

Kongeinngangens hovedbue

Refleksjonsrapport

Johannes Klem

Juli 2018



Innhold

Sammendrag	2
Innledning.....	2
1870-tallets restaurering og dens restaureringsfilosofi	3
Utgangspunkt for dagens restaurering	6
Reparasjon av buestein: beskrivelse av arbeidsprosessene	7
Liming av sprukne deler	7
Modellering med restaureringsmørtel.....	11
Fylling av små sprekke.....	13
Ornamentinnfelling	15
Nyhugging og kopiering av ornamentstein: beskrivelse av arbeidsprosessene	19
Hugging av bueemne.....	20
Ornamenthugging.....	22
Rekonstruksjon av ornamentdelar	29
Uthuling av ornamentet	32
Profilhugging	37

Sammendrag

Denne refleksjonsrapporten har hovedbuen til Nidarosdomens Kongeinngang som tema. Jeg skal først gi et overblikk over kongeinngangens historie og dens restaureringer. Her vil jeg fokusere spesielt på restaureringsprinsippene og vernefilosofien som var styrende og hvordan de evt. har forandret seg med tiden. Så kommer jeg til dagens restaurering og beskrive prosessen hvordan vi har kommet fram til en restaureringsplan. Jeg skal forklare de forskjellige problemstillingene nærmere ved noen konkrete eksempler og jeg skal beskrive arbeidsprosessene som jeg har utført under restaureringen av hovedbuen.

Innledning

Kongeinngangen er en rikt dekorert og staselig portal på korets sørside som peker mot erkebispegården. Portalen stikker ut 3,5 m fra korets sideskipsvegg og har en bredde på ca. 5,5 m. Portalens innerom blir spent over av et kryssribbehvelv og portalåpningens hovedbue har noen av de mest verdifulle middelalderskulpturene på hele domkirken. Kongeinngangen ble antakelig bygd i 1230-årene og har gjennomgått store forandringer gjennom tiden. På et tidspunkt ble portalåpningen gjenmurt og gavlen ble erstattet med en enklere versjon, muligens på grunn av statiske problemer. Dette kan ha skjedd ganske snart etter portalens ferdigstilling, noe det gotiske spissbuevinduet i den gjenmurte åpningen kan tyde på.

På den tidlige restaureringsperioden på 1870-tallet ble muren i portalåpningen revet og kongeinngangen i sin helhet demontert. Fundamentene ble forsterket og portalen gjenreist og de manglende delene gjenskapet slik at portalens utseende ble på en måte tilbakeført til en slags idealisert opprinnelig tilstand. Dette er også tilfelle for de rikt dekorerte skulptur- og ornamenttrekkene i den spissbuede portalbuen.

Hovedbuen består av tre rekker: den innerste rekken består av små skulpturer som er omkranset av planteranker. Skulpturene er sceniske fremstillinger av den bibelske fortellingen om Adam og Eva.

Den midterste buen har vært ornamental, men har vært ødelagt i sin helhet muligens på grunn av gjenmuringen. Den nåværende utsmykningen er da en nyskapning som gjengir det gotiske ornamentale formspråket vi ellers finner på Nidarosdomen og som kan ha forbilder i andre katedralers praktportaler.

Den ytterste buen består av bølgede ornamentanker og var stort sett fullstendig bevart i sin opprinnelige middelalderske tilstand. Likevel ble i overkant av halvparten av disse buesteinene nyhugget sannsynligvis på grunn av deres skrøpelige tilstand.

1870-tallets restaurering og dens restaureringsfilosofi

Kongeinngangens restaurering, i likhet med mesteparten av Domkirkens restaurering ellers, ble utført etter de antikvariske prinsippene som er beskrevet av den franske Arkitekten og Arkitekturteoretikeren Eugène Viollet-le-Duc. Målet var å ikke bare bevare det som var der eller å ta hensyn til den komplekse bygningshistorien med alle tilføyningene, reparasjonene og de forskjellige stilartene. Man tok de originale middelalderske delene som var i tilstrekkelig god tilstand og reparerte og kompletterte disse slik at man fikk en idealisert resultat som bar veldig lite preg av tidens tann og fremsto som nesten ny.

I den innerste buen manglet alle skulpturene hode og mange av lemmene. Disse ble erstattet med veldig forseggjorte og detaljrike nye deler som står litt i kontrast til det som er igjen av middelalderskulptur. På middelalderskulpturene var utførelsen noe grovt og fremstillingen av menneskekroppene virket ofte litt uproporsjonalt slik at man kunne mistenke at steinhuggeren manglet litt anatomisk forståelse. Det var liksom ikke mening å prøve å etterligne middelaldersteinhuggerens stil men å lage reparasjonene på en finest mulig måte.

Den midterste buerekken var som sagt helt ødelagt uten noen store tegn på hvordan ornamentikken en gang hadde sett ut. Her måtte utformingen nyskapes og resultatet repeterer de gotiske «stiff-leave»-formene som er karakterisk for hele Nidarosdomen, bare at de er gruppert i spiralaktige ranker. Stiff-leave-ornamentikken er typisk for den engelske gotikken og formene vi finner på de engelske katedralene ligner veldig på det vi finner på Nidarosdomen. Det er lite tvil om at Nidarosdomens bygging i Middelalderen ble påvirket i stor grad av byggeskikken som rådde på andre siden av Nordsjøen, både gjennom innhentet arbeidskraft og kunnskapsoverføring. Men det er også ganske åpenbart at de som restaurerte Nidarosdomen på 1800- og 1900-tallet lot seg inspirere av den engelske gotikken. Etter litt research på nettet fant jeg en sideportal til katedralen i Lincoln som har en ganske lik oppbygging som den restaurerte hovedbuen av kongeinngangen. Det antas at det middelalderske byggemiljøet rundt Nidarosdomen hadde en tilknytning til Lincoln noe som vises

gjennom flere likhetstrekk (bl.a. Lincoln-søyle, vestfronten) og det kan tenkes at dette også var tilfelle i gjenreisningsperioden. Portalen i Lincoln jeg refererer til heter «Last-Judgement-Portal» (Dommedagsportalen) og har den samme plasseringen som kongeinngangen, på korets sørside. Portalbuen er også tredelt, den indre rekken består av små statuetter som er avgrenset mot hverandre med små masverksbaldakiner, den indre rekken er delt inn i to halvrekker og utsmykket med ornamenter som minner veldig om kringlene vi ser i den midterste buerekken på Kongeinngangen. Den ytterste buerekken er også befolket med små statuetter som står i mellomrommene av rankene som er flettet i hverandre og disse minner litt om det flettede rankverket i den ytterste buerekken på Kongeinngangen.

På gamle fotografier som ble tatt etter muren i portalåpningen ble fjernet og før Kongeinngangen ble demontert og restaurert, ser vi at den ytterste buerekken nærmest fullstendig er intakt med veldig få manglende deler. I hvilken forfatning steinene befant seg kan man derimot bare gjette. Når man sammenligner disse fotografiene med bilder fra etter restaureringen ser man at mange steiner har blitt skiftet ut og erstattet med nye steiner. Ikke alle steinene som ble gjenbrukt fikk den samme plasseringen som før og de nyhugde steinene er ikke nøyaktige kopier av de gamle steinene. Mens de middelalderske steinene viste mye variasjon i utførelsen og hadde en viss uregelmessighet på



detaljnivå fremstår 1800-talls steinene mer skjematisk og likeforma. Som man ser på de gamle fotografiene er det en liten statue på begge endene nederst på den ytterste og den midterste buerekken. Disse var så ødelagte og ugjenkjennelige at man valgte å fjerne dem fra den restaurerte buen og ikke gjenskape dem.

Den gjenoppbygde Kongeinngangen etter 1870-tallets restaurering



Sammenligning av de to portalene fra Trondheim (øverst) og Lincoln (nederst)

Utgangspunkt for dagens restaurering

Når Kongeinngangen ble restaurert og gjenreist på 1870-tallet ble steinene murt med hard sementmørtel, som på den tiden var i ferd med å fortrenge kalkmørtelen som den vanlige murmørtelen. Mye av middelalderens kunnskap om de store katedralers byggeteknikker hadde gått tapt, bl.a. kunnskap angående produksjon og bruk av kalkmørtel og tilpasning av murkonstruksjonen til kalkmørtelens egenskaper. Sementen med sin høye hardhet og trykkfasthet limte sammen steinene uten at man måtte tenke så mye på murverkets forband, dvs. rimelig overlapp mellom steinene. Dessuten bar sementmørtelen i seg en lovnad om en nærmest vedlikeholdsfri katedral. Denne lovnaden skulle imidlertid ikke blitt innfridd, tvert imot. Sementmørtelens tilsynelatende store fordel, dens styrke, viste seg samtidig å være opphavet til mange problemer som oppstod i tiårene etter gjenreisningen av Kongeinngangen (og Nidarosdomen ellers). Dette gjelder i stor grad også for portalens hovedbue.

Problemene med sementmørtelen kan deles opp i tre hovedkategorier.

1. Sementmørtelen gir veldig tette fuger og transporterer fuktighet ut av murverket veldig sakte. Det samme gjelder for den veldig tette klebersteinen. Fuktigheten holdes veldig lenge i murverket og bidrar til økt salt- og frostsprengning og forvitringen av steinoverflaten blir fremskyndet. Dette ser ut til å være tilfelle med mange av de gjenværende middelaldersteinene av den ytterste buerekken. Her kunne også saltransport fra nærliggende Grytdalstein (kleberstein fra restaureringsperioden) forverret situasjonen. Middelaldersteinene i den innerste buerekken er i betydelig bedre tilstand.
2. En slik stor bygning eller bygningsdel er utsatt permanente belastninger og spenninger som er avhengig av bygningens konstruksjonsmåte og tyngde. Men det finnes også temporære belastninger som vindlast og spenninger pga. temperaturforskjeller. Setning av en bygning og bevegelse i fundamentet er ofte også tidsbegrenset og blir mindre og mindre med tiden. En kalkmurt bygning har en viss fleksibilitet og kan ta opp slike temporære belastninger ved minimale bevegelser i fugene. Dette er imidlertid ikke mulig ved en sementmurt bygning hvor alt er stivt og spenningene går tvers gjennom steinene, som ofte resulterer i sprekkdannelse.
3. Mens det måtte ha vært forholdsvis enkelt å plukke fra hverandre steinene under 1870-talls demontering, var det atskillig vanskeligere under den siste demonteringen. Kalkmørtelen har ganske dårlig hefte på den «feite» klebersteinen, den har heller oppgaven å formidle mellom de litt ujevne steinoverflatene og være en slags støtpute mellom steinene. Sementmørtelen hefter så godt på steinen at adhesjonen (hefte) mellom sementfugen og steinoverflaten ofte er større enn kohesjonen i selve steinen eller visse områder i steinen (f.eks. svakpunkter som steinårer). Dette førte til at vi i mange tilfeller ikke fikk løsnet steinene i alle fugene, men at det hang igjen en bit på nabosteinen eller vi reiv med en bit av nabosteinen. Spesielt den skifrige Trondheimskleber fra middelalderbruddene som er veldig værbestandig og klarer å ta opp de vanlige trykkbelastningene den møter i murkonstruksjonen, tålte dårlig strekk- og skjærkreftene som oppstod når vi prøvde å kile ut steinene. Og av disse steinene i Trondheimskleber var det de avlange buesteinene som var blant de vanskeligste å demontere, delvis fordi de er så uthulte og skjøre, og delvis fordi de ikke følger de vanlige skifthøydene og binder dels langt inn i murverket. Dessverre var nok akkurat selve demonteringen årsaken til de aller fleste steinskadene, hvis man ser bort fra grytdalssteinene som vi skiftet ut på grunn av deres dårlige steinkvalitet.

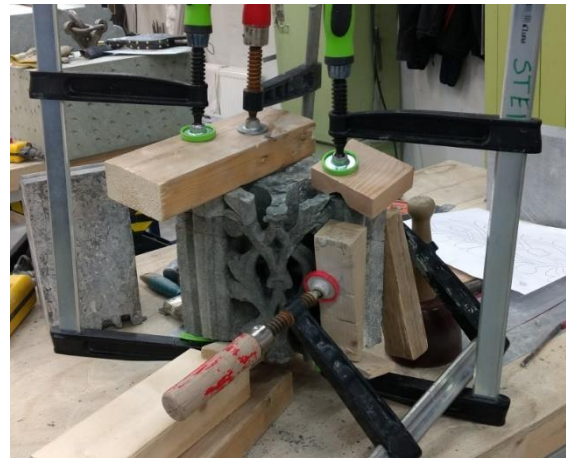
Hovedpremisset for dagens restaurering er å gjenopprette Kongeinngangs fulle funksjonsdyktighet og bygningssikkerhet. Kongeinngangen skal fremstå igjen slik den så ut etter 1870-tallets restaurering med stor fokus på bevaring av den middelalderske bygningsmassen. Derfor prøvde vi i de aller fleste tilfellene å gjenbruke skadete middelaldersteiner ved å reparere dem med steinlim, restaureringsmørtel, dybler og evt. steininnfellinger.

Reparasjon av buestein: beskrivelse av arbeidsprosessene

Denne buesteinen er en del av den ytterste buen med det flettede rankverket. Steinen hadde forskjellige skader av ulik omfang. Under demonteringen ble den nederste delen sittende fast på nabosteinen og den øverste bærklassen ramlet av og var ikke til å finne igjen når steinen skulle repareres. Så hadde steinen en svakt skrå sprekk som gikk nesten gjennom hele steinen og flere småskader ved profilkantene og ornamentet.

Liming av sprukne deler

Først så bestemte jeg meg å dele steinen langs det nesten gjennomgående sprekket for å så lime sammen delene igjen. Hvis sprekket hadde vært litt mindre hadde jeg sannsynligvis valgt å injisere akryldispersjon i sprekket istedenfor. Når jeg kilte opp sprekket løsnet flere småbiter der delene fortsatt hang godt sammen. Jeg limte sammen delene med epoxy-lim og akryl-lim, jeg skal gi en nærmere beskrivelse av limingsprosessen ved limingen av de andre bitene.



Neste oppgave var å sette på delen som hang igjen på nabosteinen. Vi vurderte å lime sammen de to delene uten å fjerne delen som satt fast på nabosteinen, fordi det var lite sannsynlig å kunne ta av biten fra nabosteinen i ett. Klebersteinen kjentes veldig løs ut i forhold til den harde sementmørtelen, dessuten var biten relativt tynn, slik at den ville mest sannsynligvis knekke i flere biter under løsningen. Vi bestemte oss likevel å ta denne sjansen og prøve å løsne biten, fordi det hadde gjort muringen mer utfordrende hvis de to steinene hadde hengt sammen. Det gikk dessverre som fryktet og delen ble til flere større og små biter når den var løsnet fra nabosteinen.



Steinen er delt i flere større og mindre biter



Bitene settes sammen tørt før de limes for å se hvor godt de passer sammen og om det er deler som mangler. Det blir også en slags simulasjon for limeprosessen: Noen biter må limes sammen først før de limes på den største biten ellers får man de ikke passet inn.



Smuss og små løse deler som evt. befinner seg på limflaten må fjernes først for å få limt bitene tettest mulig sammen.



De første bitene limes på: Det påføres epoxy-lim på midten av limflaten og akryllim på en ca. 1 cm bred stripe mot visflaten. Den tilsettes klebersteinsstøv for å tilpasse limfugen steinens farge og det er også mye lettere å vaske av steinen enn epoxy-limet. Det påføres bare lim på de bitene som limes umiddelbart slik at limet ikke begynner å herde før bitene settes på. Den delen av limflaten i forgrunn uten påført lim limes først i en senere omgang.



Bitene blir limt på i flere omganger.



Der hvor det trer ut lite lim kan den skrapes av senere når limet har herdet. Hvis limet renner ut, må limfugen og den tilkissete overflaten vaskes av umiddelbart for å unngå at den dannes et limslør på steinoverflaten.



Til slutt settes på skrutvinger for å presse de limte bitene godt sammen.

Modellering med restaureringsmørtel

Mindre, manglende deler kan ettermodelleres med restaureringsmørtel på akrylbasis. Denne mørtelen er en blanding av klebersteinspartikler i ulike kornstørrelser og en akryldispersjon som bindemiddel. Blandingsforholdet skal gi en tettest mulig pakning av kornene og det tilsatte bindemiddelet skal akkurat fylle hullrommene mellom partiklene. Den behandelende overflaten skal være smuss- og støvfri. Hvis det brukes den groveste akrylblandingen må steinoverflaten grunnes med akryldispersjon eller en finere akrylblanding. Det hjelper også å fukte steinen litt først. Ops! Vent til evt. vannfilm på overflaten har tørket bort.



Det første, tynne laget med mørtel gnies godt inn på steinoverflaten slikt at mørtelen sitter godt på underlaget. Så påføres mer mørtel til man har ca. 2 mm til gode i alle retninger. Mørtellaget komprimeres litt underveis for å unngå luftehull. Hvis det må påføres mørtel i en tykkelse større en 5mm må det gjøres i flere omganger for å unngå tørkesprekker. Etter flere modelleringsforsøk fant jeg ut at det var hensiktsmessig å bruke den groveste akrylblanding (V3) bare som oppbygging av

større skader og bare bruke den finere blandingen (V2) ved mindre skader og «finmodellering» av større skader, særlig mot visflaten.



Etter påføring av restaureringsmørtelen må det ventes i minst 3 timer til mørtelen har herdet, så kan reparasjonen bearbeides videre og tilpasses den ønskede formen ved hjelp av rasp eller hammer og meisel. Ved flere påføringsomganger bearbeides overflaten først etter siste omgang. Evt. luftehull, tørkesprekker eller spekk mellom reparasjon og originalstein kan fylles med den fineste akrylblandingen.

Restaureringsmørtler på akrylbasis

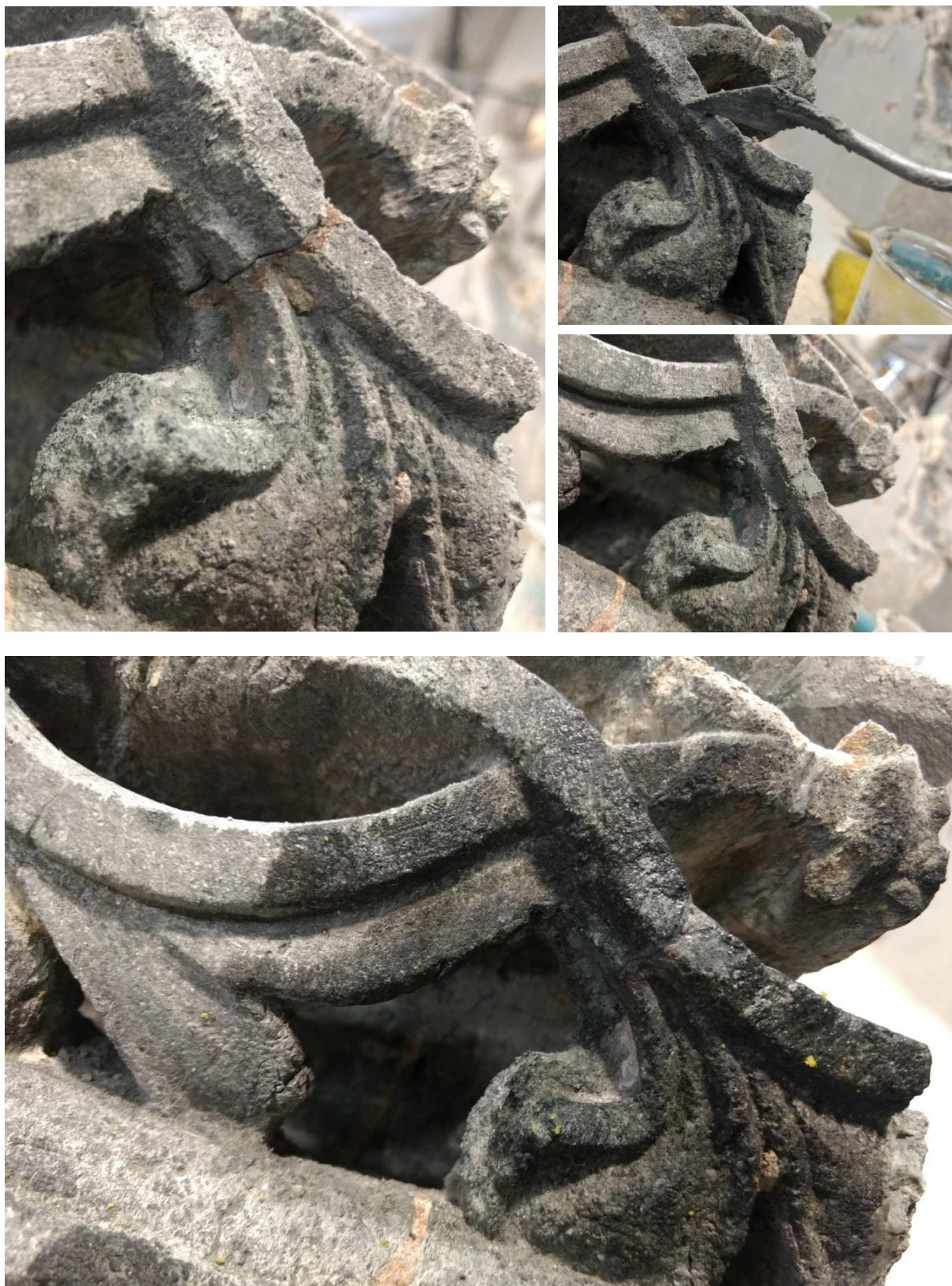
	Fineste blanding (V1)	Mellomfin blanding (V2)	Grov blanding (V3)
Spesifikk anvendelses-område	Fylling av sprekker og små hull	Reparasjon av mindre skader (kanter, ornament, profil) Finmodellering av større skader	Oppbygging av større skader («grovmodellering»)
Blandingsforhold: Volumdeler Klebersteinspartikler (kornstørrelse i mm) + volumdeler akryldispersjon			
Klebersteinstøv (0-0,063)	Passe mengde	2	2
Fin klebersteinsand (0,063-0,5)		3	
Grov klebersteinsand (0,5-1)			3
Akryldispersjon	Passe mengde	1 ¼	1 ¼

Fylling av små sprekk

Små sprekk i steinen fylles med den fineste akrylblandingen. Steinen fuktes (ops! ikke noe vannfilm) og så påføres blandingen med en liten spatel og fuge vaskes forsiktig over med en fuktig svamp. Ops! Ved for mye trykk eller vann i svampen vasker man bort for mye mørtel. Det er lurt å ta for seg mindre områder om gangen slik at akrylblandingene ikke rekker å stivne før man begynner å vaske av.



Sprekket er fylt og vasket av.



Eksempel på sprekkfylling

Ornamentinnfelling

Steinbiten tilpasses den ujevne overflaten av skadetomta og den grove formen raspes til. Tomta har bare blitt forstørret i bakkant, ikke ved ornamentdelen, for å bevare mest mulig av den middelalderske originalsteinen.



De enkelte bærene tegnes på, så klemmes innfellingsbiten med en skrutving på en større stein for å ha en et godt anlegg for finhugging av ornamentet.



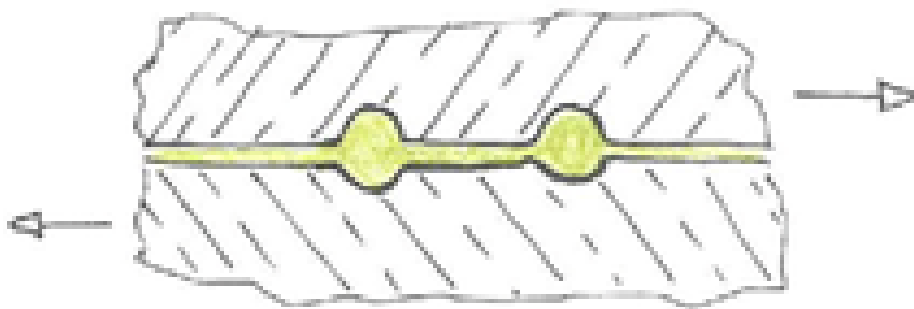
Mindre skader i fugeflaten repareres ved ettermodellering



Mørtelreparasjoner er raspet og hugd over og ornamentinnfellingene er tilpasset



For bedre vedheft av limet rues limflatene litt opp med raspa. Innfellingen vil mest sannsynligvis sitte godt på plass, når den først er murt, den har en nærmest horisontal limflate og den er klemmt inn mellom steinene over og under. Likevel kan den kanskje få litt pakjenning under muringen eller gjennom bevegelser i murverket, og siden den er i horisontal retning bare låst fast mot baksiden kunne det tenkes at den, ved noen uheldige sammentreff, kunne dyttes ut. På grunn av den skjøre steinkvaliteten av den middelalderske Trondheimskleberen valgte jeg å ikke feste innfellingen med stål- eller glassfiberdybler. Istedenfor boret jeg tre hull i begge limflatene og plasserte hullene i innfellingen slik at de har samme posisjon som hullene i den nedre limflaten. Når innfellingen limes på fylles hullene med lim og danner det tre «limkuler» som låser innfellingen i horisontal retning.



Sjematisk fremstilling av låseprinsippet (grønt fremhevet= epoxylim)



Hullene og midten av limflatene fylles med epoxy-lim, mot kanten påføres det fin akrylblanding. Hullene må fylles godt med lim (Ops! Passe på at det ikke blir noen luftinnslutninger) og innfellingen må snues raskt når den limes på slikt at limet ikke renner ut av hullene (På grunn av fototakingen skjedde det ikke så raskt og limet var i ferd med renne ut)



Innfellingen er limt på, det gjenstår bare å vaske eller skrape av mørtelen som har blitt presset ut.

Nyhugging og kopiering av ornamentstein: beskrivelse av arbeidsprosessene



Originalsteinen: steinen har flere gjennomgående sprekker, mange manglende eller løse deler og overflaten er dels svært forvitret. Steinen er en av tre middelaldersteiner i den ytre buerekken som skal erstattes med kopier. Steinene står i en rekke og anslutningsprofilene av steinene over og under de tre middelaldersteinene er ganske ulike. Vi valgte derfor den nederste og lengste av de tre steinene som jeg skulle hugge for å formidle mellom disse to profilene. Den har altså litt forskjellig profilmal på bygg- og liggsiden. De to andre andre steinene fortsetter hele veien med samme profil.

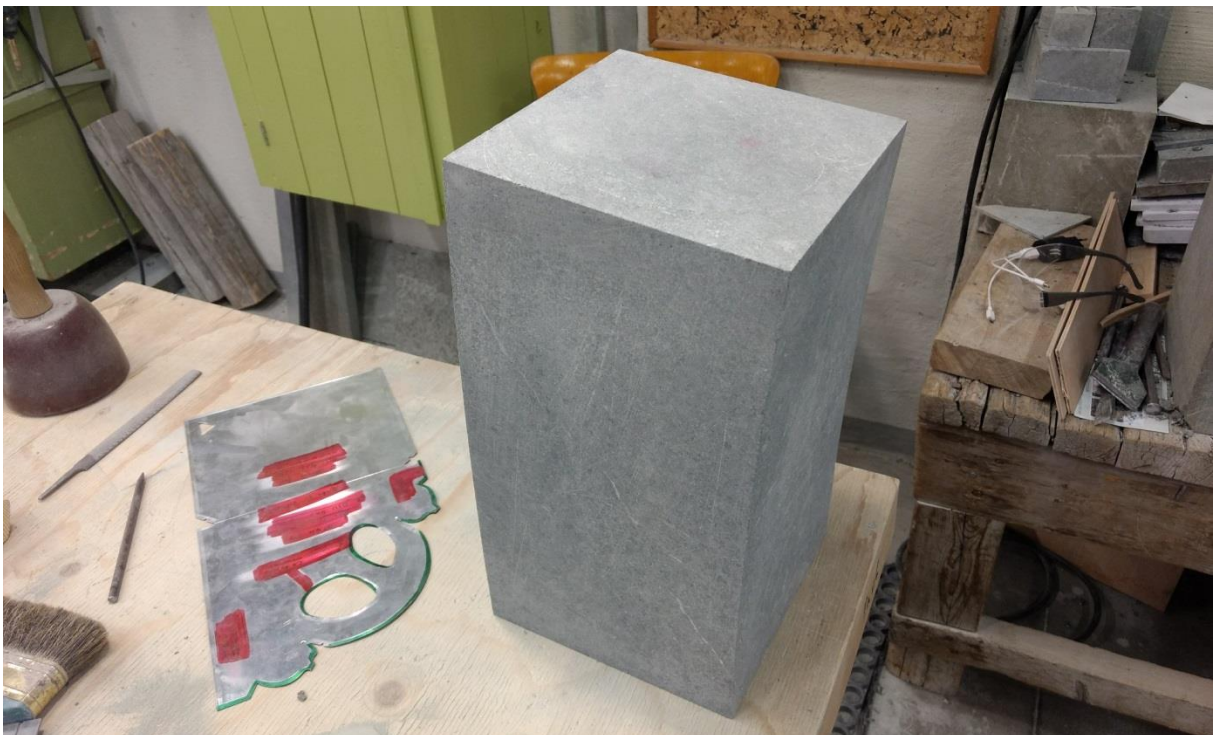


Bygg, side- og liggmal samt radiemaler i forskjellige lengder:

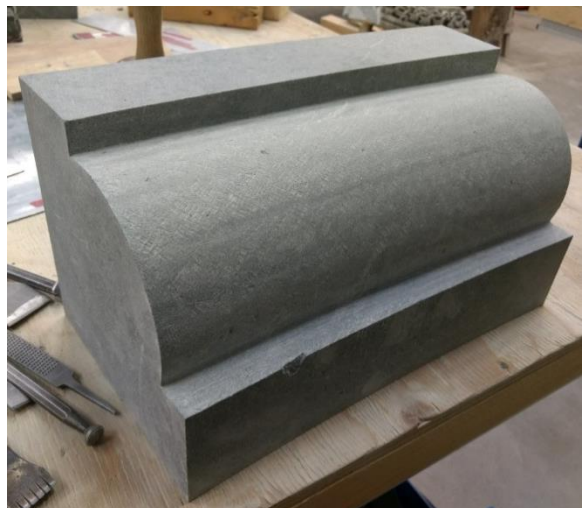
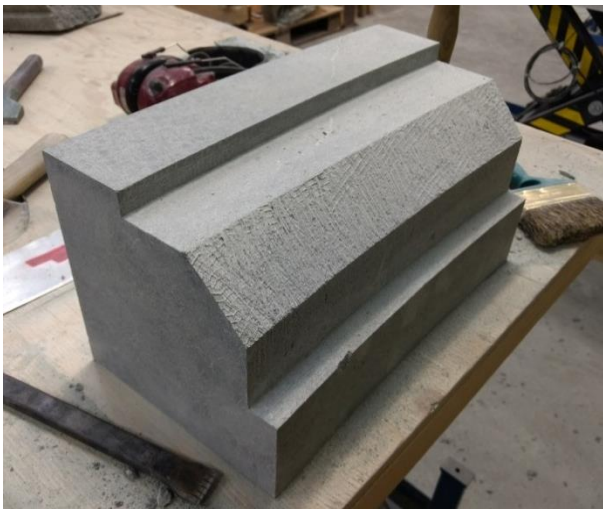
Hugging av bueemne



Steinen har blitt rettet opp, og merket. Nå hugges bueflatene.



Det buede utgangsemnet er klart for videre bearbeiding



De forskjellige arbeidsskrittene av huggingen av den buede kvartstaven hvor ornamentet skal ligge i

Ornamenthugging



Dobbeltsjekking av profilanslutning med originalsteinene



Det avtegnede originalornamentet blir limt på den buede kvartstaven og justert litt i forhold til nabosteinens ornament.



Selve ornamentet er fargelagt for å synliggjøre bedre hva som skal hugges bort og hva som foreløpig skal stå igjen



Omrissene av ornamentet er hugd ut. I tillegg har jeg tatt den ene fasen på hver av profilene for å ha mer plass til å hugge ut ornamentet. Resten av profilene skal jeg ta til slutt. Hvis jeg hadde ferdighugd profilen først så hadde det vært stor fare for å skade den mens jeg hugde ornamentet.



Omrissene er hugd ned til den maksimale ornamentdybden.



Utarbeiding og synliggjøring av ornamentets «indre konturer»



Detalj av flettverket



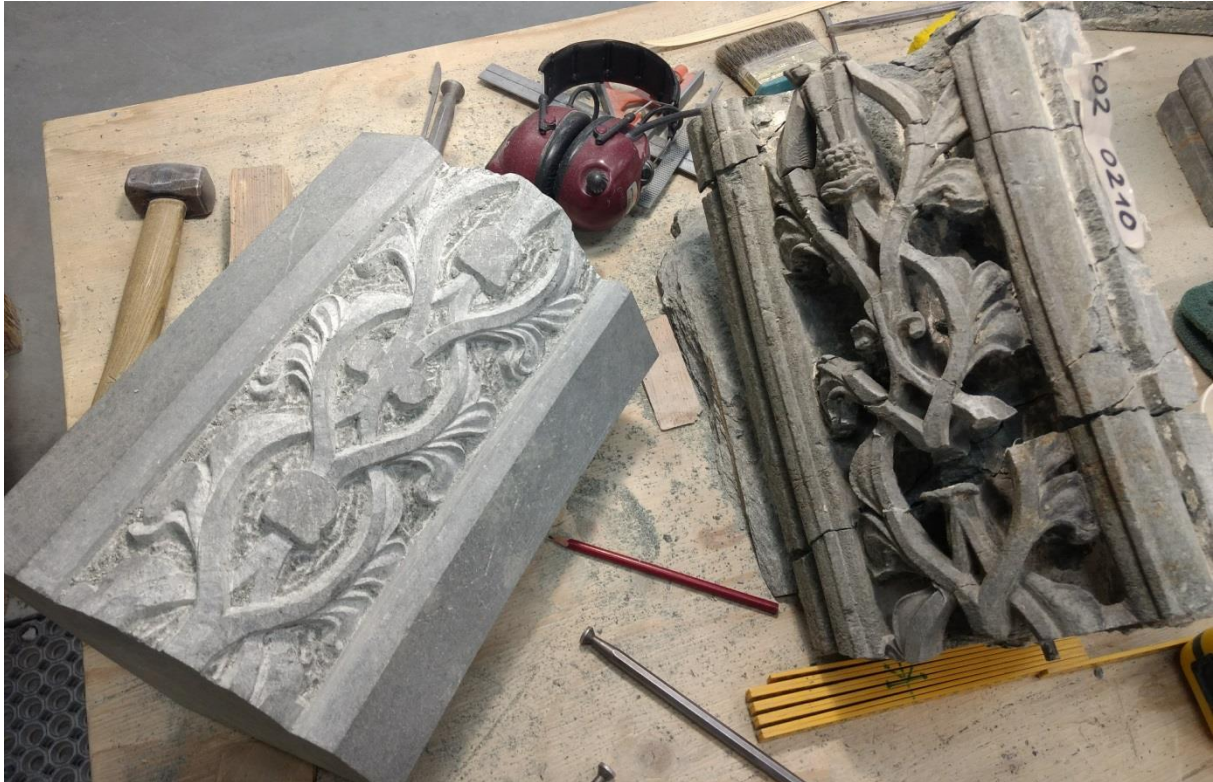
Konturene er overført fra papirarket til steinen og gjenstående papirrester kan fjernes. Evt. korreksjoner i forhold til tegningen merkes med blyant.



Detalj av den midterste bladknoppen



Den grove formen av blad- og flettverket er videre utarbeidet, nærmest til de ønskede dybdepunktene.



Detaljhugging på det ytre bladverket er i gang. Det er viktig å sammenligne steinen hele tiden med originalssteinen for å få kopiert det originale uttrykket på best mulig måte.



Bladverket er ferdighugd, bortsett fra de nedre bladene som skal bli tilpasset nabosteinen til slutt.



Finhugging av den midterste bladknoppen

Rekonstruksjon av ornamentdeler

Mens den midterste bladknoppen og den øverste bærklassen på originalsteinen nesten var bevart i sin helhet, var det bare litt av den skjørtaktige fruktsokkelen (begerbladene) på den nedre bærklassen igjen. For å få en oversikt over variasjonen av bærklassenes utforming og for å få en anelse av den opprinnelige designen har jeg studert bærklassene på alle steinene fra den ytre buerekken, både middelalder- og 1800-talls-steinene.



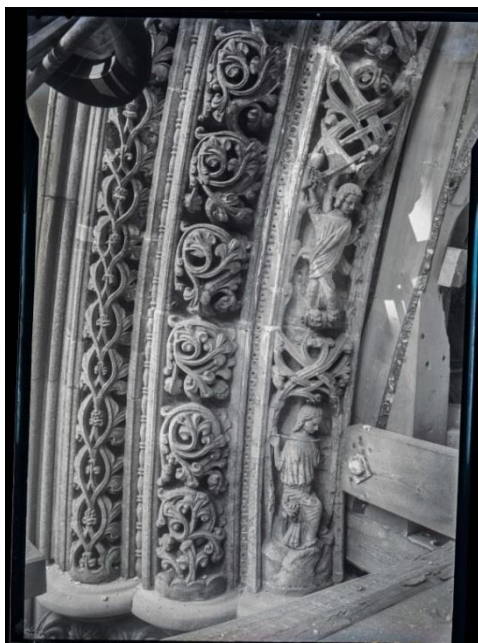
1. og 2. bilderekke: eksempler på de bringebæraktige bærklassene fra de middelalderske buesteinene, første bilde: den godt bevarte øvre bærklassen fra originalsteinen

3. bilderekke: eksempler på bærklasser fra 1800-talls-steinene

De bevarte middelaldersteinene viser stor variasjon i utformingen av bærklassene (antall og anordning av bærene, utforming av de stiliserte nedre begerbladene), 1800-talls-versjonene er mye mindre variert og er stort sett av typen 2 og 3 i den nederste bilderekka. Når jeg rekonstruerte den manglende bærklassen tok jeg først og fremst den gjenstående bærklassen og den gjenstående nedre delen av originalen som forbilde. Dimensjonen kunne antas å tilsvare mellomrommet mellom stilkene på originalsteinene. På gamle fotografier (før og etter den første demonteringen) klarte jeg å identifisere originalsteinen. Der var den manglende bærklassen fortsatt på plass og kunne tilordnes den typen klase med mange små bær i en rund anordning, ganske lik den gjenstående bærklassen. Den virker å ha litt færre og mindre bær enn den øvre klasen og ser også ut til å være litt bredere, «bærdelen» virker somtrent like bred som «skjørt delen». På bildene ser man tydelig to rad med små bær, men det er ganske sannsynlig at det fantes et tredje rad med mindre bær over eller under de to synlige radene. Derfor bestemte jeg å hugge en klase med tre rad med bær.



Bilde er tatt før den første demonteringen på 1870-tallet: Det forstørrede utsnittet viser originalsteinen som befinner seg helt nederst på det synlige bueavsnittet



Bilde er tatt under 1920-talls-restaureringen av Kongeinngangen: Det forstørrede utsnittet viser originalsteinen, som befinner seg helt øverst på det synlige bueavsnittet



Finhugging av ornamentet er ferdigstilt, overgangene til nabosteinene er tilpasset. Nå gjenstår det «bare» uthuling av ornamentet og hugging av profilene.

Uthuling av ornamentet

For å gi ornamentet en luftig og filigran fremtoning og forsterke dens tredimensjonalitet gjennom kontrastfulle skyggevirkninger er det viktig å fjerne mye av materiale rundt og under flettverket. Dette krever imidlertid godt gjennomtenkte arbeidsprosesser med en god porsjon teft for kreftene og spenningene de forskjellige verktøyene påfører steinstrukturen: en struktur som blir skjøre og sårbarere jo mere den nærmer seg sluttresultatet.

Jeg valgte å hule ut rommet under flettverket først og så ta mellomrommene i flettverket etterpå. Med de store borene jeg brukte for å hule ut undersiden av ornamentet virker det ganske store krefter på steinen og det hadde vært fare at boret river ut deler av flettverket hvis jeg hadde gravd meg lenger ned i mellomrommene først. Når jeg boret i lengderetning begynte jeg med den største boren først og gikk så over til mindre bor. Dette viste imidlertid seg å være feil rekkefølge. Jeg skulle ha boret flere hull med en liten bor først, slik jeg gjorde i tverretning, og så bore opp noen av hullene med større bor. Da hadde jeg sannsynligvis sluppet å fjerne så mye materiale med meiselen.



Jeg brukte en ganske liten bor til å bore i tverretning for å belaste det allerede uthulede ornamentet minst mulig. Hullene bores jeg med ganske liten avstand til hverandre og jeg kunne egentlig ha minsket avstanden enda mere. Med denne metoden ble ornamentet fortsatt støttet med mange små «bruer» (materiale mellom hullene)



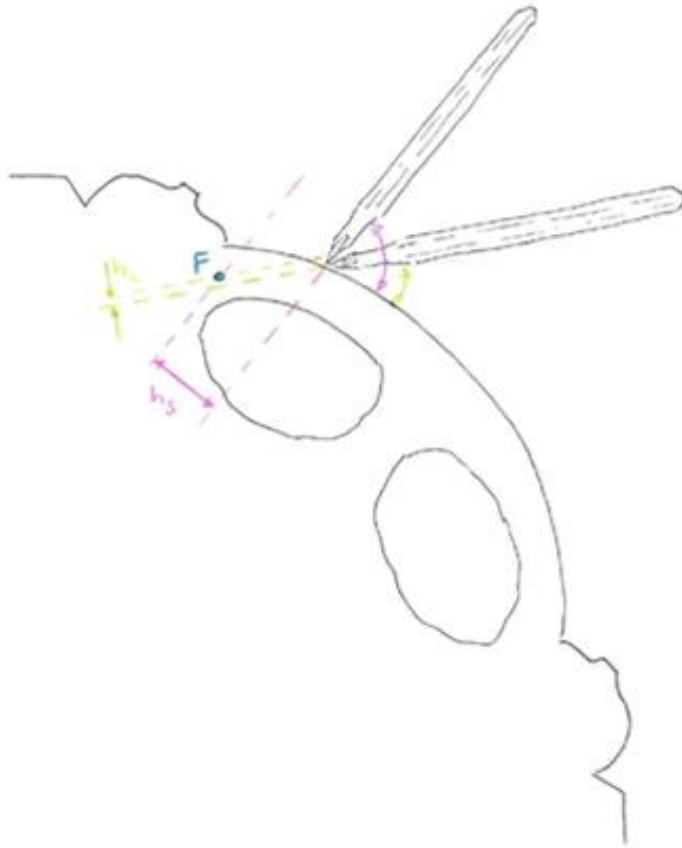
Når jeg hugget ut mellomrommene begynte jeg på de plassene som var lengst unna ornamentets «festepunkter» i hovedstrukturen. Det er *der* kraftarmen i forhold til festepunktene er størst, og dermed også den potensielle belastningen den sårbare strukturen blir utsatt for. Men, så lenge det støttende «hullgitteret» nær med festepunktene fortsatt er på plass blir kreftene mer jevnt fordelt og det oppstår ikke så store lokale spenninger som kan føre til brudd. I tillegg prøvde jeg å holde meiselen i minst mulig vinkel i forhold til det

buede skallet ornamentet ligger i. Slik blir kreftene ført til festepunktene («opplageret») den korteste veien og det oppstår mindre momenter i strukturen, kraftens hevarm blir redusert (se skisse).



Materiale helt inni krokene fjernet jeg helt til slutt for gi strukturens svakpunter lengst mulig støtte.

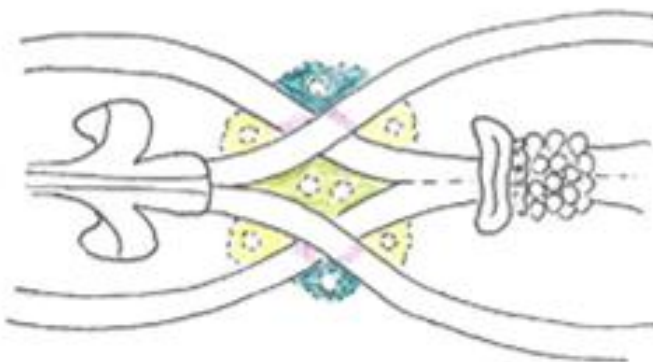




Meiselen blir holdt med stor vinkel i forhold til steinoverflaten (lila): Hevarmen $h(S)$ rundt det tenkte festepunktet F og det resulterende momentet er relativt stort.

Meiselen blir holdt med liten vinkel i forhold til steinoverflaten (grønn): Hevarmen $h(L)$ rundt det tenkte festepunktet F og det resulterende momentet er betraktelig mindre.

I denne prinsippskissen har jeg antatt at tykkelsen av materiale i festepunktet ikke spiller noen rolle. Høyere materialtykkelse ville selvfølgelig gitt et større motvirkende moment. Men denne problemstillingen har jeg ikke tatt i betraktning her.



I skissen her ornamentets største svakpunkter merket med lila. Det er oftest der steinen sprekker ved overbelastning.

Etter min erfaring som steinhugger og gjennom noen fysikalske betraktninger får svakpunktene sterkest påkjenning når de gule områdene blir hugd bort. Det er der det er trangest å komme til slik

at man ikke kan holde meiselen i optimal posisjon og så resulterer kreftene i dette område mest i strekk- og skjærkrefter. Når materiale i de turkisfargede områdene blir hugd bort presser knuten rundt det grønne området som er godt forankret i hovedsteinen imot meiselen og tar opp de fleste belastninger gjennom trykk, dessuten blir kreftene fordelt på et større område. Derfor valgte jeg å hugge vekk de gule bitene først slik at de turkisfargede fortsatt støtter opp svakpunktene.



Siste tilpasninger til nabosteinene og fjerning av de siste «støtteklompene» i krokene



Ornamentet er ferdig uthult, nå gjenstår det hugging av profilene.

Profilhugging

På det ene profilet hadde v-noten («geitfot») omtrent samme tverrsnitt på hele lengden, slik at kunne lage en sinktolk. Resten av profilene hugget jeg på frihånd pga. ulike bygg- og liggprofilmal, og dermed ulike tverrsnitt på hele profil lengden.



Ferdig buestein slik den skal stå i veggen



Alle tre nyhugde buesteinene satt sammen som de skal stå i veggen