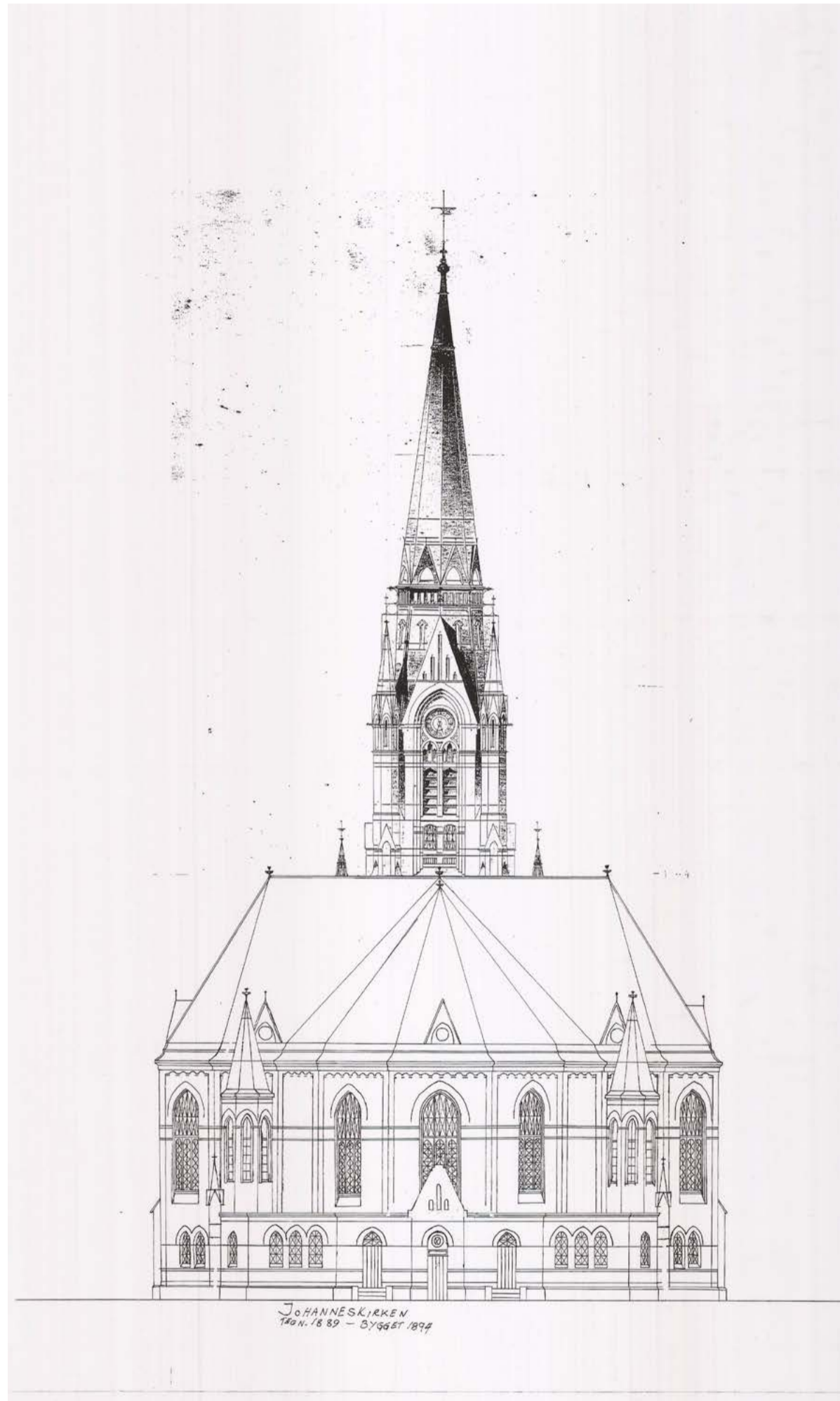
- KOBBER
- SKIFER
- BETONG



4.4 Tårn, Vest

- KOBBER
- SKIFER
- BETONG
- SKIFER LIMT PÅ BETONG
- AVRUNDET BETONG
- RETTKANTET BETONG
- 2 GENERASJONSBETONG, AVRUNDET UNDER OG RETTKANTET OVER





JOHANNESKIRKEN, BERGEN

Registreringsarbeid 2023