



NIDAROS DOMKIRKES
RESTAURERINGSARBEIDER

Restaurering av stein i Kongeinngangens hovedbue



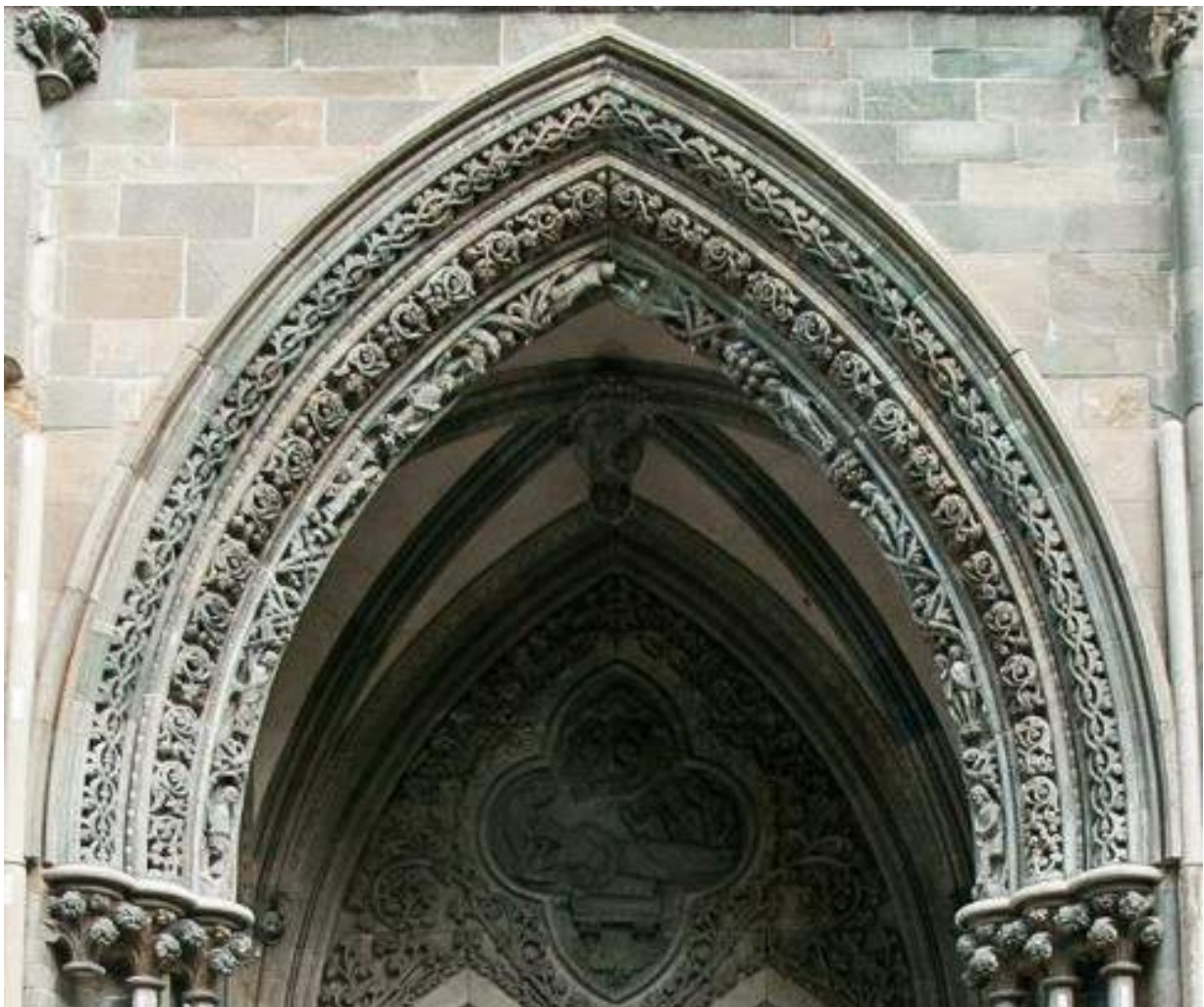
RESTAURERING AV STEIN I KONGEINNGANGENS HOVEDBUE

Organisering av prosjektet	3
Rapportens oppbygning	3
1. Innledning	3
1.1. Bakgrunn	3
1.2. Avgrensing/ omfang	4
1.3. Metode	5
2. Buen og det enkelte bueledd; beskrivelse og eksempel på typiske tiltak.....	6
2.1. Generelt om buen og utførte tiltak	6
2.2. Ytre dekksteinsprofil; beskrivelse og eksempel på tiltak	9
2.3. Ytre ornamentbue; beskrivelse og eksempel på tiltak	10
2.4. Midtre ornamentbue; beskrivelse og eksempel på tiltak	13
2.5. Indre ornamentbue (skulpturer); beskrivelse og eksempel på tiltak	14
3. Gjennomføring/ oppsummering	17
3.1. Dokumentasjon	17
3.2. Kvalitetssikring av utførte tiltak	18
3.3. Kommunikasjon	18
3.4. Helse, miljø og sikkerhet	18
3.5. Fremdrift/ tidsforbruk	18
3.6. Utfordringer	18
3.7. Sluttkommentar	19
4. Linker	20

Vedlegg

- Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen mars 2012, revidert høst/ vinter 2017.
- DSU4020590 «Eva spinner», oversikt over skader og forslag til utførelse av kompletterende tiltak.
- DSU4020710 «Adam graver», oversikt over skader og forslag til utførelse av kompletterende tiltak.
- Reparasjonsveileder for kleberstein.
- Blandingsforhold akryl (Wesutex D 340)/ kleber til liming og restaureringsmørtel.

Restaurering av stein i Kongeinngangens hovedbue



Figur 1. Kongeinngangens hovedbue før demontering/ restaurering.

Organisering av prosjektet

Prosjektet var initiert av NKS v/ Rune Langås (prosjekteier) og ble gjennomført i perioden Januar – Juni 2018 av en prosjektgruppe med følgende sammensetning og ansvarsområder:

Medarbeider	Hugging av kopier	Reparasjons-tiltak	Kontroll utførte tiltak	Kommunikasjon	Database/ tiltaksskjema/ 3D- modeller	Hovedansvar foto til arkiv/ 3D- modeller	Prosjektleder	Rapport
Ida J. B. Bodvar	x	x		x				
Øystein Aa. Digre				x	x			
Henning Grøtt	x	x	x			x		
Johannes Klem	x	x						
Eva Stavsøien		x					x	x
Espen Sørburø		x	x					

I tillegg kunne Øystein Ekroll og Kristin Selboe Bjørlykke delta i faglig diskusjon knyttet til det enkelte objekt der det var aktuelt.

Rapportens oppbygning

Etter det innledende kapittelet beskrives det enkelte bueledd og eksempler på typiske tiltak presenteres. Dokumentasjon av tiltak utført på det enkelte objekt følger rapporten i form av link til databasen (tiltaksskjemaene vil kun være tilgjengelig lokalt ved NDR). Det linkes også til samlingen av 3D-modeller. Rapporten avsluttes med en generell oppsummering og betraktninger rundt hvordan prosjektet ble gjennomført.

Dokumenter med utdypende informasjon følger rapporten som vedlegg. Foto/ figurer i rapporten v/ prosjektgruppa.

I tillegg til denne rapporten foreligger en refleksjonsrapport om Kongeinngangens hovedbue (TBBY3003 Tradisjonsfaglig utøving 3) utarbeidet av Johannes Klem som følger studiet Tradisjonelt bygghåndverk og teknisk bygningsvern v/ NTNU.

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

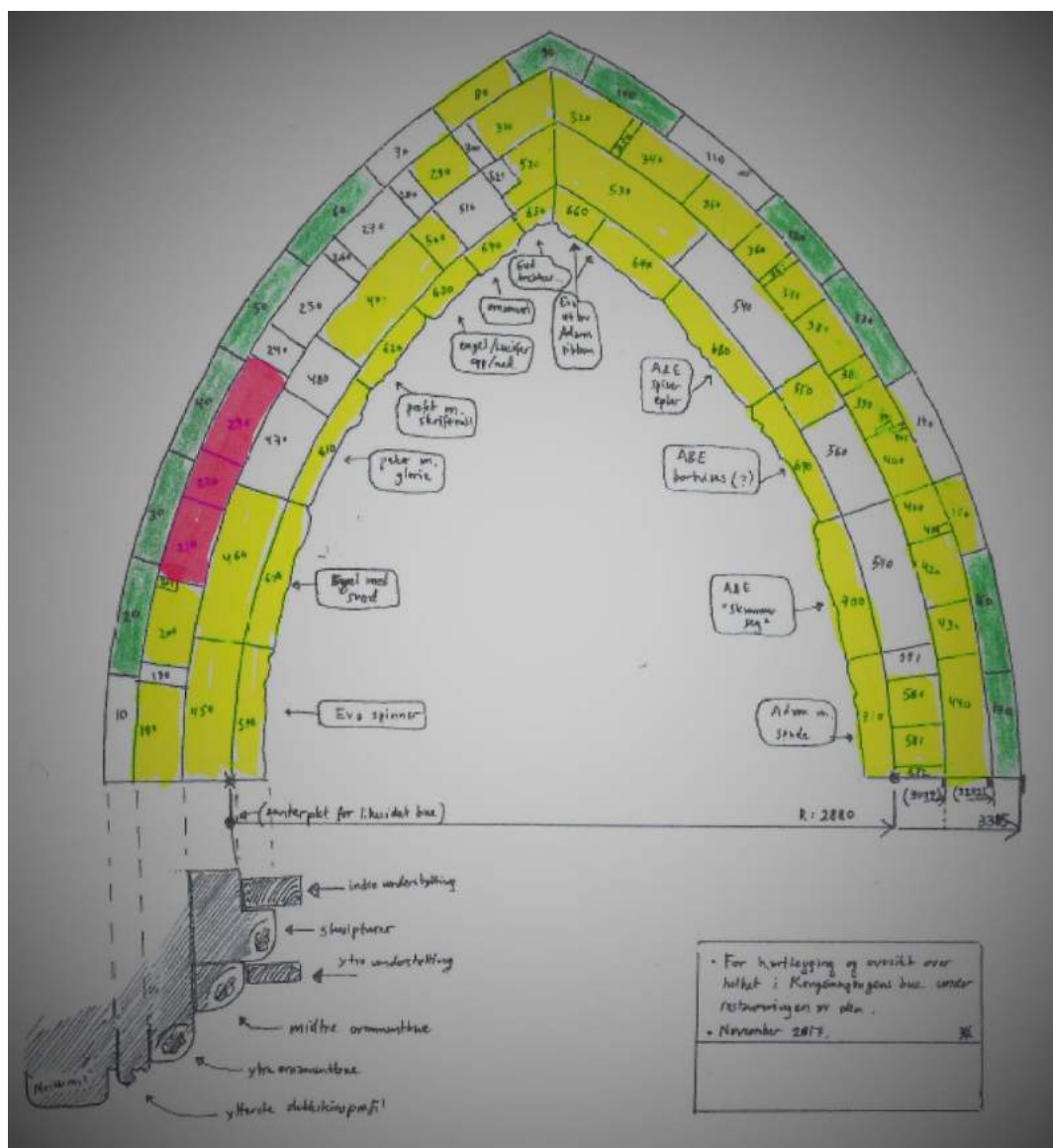
Kongeinngangen har vært fullstendig demontert og er nå under oppmuring. Sommeren 2018 er oppmuring av skift 16 - 27, hvor Kongeinngangens hovedbue inngår, planlagt utført. Tilstandsvurderinger før, under og etter demontering avdekket behov for tiltak av varierende karakter før objektene kunne gjenbrukes. Behovet for tiltak kan i hovedsak knyttes til materialkvalitet, tidligere utførte restaureringstiltak og mulig uheldig distribusjon av last.

Objektene buen består av er til dels rikt utsmykket og en betydelig andel av disse antas å ha opphav i middelalderen. En målsetting om bevaring in situ av eksisterende stein generelt og

middelalderobjekter spesielt fordret at metoder for nødvendige konsoliderende og eventuelle kompletterende tiltak ble valgt og brukt med omhu. Likeså at slike tiltak, så langt det var forsvarlig, skulle benyttes fremfor å erstatte objekter med nyhugget stein.

1.2. Avgrensing/ omfang

Hovedbuen består ifølge skissen under av 71 stein fordelt på fire nivå: Ytre dekksteinsprofil, ytre ornamentbue, midtre ornamentbue og indre ornamentbue (skulpturer). I forbindelse med demonteringen ble en god del «undernummer» tilføyd uten at dette fremkommer på tegninger av buen. Det registrerte antallet nummererte objekter tilhørende hovedbuen er i hht. databasen 90. Eksempelvis består steinen nummerert 530 på skissen av steiner nummerert 530, 531, 532, 534 og 535.



Figur 2. Skisse som viser prosjektets fysiske omfang ved oppstart av det praktiske arbeidet. Ingen farge = gjenbruk uten tiltak, grønn = tidligere nyhugget, gul = behov for reparasjoner av varierende omfang og karakter, rosa = nyhugges.

Forslag til tiltak som forelå ved oppstart av prosjektet var basert på tilstandsvurderinger foretatt før og i forbindelse med demontering. For objektene i indre ornamentbue (skulpturene) ble det

før demontering utført særskilt dokumentasjon vinteren 2012. Dokumentasjonen ble revidert høst/ vinter 2017 for å tilføye eventuelle skader oppstått i forbindelse med demontering, transport og lagring.¹

De tre objektene merket med rosa i ytre ornamentbue var sterkt fragmenterte (bestod av rundt 60 deler) og kunne ikke restaureres slik at de fikk nødvendig styrke til å fungere som lastbærende elementer i buen. Disse måtte erstattes med nyhugde kopier.



Figur 3. De tre steinene som ble erstattet med kopier, her satt sammen for å kunne brukes som modell.

Konsoliderende og eventuelle kompletterende tiltak som var aktuelle for objekter merket med gult på skissen var: sammenliming av større og mindre brudd, sikring med dybler eller kramper, modellering med restaureringsmørtel ved mindre skader mot fuger eller innfelling av stein ved større mangler.

Objektene som skulle gjenbrukes uten tiltak måtte, som de øvrige renses for mørtel og eventuelle dybler fjernes. Arbeidsoperasjoner som lett kan forårsake skader slik at tiltak som nevnt likevel måtte iverksettes. Det måtte derfor tas i betraktning at antall objekter med behov for tiltak ville bli større enn de 43 kjente.

1.3. Metode

Med utgangspunkt i prosjektets fysiske omfang, restaureringsprinsippene vi forholder oss til, samt en eksisterende intern veileder for reparasjon av stein ble det utarbeidet prosjektbeskrivelse/ - plan med rutiner for blant annet utførelse av arbeid og dokumentasjon.² Generelt iverksettes ethvert restaureringstiltak for å bevare eksisterende objekter på best mulig måte. I dette ligger at forhold som kan føre til eskalerende nedbryting av objekter som representere risiko for skader på bygning og omgivelser må utbedres. Om tiltaket innebærer tilføyelser, skal disse prinsipielt være reversible, noe som innebærer at inngrep i originalmaterialet skal begrenses til et absolutt minimum.

¹ Se vedlegg 1.

² Restaureringsprinsippene er forankret i Venezia-charteret.
Intern veileder for reparasjon av stein: se vedlegg 4.

Med bakgrunn i verdiene som tillegges objekter tilhørende hovedbuen ble det presisert at:

- Konsolidering/ komplettering (steininnfellinger) *ut over* å feste deler av objektet som er løse eller har falt av kan gjøres i tilfeller hvor:
 - Det har betydning for styrke/ stabilitet. Med det forstås at mangelen svekker objektet eller deler av det f.eks. ornamentikk/ skulptur.
 - Mangelen er av betydning for forståelsen av historien som formidles i indre ornamentbue (skulpturer). Med det forstås at for eksempel “kroppsspråk” og attributter mangler.
 - Linjer fremstår som “uryddige”, eksempelvis pga. manglende deler i profiler.

I de tilfellene innfelling av stein var aktuelt skulle behov, fremgangsmåte etc. tas opp til faglig vurdering og diskusjon i hele eller deler av prosjektgruppa.

De fleste tiltakene kunne utføres *uten* innfelling av stein. Dette dreide seg om festing/ remontering av deler som var løse eller hadde falt av og mindre utmodelleringer på kanter og hjørner. Slik utmodellering med restaureringsmørtel har som hensikt å hindre videre nedbryting av materialet og gir samtidig et mer regelmessig fugebilde. Sprekkdannelser i steinene ble limt og/ eller fylt med restaureringsmørtel. I tillegg ble det ved mindre mangler som førte til at linjer i profiler fremstod som svært mangelfulle eller uryddige benyttet restaureringsmørtel til komplettering.

Så langt det anses som forsvarlig benyttes det flytende akrylproduktet Wesutex D 340, evt. med tilslag av klebersteinsstøv til liming. Samme produkt benyttes også som bindemiddel i restaureringsmørtelen, tilslaget her er klebersteinsstøv i ulike fraksjoner i et gitt blandingsforhold.³ Restaureringsmørtelen er en modellerbar masse, som etter herding kan bearbeides til ønsket form. Disse akrylproduktene er diffusjonsåpne og “svakere” enn steinen de brukes på. Tiltak utført med slike produkter er i hovedsak av reversibel karakter.

Der det av hensyn til styrke og sikkerhet er påkrevet, benyttes et to-komponent epoksyylim (Mapoxy-L A/B). I tillegg benyttes dybler (glassfiber eller syrefast stål) eller kramper (syrefast stål) for å sikre samholdet. Slike tiltak vil ikke være fullstendig reversible.

2. Buen og det enkelte bueledd; beskrivelse og eksempel på typiske tiltak

2.1. Generelt om buen og utførte tiltak

Kongeinngangen er tidligere restaurert ved flere anledninger. De mest omfattende arbeidene i så måte ble utført på 1870- tallet. Bueåpningen var da gjenmurt, når denne «veggen» ble revet viste det seg at ornamentikken i midtre ornamentbue var hugget vekk. Objektene i dette bueleddet ble da erstattet med nye. På bygg- og/ eller liggflatene er en god del av steinene merket etter et, muligens flere nummersystem (trolig fra 1870- restaureringen).

³ Se vedlegg 4 og 5.

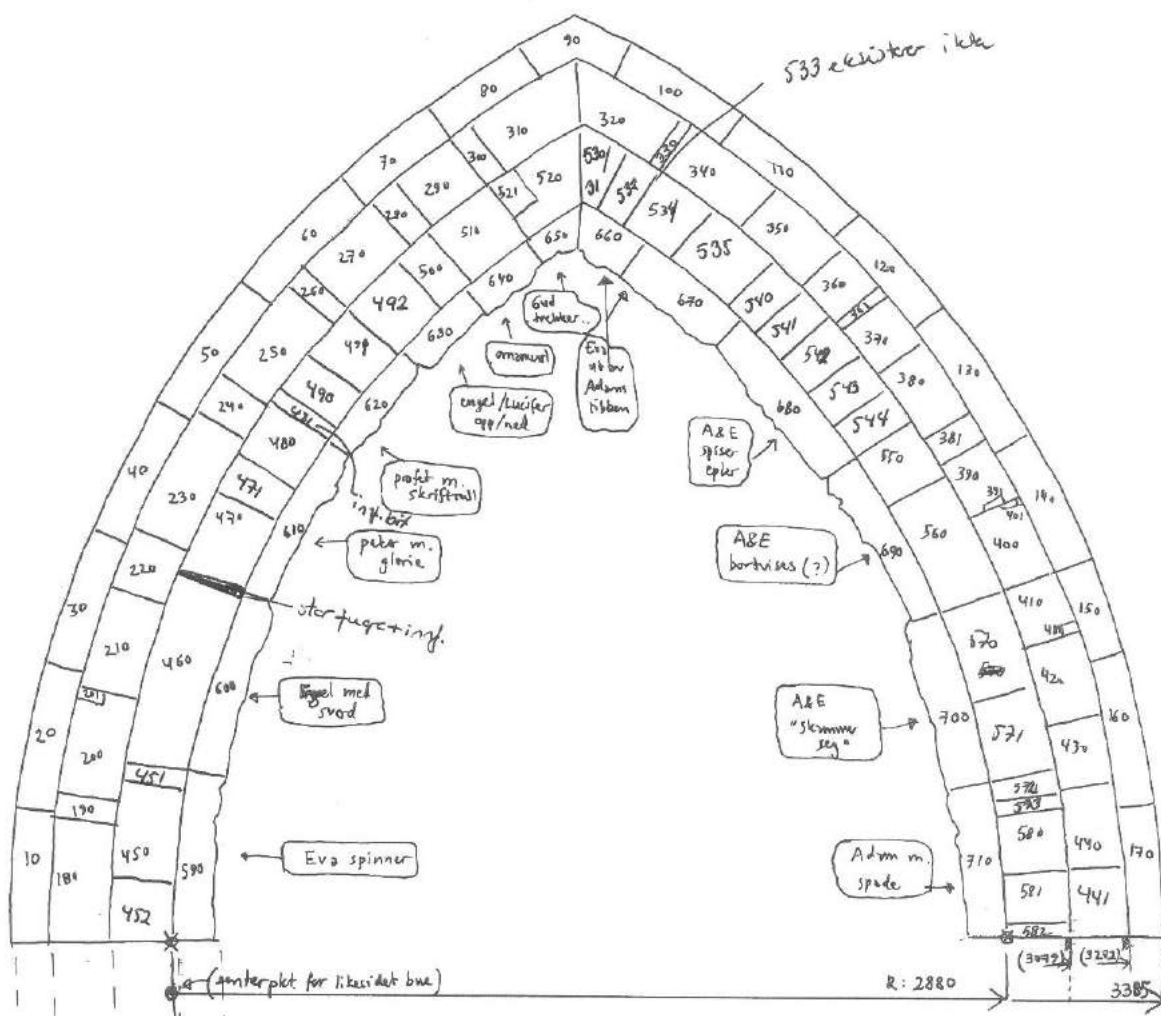


Figur 4. Nummerering på steiner i midtre ornamentbue. Fargen på flatene er rester av lim.

Objekter karakterisert som middelalderstein er hugget i «Trondheimskleber», dvs. kleber fra bruddene på Bakkaunet eller Klungen. Karakteristisk for denne materialkvaliteten er tydelig kløvretning, blålig farge med innslag av karbonatårer og tendens til oppsprekking parallelt med kløven og i forbindelse med årene. I ytre ornamentbue *kan* det muligens være benyttet grønnskifer i noen få tilfeller (disse steinene har farge og struktur som avviker fra de øvrige). «Trondheimskleberen» ble også benyttet under 1870- restaureringen, noe som gjenspeiles i objekter tilhørende midtre ornamentbue.

Steinene i ytre dekksteinsprofil er hugget i «Grytdalsstein», kleber fra Gauldalen. Karakteristisk for stein fra dette bruddet er at den oksyderer med en sterkt gulaktig farge, smuldrer opp og tar til seg vann som får den til å utvide seg. Dette fører til at også tilliggende stein kan bli skadet. Når det gjelder reparasjoner i form av steininnfelling utført i forbindelse med tidligere restaureringer er det i hovedsak benyttet «Trondheimskleber», men kleber av annet opphav kan også forekomme.

Som nevnt i innledningskapittelet består hovedbuen av flere steinnummer enn det som fremgår av fig. 2. Ved demontering av buen oppdaget man at sammenføyninger tolket som reparasjoner kunne være to eller flere steiner som var limt sammen istedenfor murt med mørtel. Enkeltsteiner kunne også ha sprekker slik at de delte seg ved demontering, delene kan i den forbindelse ha fått egne nummer.



Figur 5. Skisse av hovedbuen påført "undernummer" tilføyd under demontering/ restaurering.

At det stedvis var brukt lim istedenfor mørtel kan ha flere årsaker, f.eks. for å få større emner før hugging eller plassmangel; lim bygger mindre enn mørtel. Limet er av samme type som det som var brukt til å lime innfellinger og løse deler. Fargen på limet varierer fra gult via rødlig til brunt, jf. fig. 4, og ved oppvarming avgis en plastiknende lukt.

I tilfeller hvor steiner med eget nummer hadde bruddflater ble de sammenmontert, og ved behov påsatt kramper. Bakgrunnen for dette var at bruddflater kunne gi ekstra utfordringer i forbindelse med oppmuring. Steiner med jevne bygg-/ liggflater ble ikke festet til hverandre, selv om de før demontering ble betraktet som ett objekt. Sammenmontering kunne føre til at objektet ble stort og vanskelig å håndtere. For å sikre samhold mellom delene til de kom på plass i murverket ville kramping være påkrevet. Etter at den er ferdig oppmurt vil konstruksjonen være selvbærende, krampene blir i slike tilfeller å betrakte som et unødvendig inngrep.

Noen biter innfelt i forbindelse med tidligere restaurering går på tvers av fuger, disse må av praktiske årsaker remonteres etter oppmuring.

2.2. Ytre dekksteinsprofil; beskrivelse og eksempel på tiltak

Profilet er utformet med hulkil og ingen av objektene er originaler fra middelalderen. Av de 17 steinene som dette bueleddet består av skulle 11 objekter erstattes med ny stein. De nye steinene er hugget i kleber fra Grunnes, Målselv, arbeid som alt var utført ved oppstart av prosjektet. Nederste stein på begge sider av buen skal tilpasses for å gi plass til søyler, en oppgave som for å gi best mulig resultat vil bli utført i forbindelse med montering. Konsoliderende/kompletterende tiltak ble utført på to steiner og en kan gjenbrukes uten tiltak.



Figur 6. Illustrasjon utforming stein i ytre dekksteinsprofil: Nyhugget stein, DSU4020130.

Et av objektene som skulle gjenbrukes etter kompletterende tiltak var DSU4020150. På grunn av en større skade måtte en ny bit felles inn, denne ble tilformet i kleber fra Målselv. Mindre mangler i profilet ble utbedret med restaureringsmørtel.



Figur 7. DSU4020150. Til venstre: innfelt ny bit, til høyre: modellering på profil (lysere farge enn steinen).

2.3. Ytre ornamentbue; beskrivelse og eksempel på tiltak

Ornamentikken i dette bueleddet fremstår som en symmetrisk sammenflettet bladranke med frøkapsler og «bær»klaser. Noen av de 28 (jf. fig.2) steinene, blant annet de tre som ble erstattet med kopier, antas å være originaler fra middelalderen. Kopiene ble hugget i kleber fra Grunnes, Målselv.



Figur 8. Emne til ny stein, DSU4020210, er tilformet og ornamentikken tegnet.



Figur 9. Ornamentikk under tilhugging.

Generelt kan det bemerkes at de fleste objektene i bueleddet bærer preg av tidligere reparasjoner (innfellinger og pålimte originaldeler). Uregelmessigheter i enkelte sammenføyninger kan indikere at enkeltsteiner eller deler av dem har blitt omplassert i forbindelse med tidligere restaurering. Materialet i middelalderobjektene er til dels betydelig forvitret, steinene har sprekker, flaker av i kløvretningen og smuldrer opp. Detaljer i ornamentikken er stedvis borte og mer vil gå tapt i overskuelig fremtid.



Figur 10. DSU4020390 før adskillelse fra – 0400. Tidligere utførte innfelling markert med gult og rødt (den markert med rødt løsnet). Rød pil markerer området hvor brudd i materialet oppstod ved demontering.

Steinen nummerert DSU4020390 benyttes her som eksempel på tiltak utført på objekter i dette buleddet. Denne steinen ble demontert sammenhengende med nabosteinen og objektene var forbundet med en stedvis bred mørtelfuge. Mot den andre fugen hadde det oppstått et brudd i materialet slik at deler hang igjen på den andre nabosteinen, DSU4020381. - 0390 ble først adskilt fra -0400 og mørtel/ messingdybel fjernet. I forbindelse med delingen løsnet en innfelling, den ble senere ble limt på igjen.



Figur 11. Innfelling limt på igjen (del markert med rødt på fig. 6).

De små delene av steinen som hang fast på – 0381 var så skjøre at de ikke kunne tas av. Løsningen ble da å lime DSU4020390 sammen med – 0381. Manglende materiale i sammenføyningen ble bygd opp med restaureringsmørtel der det var av betydning for objektets styrke.



Figur 12. DSU4020390 limt sammen med -0381 (steinene står opp-ned på bildene). Til høyre: Modellering i sammenføyningen mht. styrke. Øvrige mangler betraktes som kosmetiske avvik med liten betydning for helhetsinntrykket.

Steinene hadde tilløp til sprekkdannelser på både for- og bakside. Som konsoliderende tiltak ble det forsøkt å injisere akryl i disse. På de to sidene som blir liggende inne i murverket ble det påsatt kramper av 3 mm syrefast stål over de mest markante sprekke og limfugen. Krampene ble limt fast med epoksyylim. Til slutt ble små skader i kanten av profilet mot fugene reparert med restaureringsmørtel.



Figur 13. En av krampene påsatt tvers over sprekker på steinens «bakside».

2.4. Midtre ornamentbue; beskrivelse og eksempel på tiltak

I dette bueleddet er ornamentikken bygd opp som en skjematisk gjentakelse av «rankebiter», bestående av bladranker som bøyer seg tilbake og fletter seg inn i seg selv. Som tidligere nevnt stammer disse objektene og ornamentikkens utforming fra restaureringen på 1870- tallet.

Det er noen tidligere reparasjoner i form av pålimte deler, innfellingjer og utfyllinger med sementmørtel. Deler hadde også løsnet og/ eller falt av under demonteringen. Mange objekter bestod av flere sammenhengende steiner som burde skilles fra hverandre pga. store mørtelfuger.

Som et typisk eksempel på utførte tiltak, ut over å dele sammenhengende steiner, fjerne mørtel og dybler, følger en beskrivelse av hva som ble gjort med DSU4020550.

Steinen var i relativt god forfatning, men en tidligere pålimt del av et blad i ornamentikken hadde løsnet. Mot byggfugen var det en bruddskade i ornamentikken hvor bruddstykket manglet, i tillegg var det mindre skader i profilet mot samme fuge.



Figur 14. DSU4020550. Rød pil markerer hvor pålimt del hadde løsnet. Til høyre er biten limt på igjen.

Eksisterende del ble limt fast med et punkt Mapepoxy L, langs kanten ble det brukt restaureringsmørtel. Bruddskaden i ornamentikken mot byggfugen ble ikke utbedret, den er lite synlig og har ikke betydning for ornamentets styrke. De mindre skadene i profilet mot denne fugen ble bygd opp med restaureringsmørtel som etter herding ble bearbeidet til ønsket form.



Figur 15. Rød pil markerer bruddskade i ornamentikken. Mot fugen er skader i profilet utbedret.

2.5. Indre ornamentbue (skulpturer); beskrivelse og eksempel på tiltak

Samtlige objekter i dette bueleddet antas å være originaler fra middelalderen. Skulpturene, som blant annet fremstiller skapelsen, syndefallet og utdrivelsen fra Paradis, er tidligere kraftig restaurert. Dette innebærer at hodene til de fleste skulpturene er fra 1870- tallet, at mange kroppsdelene og attributter er remontert eller erstattet med nye og at det er en rekke tidligere sammenlimte deler/ innfellinger i steinene for øvrig. Felt med relativt fritt sammenslynget bladverk adskiller de skulpturelle sekvensene.

Det enkelte objekt i dette bueleddet kan være stort, sammen med tidligere betydelige inngrep, materialets egenskaper og trykkbelastning førte dette til at noen av steinene delte seg ved demontering. I tillegg kan det bemerkes at en flere mindre deler og detaljer manglet, enten fordi de hadde falt av eller hadde forvitret bort i årenes løp.

Som eksempel på skadebilde og tiltak følger en beskrivelse av DSU4020660. Objektet er høyre halvdel av spissen i hovedbuen hvor det skulpturelle elementet illustrerer Eva som trekkes ut av Adams ribbein (Gud, som utfører dette, befinner seg på den venstre halvdel; DSU4020650).



Figur 16. DSU4020660 før restaurering.

I spissen av buen var steinen sterkt fragmentert, noe som kan tilskrives at jerndybler, på tross av at de var innkapslet i blykappe, hadde korrodert og ekspandert. I forbindelse med demonteringen hadde flere deler løsnet og/ eller falt av. Profilet hadde mindre skader mot fugen, og som man ser av fig.16 har blant annet Adams overarm og skulder (tidligere reparasjon) falt av.

Mot liggfugen hadde en steinskive vært pålimt, denne hadde nå falt av. Skiven var en «tilpasningsstein» brukt for å regulere høyden i toppen av buen (ble tatt vare på, men ikke remontert da fremtidig behov er usikkert).

Dybler og mørtelrester ble fjernet og løse deler demontert. Deretter ble de ødelagte delene i spissen av buen limt på plass. For god vedheft ble Mapepoxy L benyttet i midten, mot ytterkantene ble det lagt på en akryl/ kleberstøvblending.

Deler tilhørende det skulpturelle elementet ble limt på plass, deriblant Adams arm/ skulder og et händleddsfragment.



Figur 17. Rusten jerndybel i blykappe.



Figur 18. Eksempel på utført sammenliming. Deler i spissen av buen limt på, til venstre sett ovenfra, til høyre fra siden.



Figur 19. Adams arm og skulder klar til å limes på.

Overflatesprekker i steinen ble fylt med akryl/ kleberstøvblending og skade i profil ble bygd opp med restaureringsmørtel.



Figur 20. Rød pil peker på reparasjon med restaureringsmørtel på profil.

Som tidligere nevnt måtte to objekter i indre ornamentbue («Adam graver» og «Eva spinner») mures opp før arbeidet med kompletterende tiltak på skulpturelle elementer ble iverksatt. For ordens skyld kan nevnes at øvrige tiltak på disse er utført. Kompletterende tiltak kan først utføres etter at buestøtten er fjernet.⁴



Figur 21. "Eva spinner" og "Adam graver" kompletteres når buestøtten fjernes.

⁴ Forslag til utførelse av kompletterende tiltak fremgår av vedlegg 2 og 3.

3. Gjennomføring/ oppsummering

3.1. Dokumentasjon

Objektene i indre ornamentbue (skulpturene) ble grundig fotografert før og etter tiltak. Dette for å sikre god fotodokumentasjon av det enkelte objekt med tanke på fremtidig forskning.

Av fotomaterialet ble det også laget 3D- modeller av *alle* disse objektene både *før* og *etter* tiltak. Ved å sammenholde før- og ettermodellene kan utførte inngrep spores visuelt uten å foreta dypdykk i tiltaksskjemaet for det enkelte objekt.

Utførende var ansvarlig for at tilstrekkelig informasjon om tiltakene ble registrert i det elektroniske tiltaksskjemaet som følger det enkelte objekt. Av informasjon i form av tekst og foto skal det fremkomme hva som ble utført og hvordan. I tilfeller hvor det ikke var innlysende burde det fortrinnsvis gjøres rede for *hvorfor*...⁵

← DSU4020600

PALLE170

REOLINNE

SKIFT?

Q



HVA SKAL GJØRES?
Repareres med modellering
Repareres med steininnfelling
Repareres med festemetoder
Oktober 2017: skader på sverd og overliggende ornament samt vingelupp.
Skaden skyldes trolig transportskade inn/ut av reol. Ellers ingen demonteringskade på figur.
Øvre del av steinen har fått en del skader på profiler ved demontering. Disse ligger i eske ved steinen.



Merket med B



Limrester fra tidligere restaurering

Hvordan metoder er brukt i reparasjonen?
☒ Modellert med 83%kleber
☒ Sprekk(er) limt med Akryl
☐ Sprekk(er) limt med Epoxy
☒ Sprekk(er) limt med Epoxy + akryl/steinpulver i ytterkant
☒ Innfelling limt med Akryl
☒ Innfelling limt med Epoxy
☐ Innfelling limt med Epoxy + akryl/steinpulver i ytterkant
☐ Krampet med 3mm syrefast stål
☐ Dyblet med glassfiberstang

☐ Ferdig restaurert

Reparert av

Kontrollert av

Innfelling laget i hvilken steinsort?

Kommentar til reparasjonen i sin helhet
Tatt bilder til 3D modell og arkiv
Støvsugd og fjernet rester av mørtel
Pålimt tidligere reparasjon/innfelling med akryl
Blydubbel fjernet, jerndybbel sitter så langt inne at den ikke nås
Består av ca 15 deler som er limt sammen
Modelleringsmørtelen er brukt for å reparere skader, sprekker, bygg og legg slik at det kan brukes minimalt med mørtel (tenk

Figur 22. Eksempel på tiltaksskjema (for komplett skjema fordres tilgang til databasen).

⁵ Full forståelse av informasjonen i tiltaksskjemaene fordrer fagkunnskap om materialer og metoder.

3.2. Kvalitetssikring av utførte tiltak

Utførte tiltak ble kontrollert/ godkjent av prosjektgruppas kontrollansvarlige. I deres fravær ble kontroll utført av kolleger.

3.3. Kommunikasjon

Prosjektgruppa skulle i utgangspunktet ha et ukentlig møte, primært for å vurdere fremdrift og diskutere eventuelle faglige utfordringer. Tidlig i prosjektet viste dette seg å være lite hensiktsmessig. Ut fra at vi arbeider tett på hverandre viste det seg å være mer rasjonelt å ta tak i utfordringene umiddelbart. Ukentlige møter ble derfor ikke avholdt.

Milepælsmøtene, hvor også prosjekteier deltok, ble avholdt som planlagt.

Til kommunikasjon av og i prosjektet internt v/ NDR ble det opprettet en gruppe på Workplace. Til ekstern kommunikasjon ble Verkstedenes Facebookside benyttet. Intensjonen var hyppig publisering, slik at interesserte kunne komme tett på utfordringer, fremdrift og annet av interesse. Etter en tid viste det seg at arbeidsoppgavene og utfordringene i prosjektet var av repeterende karakter. Gjentakelser ble vurdert som lite interessant å for andre å følge og publiseringen avtok. Dette ble kritisert, noe prosjektgruppa har tatt til etterretning.

3.4. Helse, miljø og sikkerhet

Limproduktene Wesutex D 340, Mapepoxy- L/ A og B samt Billys Stenlim/ herder ble risikovurdert. (Billys Stenlim ble likevel ikke benyttet i prosjektet). Med utgangspunkt i risikovurderingen ble det etablert rutiner for bruk av produktene, verneutstyr/ sikkerhetstiltak, renhold, avfallshåndtering og avviksrapportering. Det ble ikke observert eller rapportert avvik.

3.5. Fremdrift/ tidsforbruk

Av praktiske årsaker ble rekkefølgen oppgavene var planlagt utført i endret underveis. Med unntak av «Adam graver» og «Eva spinner», som måtte settes til side i påvente av Riksantikvarens vedtak, ble alle tiltak slutført innenfor tidsrammen.

Arbeidstimene brukt i prosjektet ble ikke utskilt fra tilsvarende oppgaver på Kongeinngangen for øvrig. Opplysninger om tidsforbruk i prosjektet er derfor ikke tilgjengelig.

3.6. Utfordringer

Prosjektgruppa tok det som en selvfølge at alle formaliteter var avklart i forkant av planlegging og praktisk gjennomføring av prosjektet. – At interne diskusjoner var et tilbakelagt stadium og at tiltak som fordret dispensasjon fra Kml var behandlet av Riksantikvaren. Slik var det ikke, så i februar ble det, etter påtrykk fra interne aktører avholdt en «workshop» hvor også RA var representert, blant annet for å diskutere hvordan steinene i hovedbuen skulle restaureres. I etterkant av denne ble det sendt søknad om tillatelse til å skifte ut de tre steinene vi så det nødvendig å erstatte med nye. I tillegg ble det sendt forslag til kompletterende tiltak og hvordan de best kunne utføres for to av skulpturene; «Adam graver» og «Eva spinner».⁶ Riksantikvarens vedtak om dispensasjon til å utføre de kompletterende tiltakene som beskrevet, ble fattet først

⁶ Vedlegg 2 og 3.

få dager før steinene skulle settes. Dette førte til at tiltakene må utføres *etter* at oppmuring er utført og buestøttene demontert.

Bakgrunnen for at denne situasjonen oppstod har trolig opphav i at det tidligere kun har vært skilt mellom utskifting av stein med nyhugget kopi og gjenbruk (med eller uten tiltak). Tiltak i form av reparasjoner og hvordan de utføres har vært ansett som et internt anliggende. – Objektet kunne gjenbrukes og tiltaket ble dermed ikke omsøkt. At reparasjoner og deres karakter fikk aktualitet i forbindelse med restaurering av Kongeinngangens hovedbue kan trolig tilskrives at ikonografien i indre ornamentbue betraktes som spesielt interessant og tillegges stor verdi.

I forbindelse med manglende deler på profilerte objekter har det tidligere vært vanlig å felle inn stein/ modellere ut med restaureringsmørtel der linjer har fremstått som «uryddige». Riksantikvaren kunne ikke bifalle komplettering på «kosmetisk» grunnlag. Dette fikk likevel ingen konsekvenser for tiltakene som ble utført i prosjektet. I de tilfellene slike kompletterende tiltak ble utført var det på bakgrunn av at mangelen svekket objektet.

En generell utfordring i forbindelse med konsolidering og komplettering er manglende erfaringsgrunnlag når det gjelder Wesutex D 340. Dette flytende akrylproduktet benyttes både som lim og som bindemiddel i restaurerings-/ modelleringsmørtelen. Produktet har gode referanser fra bruk på andre bergarter, under andre klimatiske forhold i mer enn 30 år. Slik vi ser det vil ikke effekten nødvendigvis være den samme her når bergarten har andre egenskaper og klimaet er tøffere. Ut fra manglende kunnskap om holdbarhet og eventuelle uheldige virkninger på lengre sikt er vi skeptisk til bruk i betydelig omfang. Ikke minst på en bygningsdel der en betydelig andel av objektene antas å ha opphav i middelalderen.

Når det gjelder den tidligere nevnte «svikten» i kommunikasjon av prosjektet kan man prøve å ta lærdom av denne erfaringen. Aktuelle tiltak kan være å opprette egne fotoalbum for prosjekter på Verkstedenes Facebookside og legge ut bilder av arbeidets gang, eventuelt med en kortfattet billedtekst. Det bør også vurderes om sosiale medier som Instagram og Snapchat kan være aktuelle å ta i bruk for enkel, utadrettet kommunikasjon.

3.7. Sluttkommentar

Arbeidsoppgavene som ble utført i prosjektet var av samme karakter som det ordinære arbeidet i steinhuggerverkstedet i den aktuelle perioden. Var det da hensiktsmessig å trekke ut og prosjektorganisere restaureringen av steinene tilhørende Kongeinngangens hovedbue? Uten hovedbuens klare fysiske avgrensing, slik at objektene lett kunne skilles fra de øvrige tilhørende Kongeinngangen, ville det trolig vært lite tjenlig. Vi ser at denne måten å organisere arbeidet på bidro til god oversikt og godt samarbeid om oppgavene. Dokumentasjon og hvordan vi dokumenterer var gjenstand for betydelig oppmerksomhet i prosjektarbeidet. Uten prosjektorganisering er det lite sannsynlig at denne rapporten ville blitt utarbeidet. Rapporten kan betraktes som utfyllende informasjon til det som fremgår av tiltaksskjemaene, som sammen med foto og 3D- modeller skal gi ettertiden et bilde av hva vi gjorde, hvordan og hvorfor vi gjorde det.

4. Linker

Tiltaksskjema stein i Kongeinngangens hovedbue (tilgjengelig lokalt v/ NDR):

<http://10.0.7.100/fmi/webd#KPprosjekt-test>

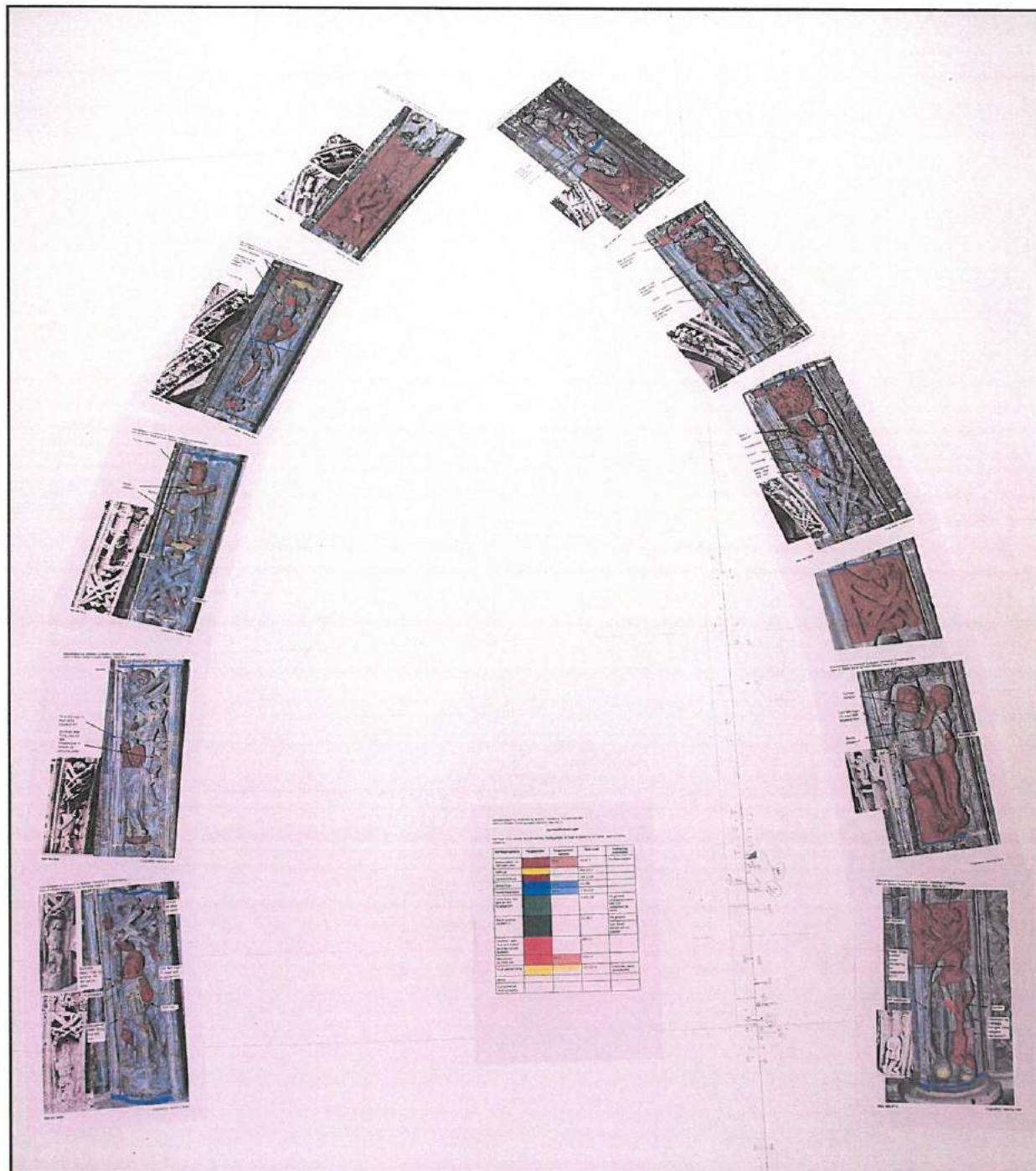
3D – modeller av steiner tilhørende indre ornamentbue (legges ut etter hvert som de ferdigstilles):

<https://sketchfab.com/Nidarosdomen/collections/portal-kongeinngang>

Vedlegg

- Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen mars 2012, revidert høst/ vinter 2017.
- DSU4020590 «Eva spinner», oversikt over skader og forslag til utførelse av kompletterende tiltak.
- DSU4020710 «Adam graver», oversikt over skader og forslag til utførelse av kompletterende tiltak.
- Reparasjonsveileder for kleberstein.
- Blandingsforhold akryl (Wesutex D 340)/ kleber til liming og restaureringsmørtel.

Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
 Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.
 Revidert, i rød tekst, (etter demontering) høst/vinter 2017.

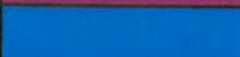


NIDAROS DOMKIRKES
 RESTAURERINGSARBEIDER

Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
 Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.

Symbolforklaringer

Alle fuger er av usikker sammensetning. Kartleggingen av fuger er basert på en visuell, skjønnsmessig vurdering.

Kartleggingstema	Farge/symbol	Farge/symbol: opasitet	RGB-kode	Forklaring/ kommentar
Bakkaunestein fra 1800-talls uttak		50 %	153,51,0	Trondheimskleber
Kalkfuge			255,255,0	
Kalksementfuge			128,0,128	
Sementfuge		60 %	0,0,255	
Sementreparasjon		60 %	0,153,255	
Tynne fuger med spor av rødt fargepigment			0,204,102	På generelt karleggingsskjema kalt: Lys konserverings-pasta
Blankt gulaktig plastlim (?)			0,128,0	På generelt karleggingsskjema kalt: Andre konserverings-pastaer
Sprekker i stein (ikke skilt mellom åpne og lukkede sprekker)			255,0,0	
Manglende/ bortfalte biter		60 %	255,0,0	
Svak steinforvitring			255,255,0	Overflaten delvis gjenkjennbar
Blybot				
Kobber/metall-dybling/nagling				

Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



4918A

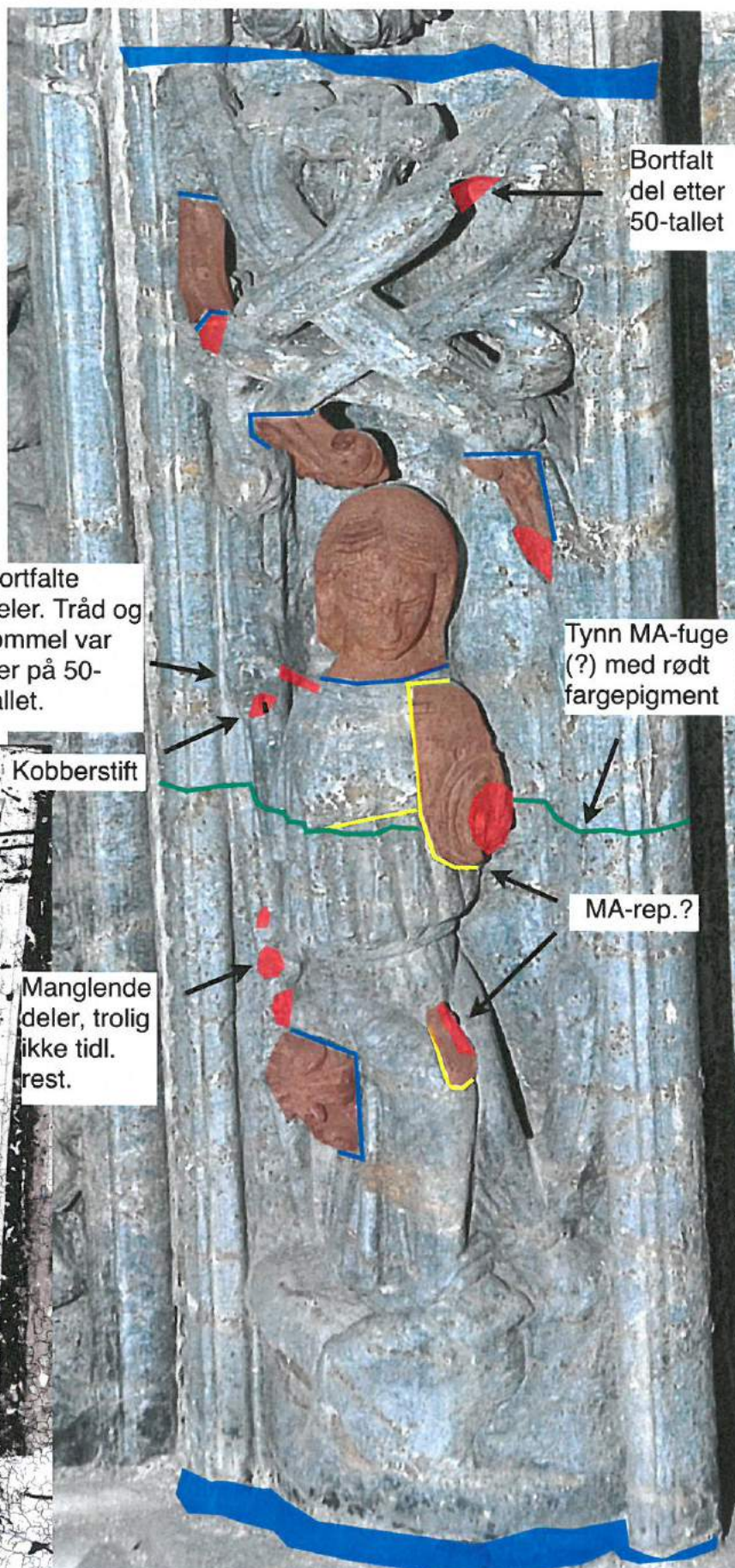
Bortfalte
deler. Tråd og
tommel var
der på 50-
tallet.



241

Kobberstift

Manglende
deler, trolig
ikke tidl.
rest.

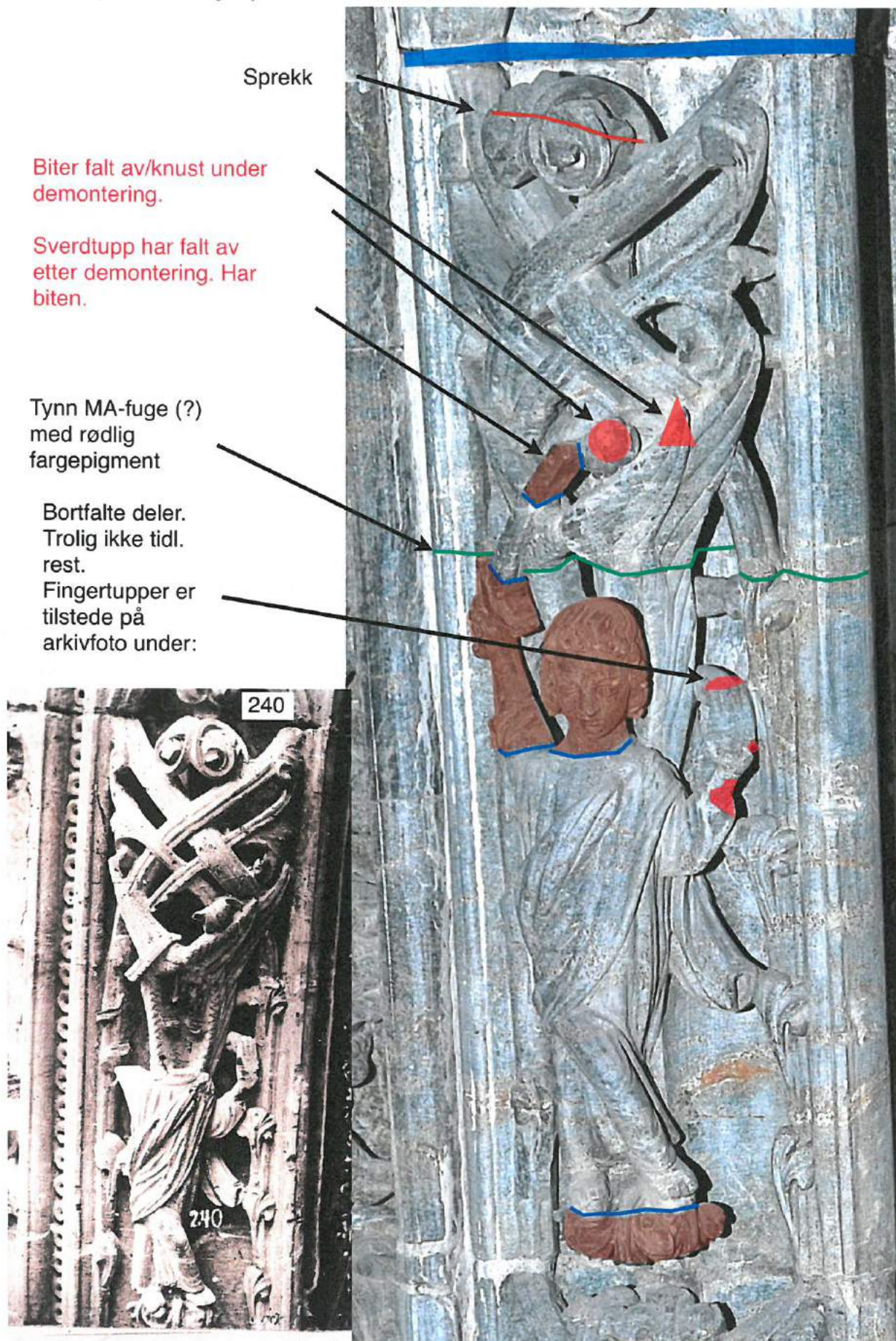


Bortfalt
del etter
50-tallet

Tynn MA-fuge
(?) med rødt
fargepigment

MA-rep.?

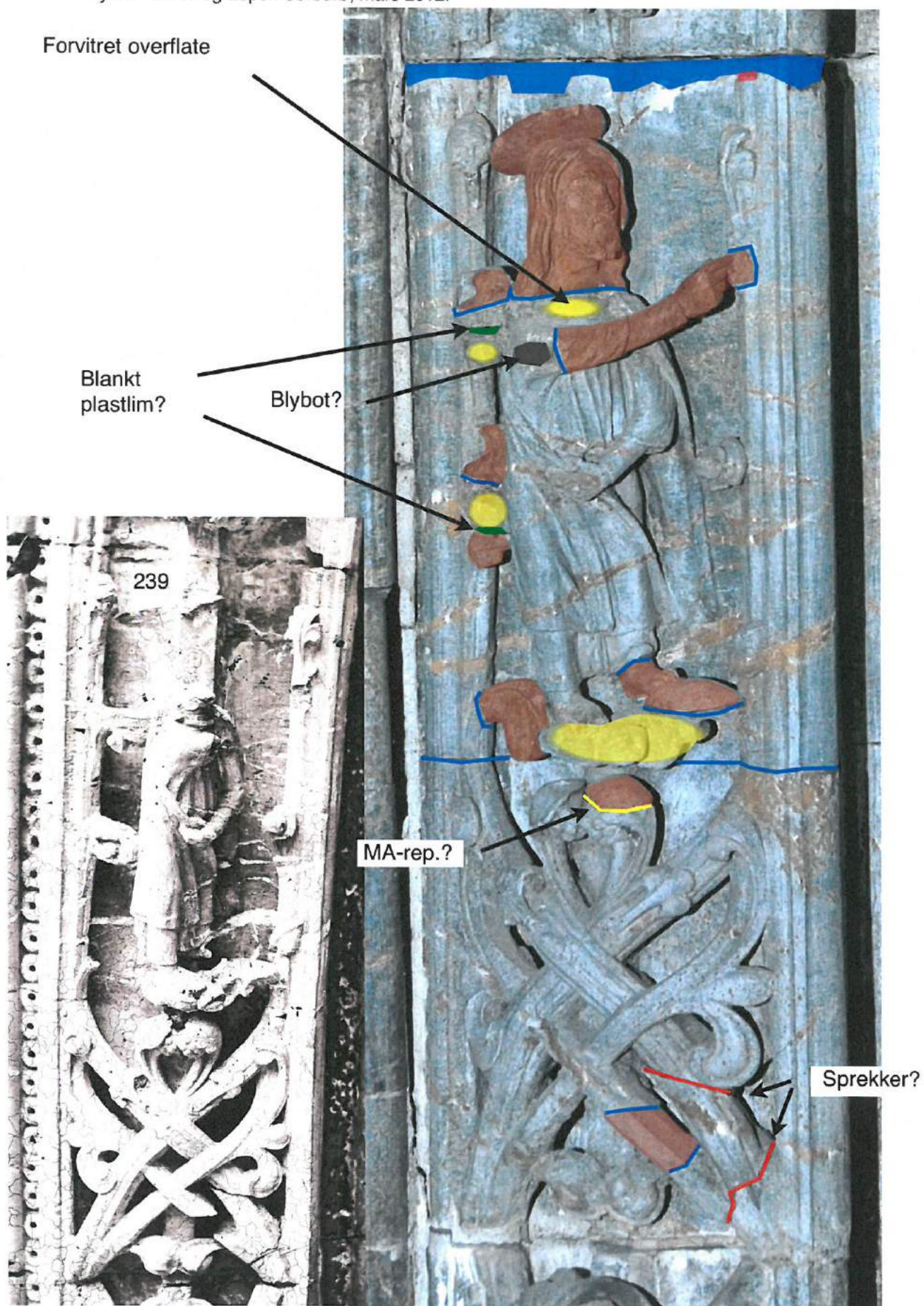
Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
 Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



DSU 402 0600

Originalfoto: Henning Grøtt.

Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
 Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



DSU 402 0610 Ingen nye skader etter demontering

Originalfoto: Henning Grøtt.

Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.

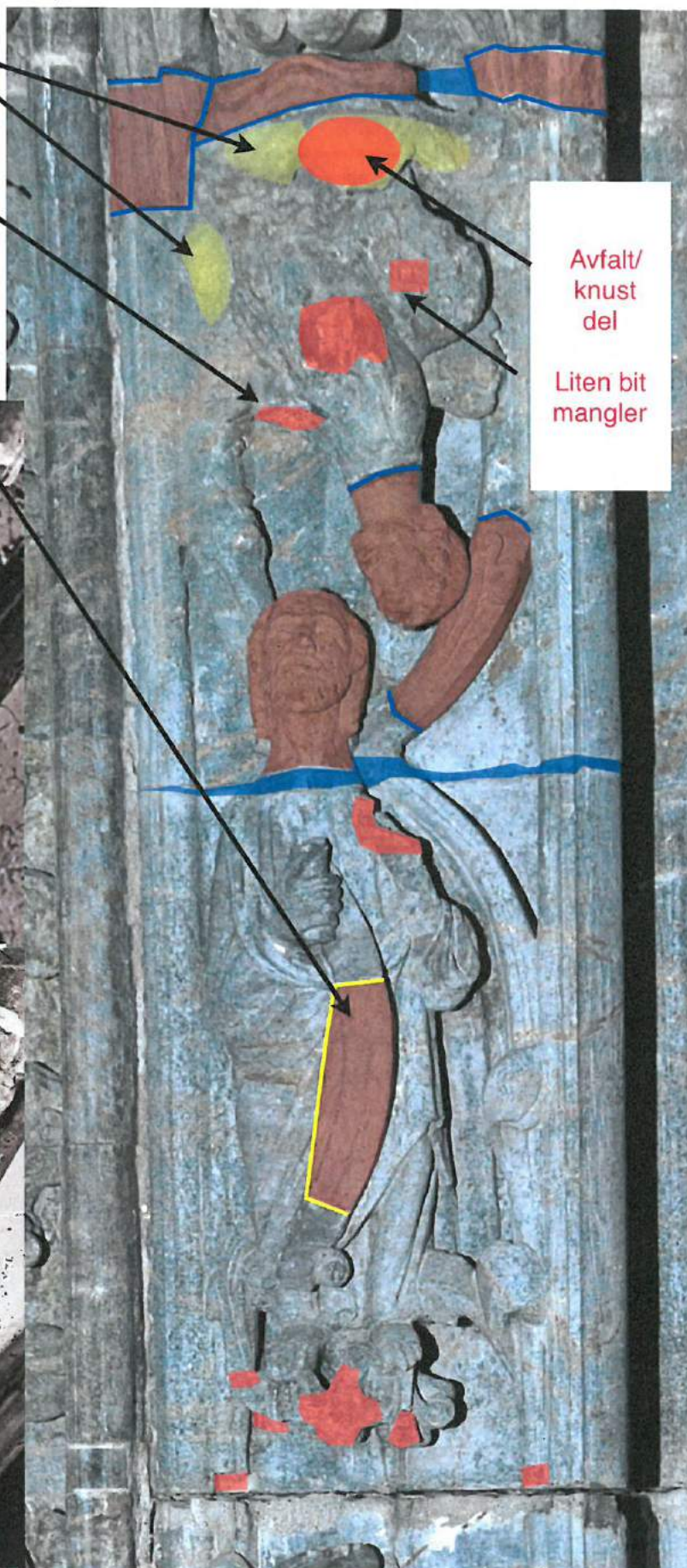
Forvitret overflate

Manglende deler i
rødt: trolig ikke
tidligere
restaurert

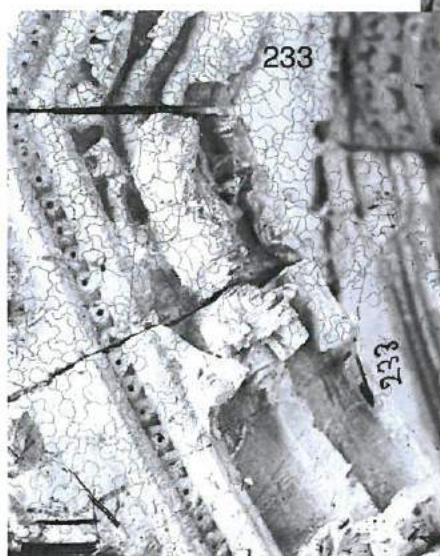
Trolig MA-rep.

Avfalt/
knust
del

Liten bit
mangler



Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



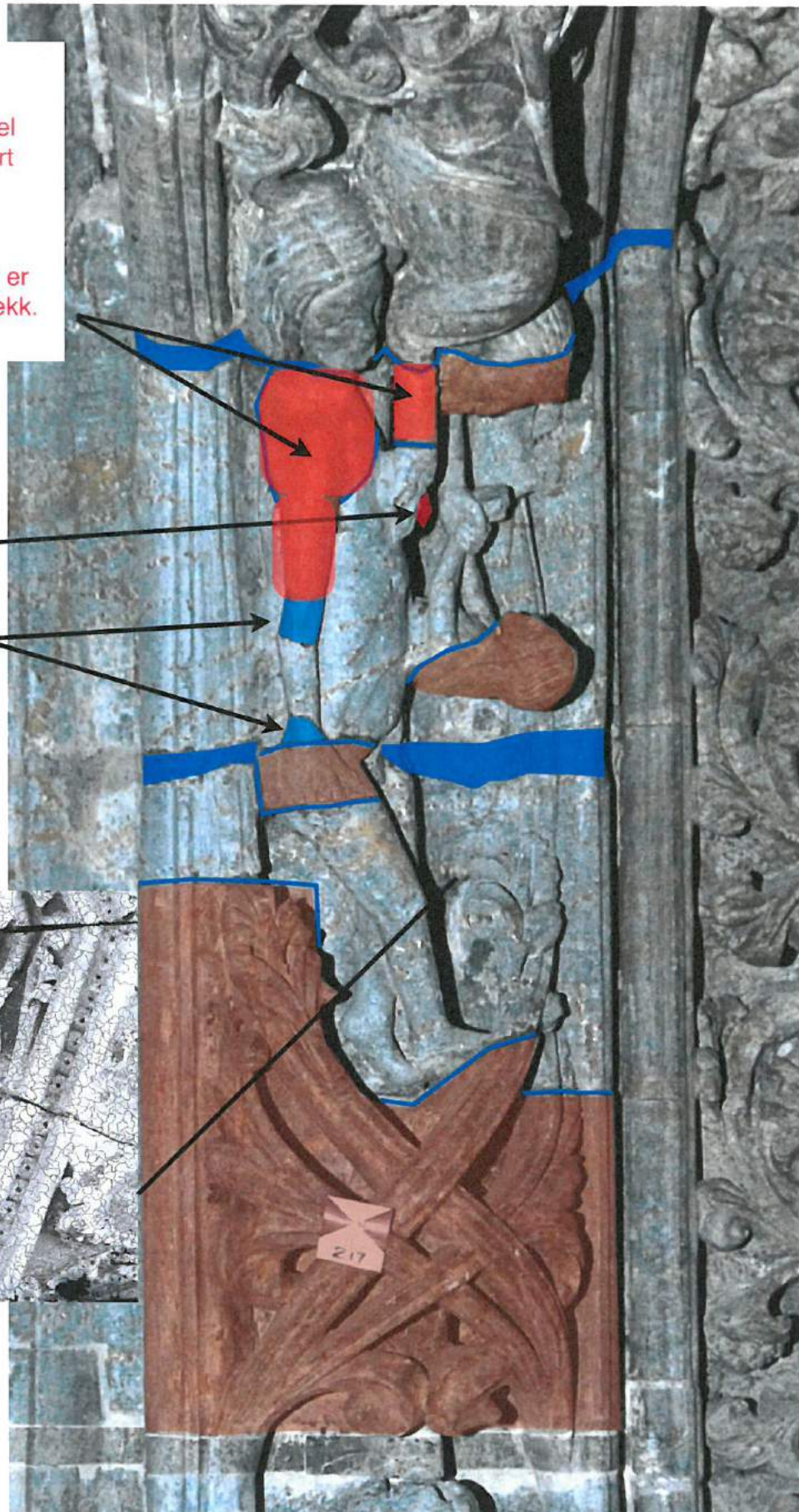
Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.

Spiss av stein /
kvaderdel / profildel
(topp bue) er svært
delaminert og
oppsprukket.

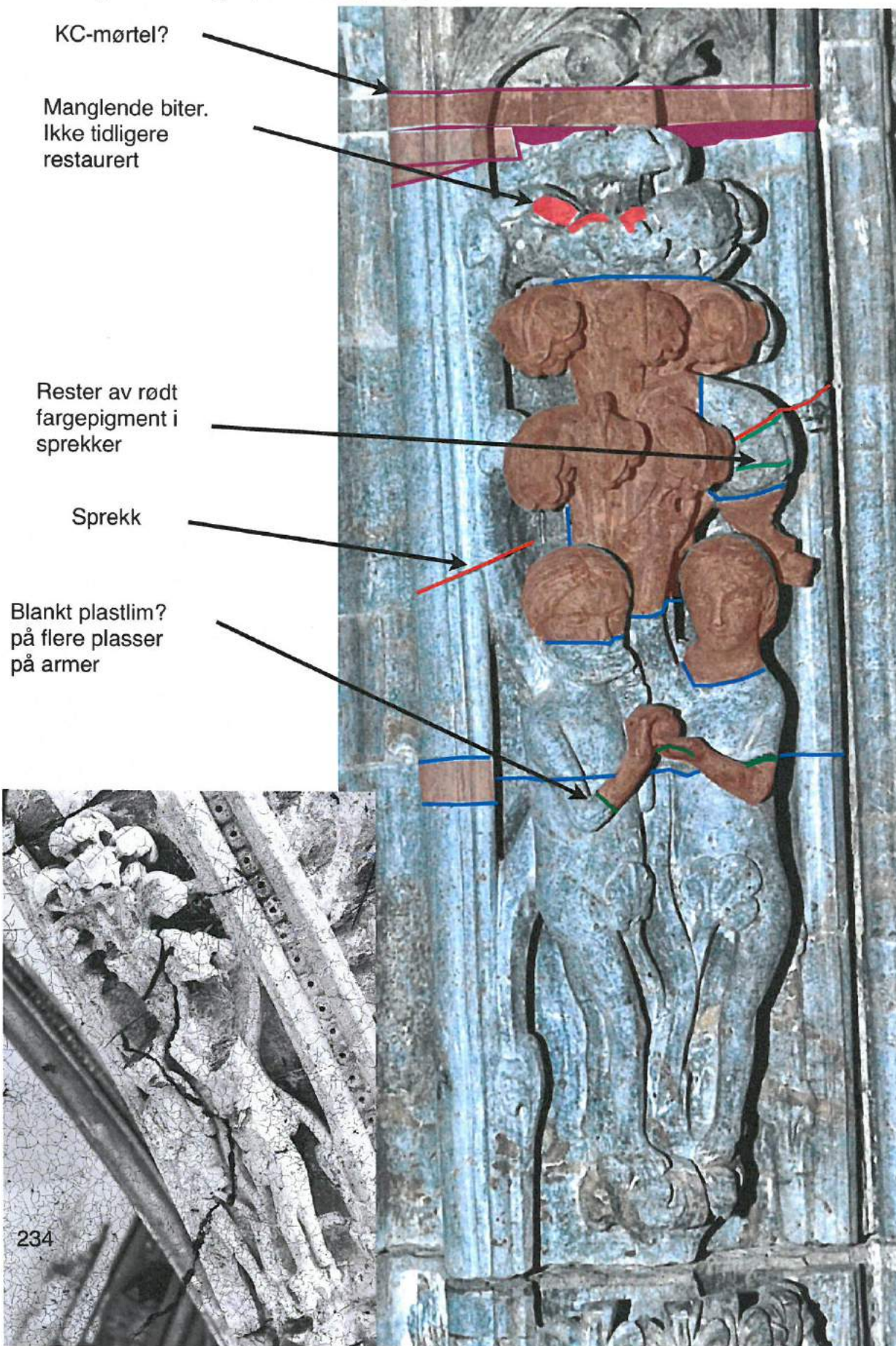
Tidligere rest. deler er
løse og med en sprekk.

Mangler
tommel, trolig
ikke tidl.
restaurert

Sementrep.



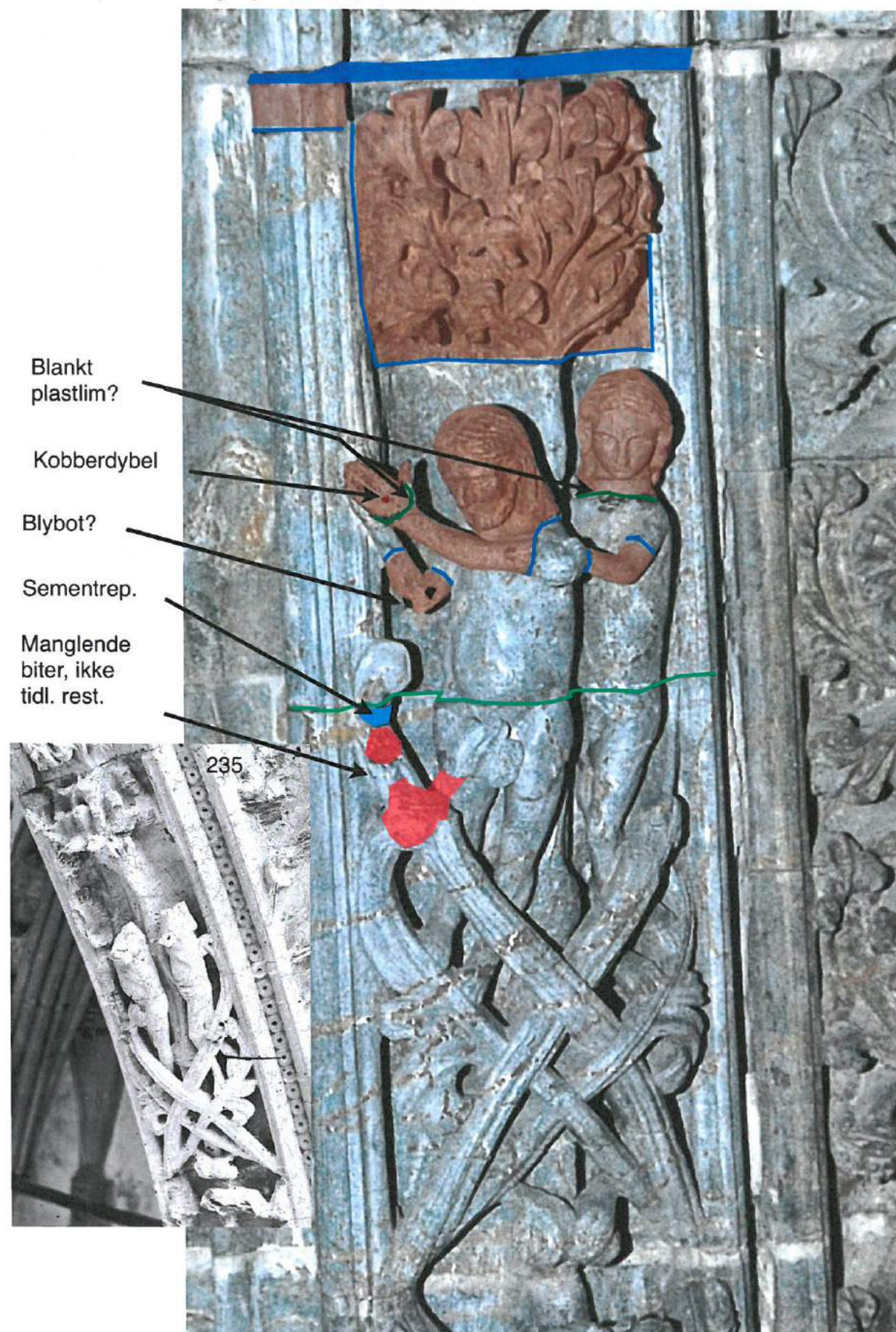
Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



DSU 402 0680 Ingen nye skader etter demontering

Originalfoto: Henning Grøtt.

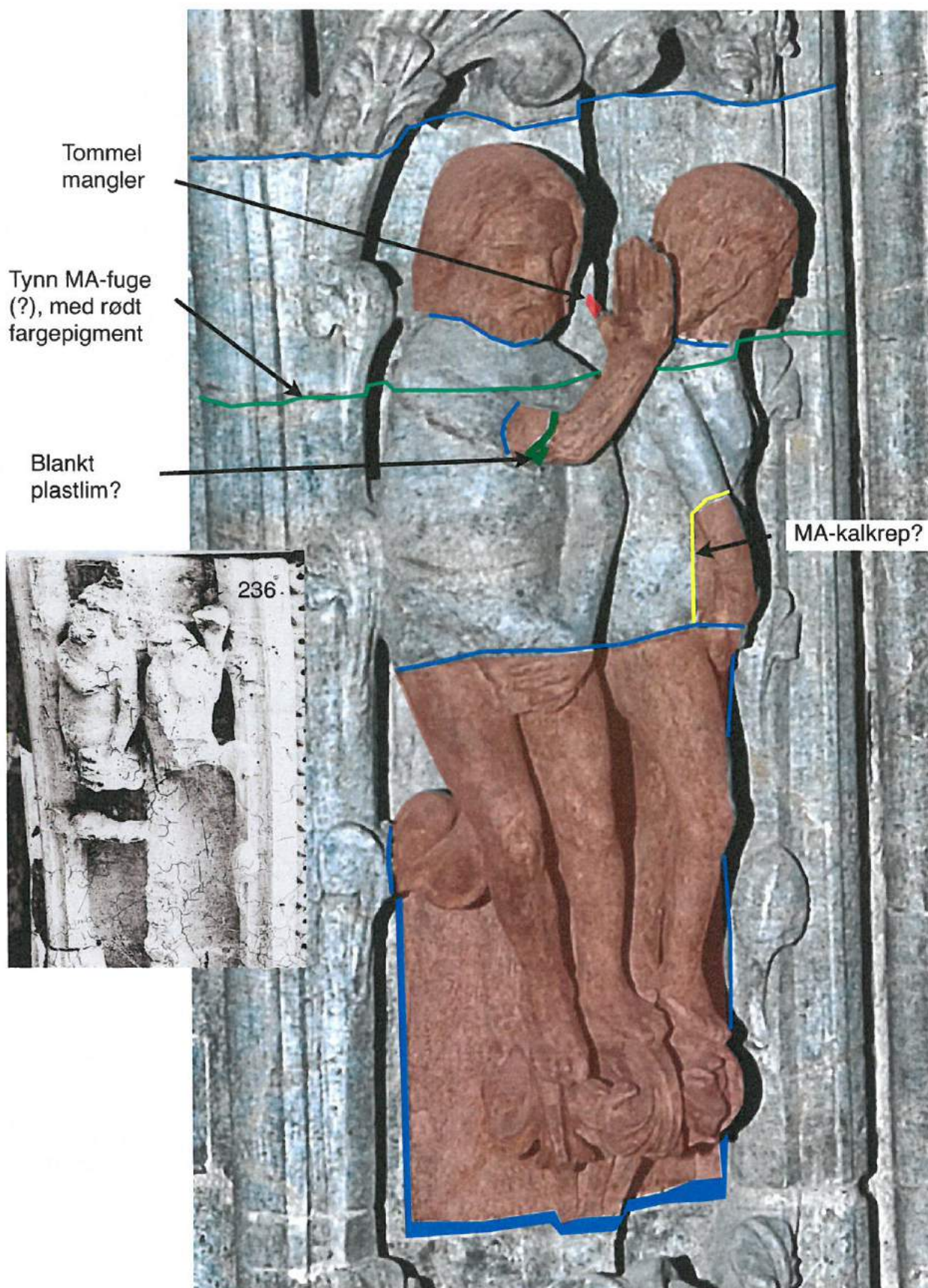
Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen.
Utført av Øystein Ekroll og Espen Sørburø, mars 2012.



KC-mørtel?

Nese, trolig bortfalt under montering av buestøtter, 2012

MA-kalkfuge?

Bit demontert under demontering.

Ornament fraskilt stein for fjerning av sement.

Bit falt av. Har biten.

Hode, overkropp og høyre arm falt av. Venstre arm og hender med spadeskaft falt av. Har alle deler, men spade/hender bør erstattes pga ekstrem fragmentering.

Sprekk

Underarm og kne/legg mangler, ikke tidligere restaurert? Red: foto av disse deler finnes.

Antatt MA-kalkfuge delte seg under demontering og førte til fragmentering av spadeskaft som var satt inn på tvers av to store deler. Kvader/profil del av stein også svært fragmentert og

**Figur 0.1.:**

Her vises steinen før første restaurering i 1870-årene.

Figur 0.2.:

Til høyre: Steinen etter første restaurering, foto trolig fra 1888. Hode og attributter er erstattet. Dette fotoet viser godt utformingen på spinnekjepp/rokk og tråden som ligger over torsoen.

Bilder lenger nede i dokumentet viser på hvilken måte de nye delene er føyd til originalsteinen.



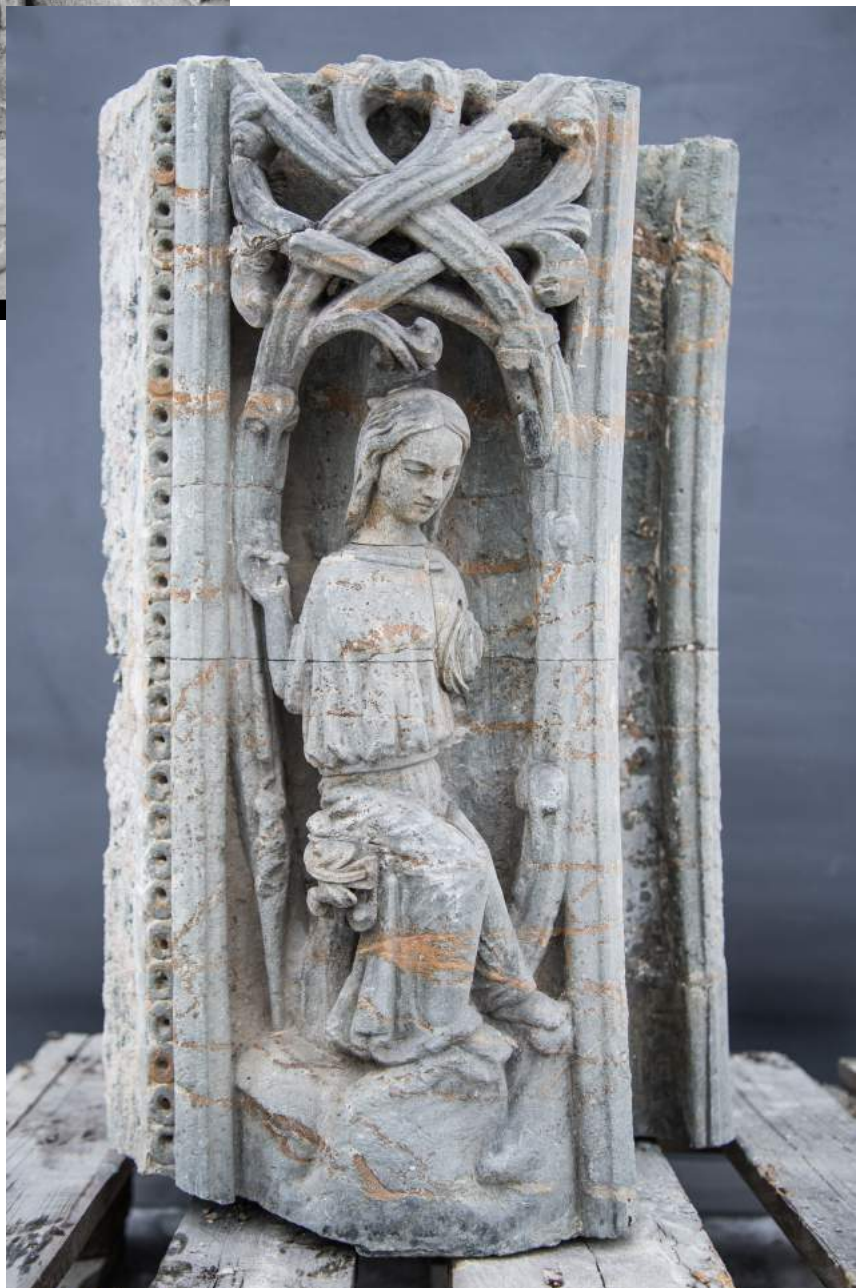
**Figur 0.3.:**

Fotoet til venstre viser steinens tilstand omtrent 1950. Spinnekjeppen er borte, men tråd og tommel er fremdeles tilstede.

Figur 0.4.:

Bildet til høyre viser dagens situasjon, etter demontering. Tommel, deler av tråd og spinnekjepp mangler. Dette er de delene som ønskes erstattet/komplettert for å oppnå en tilstand lik den i figur 0.2.

Se også rapport utarbeidet i mars 2012 før demontering: «Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen», samt en redigert versjon av samme rapport fra vinter 2017, som beskriver skader ikke synlige ved / eller påført under demontering.



**Figur 0.5.:**

Viser «tomtene» som trolig ble laget på 1870-tallet for å erstatte tommel og tråd. På bildet vises både sementmørtel og kobberstift for tommel og tråd. Å fjerne sementmørtelen er fordelaktig for å få en god tilpasning med de nye klebersteinsbitene som skal komplettere hånd og tråd. Det vil ikke være behov for å fjerne originalstein. Kobberstiftene kan kanskje gjenbrukes, eller erstattes ved behov.

**Figur 0.6.:**

Bildet viser toppfeste-punktet for spinne-kjeppen. Til venstre kan vi se den vertikale og horisontale sement-fugen som er stein-innfellingen. Bruddflaten synes tydelig på bildet til høyre. Det vil ikke være behov for å gripe inn i middelaldersteinen for å gjeninnføre atributtet. En overgang til den nye biten kan gjøres med svært små inngrep i 1870-talls-innfellingen.

**Figur 0.7.:**

Det midterste festepunktet for spinne-kjeppen. Figur 0.4 viser en annen vinkel for samme innfelling. Hele venstre skulder og foldene i ermet er en del av 1870-talls-innfellingen. Vi kan tydelig se den vertikale sementfugen på fotoet. Bruddflaten mot armen/kjeppen synes også godt. Et boret hull i innfellingen stammer trolig fra en innfesting av spinnekjeppen mot ermet. Det er usikkert om underarm og hånd har vært komplettert på 1870-tallet. Figur 0.2. viser lite spor av en hånd eller underarm. En arm ville i alle tilfeller kunne støttet og forsterket den tynne spinnekjeppen dersom arm/hånd var løftet vertikalt i kjeppens retning. Det vil ikke være behov for å gripe inn i middelaldersteinen for å gjeninnføre attributtet. En overgang til den nye biten kan gjøres med svært små inngrep i 1870-talls-innfellingen.

**Figur 0.8.:**

Det nederste festepunktet for spinnekjeppen. Vi kan tydelig se den tykke sementfugen på fotoet. Et hull i innfellingen er fylt med mørtel og skjuler trolig en kobberstift. En overgang til den nye biten kan gjøres med svært små inngrep i 1870-talls-innfellingen. For å sikre en bedre innfesting av den nye innfellingen kan man vurdere å fjerne 1870-talls-innfellingen helt og erstatte denne. Det vil ikke være behov for å gripe inn i middelaldersteinen for å gjeninnføre atributtet.

**Figur 0.1.:**

Adam før første restaurering på 1870-tallet.

**Figur 0.2.:**

Til høyre: Steinen etter første restaurering på slutten av 1800-tallet. Dette fotoet viser skulpturen i «komplett» tilstand. Bilder lengre nede i dokumentet viser flere detaljer.

**Figur 0.3.:**

Bildet til venstre viser figuren før demontering i 2011. Venstre bein og høyre underarm er forsvunnet siden 1800-tallet.

Se også rapport utarbeidet i mars 2012 før demontering: «Dokumentasjon av ornament og skulptur i hovedbue, Kongeinngangen», samt en redigert versjon av samme rapport fra vinter 2017, som beskriver skader ikke synlige ved / eller påført under demontering.

**Figur 0.4.:**

Bildet til høyre viser dagens situasjon etter demontering. Mange skader har blitt avdekt og virker dramatiske etter demonteringen. De fleste skadene har også vært der før demontering, men har vært mindre synlige. Under følger en oversikt over de ulike delene, med tanke på restaurering/komplettering.

**Figur 0.5.:**

Bildene over viser skaden på Adams nese. Denne skaden har oppstått før demontering av figuren og trolig under arbeid på Kongeinngangen i 2010/2011. Vi har et godt fotogrunnlag for å gjenskape nesen. Hodet ble hugget på 1870-tallet. Et hode uten en nese får et hodeskalle-aktig uttrykk og mister mye av sitt menneskelige preg.

**Figur 0.6.:**

Vi kan se tydelige spor etter dyblen den høyre underarmen har vært satt på plass med.

Vi kan rekonstruere den manglende høyre underarmen med stor sikkerhet uten å gripe inn i middelaldersteinen.

**Figur 0.7.:**

Adams venstre underarm og hånd; høyre hånd; spadeskaft og støttedel i stein bak spadeskaftet er svært ødelagte og har store knusningsskader. Dette skyldes at denne 1870-talls-restaureringen går på tvers av en i utgangspunktet syltynn middelalderfuge. Denne fugen ligger i Adams hoftehøyde og da disse delene ikke lenger satt sammen ved demontering ble de tynne svake delene med armer og spadeskaft knuste av bevegelser mellom øvre og nedre del av skulpturen. Det vil kanskje være mulig å benytte deler av 1870-tallsbitene av armer/hender/spadeskaft, men langt enklere og mer varig å skifte større deler av dem, eller til og med alle de knuste delene med nye. Ingen av valgene vil gripe inn i middelalderdelene av steinen og vi har svært god dokumentasjon til å gjøre en god restaurering. Bildet nederst til høyre viser hvordan støttedelen til spadeskaftet er hugget inn og festet til Adams kropp.

For å unngå fremtidige skader på disse delene kan det være aktuelt å dele armer/spadeskaft horisontalt i samme høyde som fugen mellom øvre og nedre del av skulpturen, men dette blir en teknisk/praktisk avgjørelse som må sees nærmere på under utførelse av arbeidet.

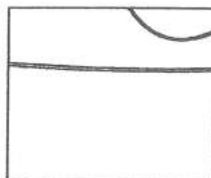


Figur 0.8.:

Adams manglende venstre bein har vi god dokumentasjon til å gjenskape. Beinets er en 1870-tallsrestaurering og vi ser også sporet etter dybelen opp under kjortelens nederkant. En erstatning av beinet vil ikke gripe inn i middelaldersteinen.

SPRUKKET STEIN, ELLER STEIN I FLERE DELER.

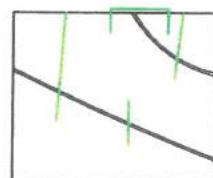
SPREKKER/DELER SOM TÅLER TRYKK. (HORIZONTAL SPREKKER)



FLATER LIMES MED EPOXY. MOT VEGGLIV BRUKES AKRYLBlanding V1 OG/ELLER V2.

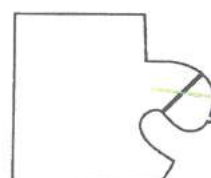
SPREKKER/DELER SOM IKKE TÅLER TRYKK.

DELER SOM UNDER TRYKK KAN MEDFØRE FORSKYVNINGER, SVAKHETER ELLER SVEKKE STYRKEN I MURVERKET.



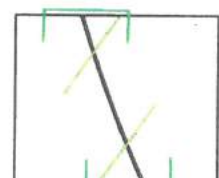
FLATER LIMES MED EPOXY. MOT VEGGLIV BRUKES AKRYLBlanding V1 OG/ELLER V2. DYBLES OG KRAMPES.

DELER SOM FALLER NED OM DE IKKE BLIR FESTET FAST.



FLATER LIMES MED EPOXY. MOT YTTERKANTER BRUKES AKRYLBlanding V1 OG/ELLER V2. DYBLES

RISS FYLLES MED AKRYL. AKRYLBlanding ETTER SPREKKSTØRRELSEN.



VERTIKALE SPREKKER. VURDERES. VED BEVARING TILFØRES KRAFTIGE DYBLER OG TILSTREKKELIG MED KRAMPER. FLATER LIMES MED EPOXY. MOT VEGGLIV BRUKES AKRYLBlanding V1 OG/ELLER V2.

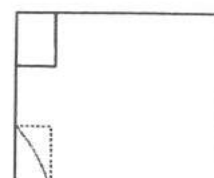
MANGLENDE HJØRNER/KANTER MOT FUGER.

MINDRE SKADER.



MODELLERES MED AKRYLMØRTEL V2 ELLER V3.

STØRRE SKADER.



FLATER LIMES MED EPOXY. I YTTERKANT BRUKES AKRYLBlanding V1 TIL V2.

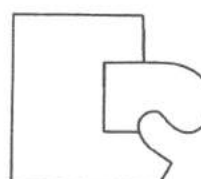
MIDDELALDER / USIKKER ÅRGANG

DISKUTERES

MANGLENDE DELER PÅ PROFIL.

MINDRE SKADER.

VED SKADER MOT FUGER SKAL DET MODELLERES MED MODELLERINGSMØRTEL V2 ELLER V3. SKADER ANDRE STEDER VURDERES.



LIMES MED AKRYLBlanding V1 ELLER V2.

STØRRE SKADER.

INNFELLINGER SOM TÅLER TRYKK. (HORIZONTAL INNFELLINGER)



INNFELLING TILPASSES. LIMES MED EPOXY OG AKRYLBlanding V1 ELLER V2. DYBLES MED GLASSFIBERDYBEL.

MIDDELALDER / USIKKER ÅRGANG

DISKUTERES

MANGLENDE DELER PÅ ORNAMENT ELLER SKULPTUR.

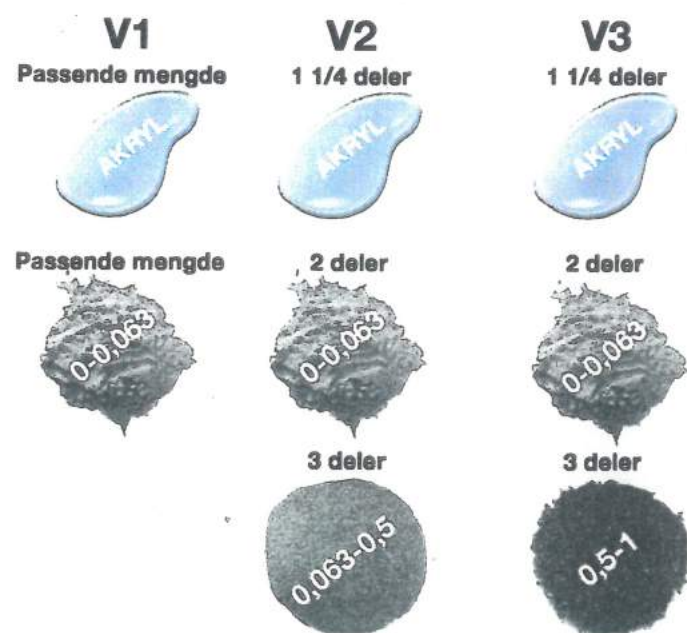
MINDRE SKADER

DISKUTERES

STØRRE SKADER

DISKUTERES

BLANDINGSFORHOLD



BRUKSANVISNING FOR AKRYLBLANDINGER

- Rens tomten for støv og skit.
- Dokumenter skaden(e).
- Bland ønsket blanding godt og bruk innen 10min.
- V1 brukes ved liming og fylling av sprekker mindre enn 1mm.
- V2 brukes til modellering eller fylling av sprekker over 1mm men ikke med tykkelser over 3mm.
- Vask alltid godt med svamp og vann rett etter utførelse.
- V3 brukes til modellering av kanter og hjørner med maksimal tykkelse 10mm.
- V3 skal herde 1 døgn før rasp/fil brukes til tilpassing. Samme gjelder V2 om den brukes til mindre modelleringer.
- Minimum 3 døgn herdetid i romtemperatur.
- Dokumenter utførte arbeider.

MODELLERINGSMASSE

83%KLEBER



3 deler
0,5 - 1mm



2 deler
0 - 0,063mm



1 1/4 deler
Akryl

- Blandes godt og brukes innen 10 min.
- Rens tomten for støv og skit før modellering.
- Bygg på område som skal modelleres med 3-5mm.
- Husk skyll sprøyte godt og sett deretter i vann.
- La herde i mininum 1 døgn før du bruker rasp/fil til tilpassing.
- Skal herde minimum 3 døgn i romtemperatur.

LIM TIL INNFELLINGER

FINMASSE

- Bland finstoff (0 - 0,063mm) og Akryl til ønsket tykkelse
- Smør på hele tomten og sett på innfellingen.
- Må herde 1 døgn før innfelling evt tilpasses med rasp/fil. Hugging kan medføre brudd i limfuge.
- Skal herde minimum 3 døgn i romtemperatur.

LIM TIL SPREKKER OG LØSE DELER

LIM

- Horisontale delinger, mindre løse deler og hårsprekker injiseres med Akryl.
- Skal herde minimum 3 døgn i romtemperatur.
- Vertikale sprekker kan limes med 2-komponent polyester eller epoxylim eller med akryl og dybler/kramper.