

Utvärdering av
KALKPUTS
på
**GOTLANDS
KYRKOR**



Kristin Balksten
Balksten Byggnadsvård AB
Munkedal oktober 2021

© Författaren

Innehållet får inte reproduceras utan författarens skriftliga medgivande.

Uppdraget är utfört av:

Kristin Balksten
Docent i Kulturvård, Tekn Dr, Civilingenjör V och Byggnadsantikvarie
0706-779796
kristin@balksten.com

Balksten Byggnadsvård AB
Färgarevägen 13
455 33 Munkedal

BALKSTEN
BYGGNADSVÅRD AB

Undersökningen är utfört på uppdrag av Visby stift, Dnr SS 2021-0094

Svenska kyrkan 
VISBY STIFT

Framsidas bild: Kyrkorna i Fardhem, Løjsta, Stånga, Othem, Norrlanda och Lye

Fotografierna är, om inget annat angivits, tagna av författaren.

Sammanfattning

Under 2020–2021 har en utvärdering ägt rum med fokus på kalkbruksarbeten som utförts med syftet att återskapa kunskapen om medeltida kalkbrukstraditioner. Utgångspunkten har varit de gotländska medeltidskyrkorna och dess specifika problem och möjligheter. Arbetet är en uppföljning av tidigare forskningsarbeten såsom doktorandprojektet "Beständig puts på murverk" som ägde rum under 2001–2007 samt återuppbyggnaden av Visby ringmur som ägde rum 2013–2015. Uppföljningen gäller även de restaureringsarbeten som utförs på medeltida murverk på Gotland mellan 2006–2019 med en ständigt pågående kunskaps- och materialutveckling.

Totalt har 28 objekt åtgärdade mellan 2002–2020 studerats varav 24 stycken är kalkstensmurverk och två är sandstenskyrkor på Gotland samt två är granitkyrkor i Göteborg.

Att återskapa medeltida materialtradition innebär att lära sig att hantera feta kalkrika bruk som blir beständiga genom att de blir kompakta och därmed frosttåliga. Såväl luftkalkbruk som svagt hydrauliska kalkbruk förekommer i studien. Den ständigt pågående forskningen och kunskapsuppbyggnaden har lett till att nya kalksorter av lokal gotländsk och öländsk kalk börjat användas under denna period där olika egenskaper efterfrågats. Blandningsförhållanden har fått anpassas efter ingående material såväl som brukets användning. Utförandet och de olika moment som hantverkaren påverkar har visat sig vara A och O för huruvida bruken blir beständiga eller ej. I synnerhet bearbetning av ytan är yttersta vikt. Det kräver en ständig utveckling och utbildning av inblandade aktörer och murarnas unika kunskaper är en förutsättning för att erhålla hållbara resultat.

Innehåll

1 INTRODUKTION	6
BAKGRUND	6
FORSKNING OCH UTVÄRDERING	6
2 URVAL	7
3 BYGGNADER FRÅN A TILL Ö	8
ALA KYRKA	8
ALVA KYRKA	8
FARDHEM KYRKA	9
FLERINGE KYRKA	10
GARDA KYRKA	11
GOTHEMS GÅRDSPORTAL	12
GRÖTLINGBO KYRKA	13
HALL KYRKA	14
HAMRA KYRKA	15
HANGVAR KYRKA	18
HEJNUM KYRKA	19
HÖRSNE KYRKA	19
LINDE KYRKA	20
LOJSTA KYRKA	21
LOKRUME KYRKA	22
LUNDBY GAMLA KYRKA	24
LYE KYRKA	25
LÄRBRO KYRKA	28
NORRLANDA KYRKA	28
OTHEM KYRKA	29
RUTE KYRKA	30
STÅNGA KYRKA	31
VALL KYRKA	32
VISBY DOMKYRKA	35
VISBY RINGMUR	37
VÄSKINDE KYRKA	37
VÄSTERGARN KYRKA	38
ÖRGRYTE GAMLA KYRKA	39
.....	41
4 KALKBRUKSANALYSER	42
PROV 1 – FLERINGE 2007	42
PROV 2 – LOKRUME 2013	43
PROV 3 – ALVA FOGBRUK 2017	44
PROV 4 – GOTHEN GÅRDSPORTAL BROKALK 2015	45
5 SAMMANFATTANDE ANALYS	46
MAGER KALKPUTS	46
FET KALKPUTS	46
FOGNING PÅ NATURSTENSMURVERK	47
MATERIALVAL OCH BRUKSSAMMANSÄTTNING	48
HANTVERKETS BETYDELSE	49
ÖVRIGT	49
6 REFERENSER	50

1 Introduktion

BAKGRUND

På Gotland finns 92 medeltida stenkyrkor samt medeltida murverk i form av Visby ringmur, ruiner och packhus. Gemensamt för dessa är att de är uppförda i lokal kalksten eller sandsten samt murade, fogade och putsade med kalkbruk tillverkade av bränd gotländsk kalk. Det finns gott om originalmaterial från tiden då dessa byggnadsverk uppfördes i form av murbruk, fogbruk och putsbruk. Genom dessa kan vi lära mycket om medeltida material- och hantverkstraditioner och hur man nyttjat bindemedelrika s.k. feta kalkbruk.

Under hela 1900-talet utfördes mycket underhållsåtgärder på dessa byggnader. Detta gjordes med utgångspunkt i samtida material- och hantverkstraditioner. Det har inneburit en stor variation och ett nyttjande av bindemedelfattiga kalkbruk, kalkcementbruk, cementbruk och hydrauliska jurakalkbruk. När man under 1980–90-talen försökte återgå till att nyttja kalkbruk till fasadputs och fogbruk innebar det att man drabbades av frostsador och alltför täta underhållsintervall. Därmed uppstod ett behov av att förstå hur kalkputs skulle kunna göras för att erhålla samma beständighet som de medeltida materialen.

FORSKNING OCH UTVÄRDERING

Sedan år 2001 har det pågått ett ständigt utvecklingsarbete med putsen på de gotländska kyrkorna. Det började med ett doktorandprojekt 2002–2007 med arbetsnamnet "Beständig puts på murverk"¹ med målet att finna arbetssätt och materialsammansättningar med ett hållbart resultat². Sedan år 2006 har flertalet kyrkorestaureringar på Gotland som innehållit något moment innefattandes puts, avfärgning eller foglagning, utgått från de medeltida material och metoder som har kunnat återfinnas på respektive kyrka. Detta inleddes med ett antal fallstudier inom ramen för doktorandprojektet.⁴ Med ett underlag på ca 40 kyrkor som åtgärdats fram till 2020 har det nu varit värdefullt att utvärdera utfallet av dessa renoveringar. Även på de medeltida ruinerna på Gotland har kunskaper om att använda kalkbruk som bygger på medeltida material och hantverkstraditioner byggts upp och med återuppbyggnaden av Visby ringmur kom värdefull kunskap varför även ett par av dessa objekt tagits med. Då två granitkyrkor i Göteborg kom att inkluderas i doktorandprojektets fallstudier har dessa två också kunna bidra med kunskap. Vi har Svenska kyrkan och Visby stift att tacka för att de möjliggjort utvärderingen genom detta forskningsprojekt.

Syftet med projektet är att sammanställa och utvärdera det som har gjorts, att kartlägga kalkbruk, arbetsmetoder, estetiskt utfall och eventuella skadebilder/skadeorsaker. Ansvarig forskare i projektet har varit Kristin Balksten. Övriga medverkande vid utvärderingsarbetet har varit antikvarie Pär Malmros på Visby stift samt ett flertal viktiga murare som varit med i de olika arbetslag som utfört renoveringarna genom åren; Curth Klasén, Mats Larsson, Daniel Sjöberg samt Roland Lindbom. Minnen av utförande och omständigheter är inbakade i texten vid respektive objekt.

Objekten är analyserade genom okulära besiktningar. Fyra av kalkbruken är analyserade med polarisationsmikroskop. Tunnslipen är tillverkade av ABC A Head och analyserade vid Balksten Byggnadsvård AB.

Rapporten presenterar urvalet av objekt i bokstavsordning, murbruksanalyser från några objekt samt avslutas med en sammanfattande analys.

¹ Balksten (2005) "Beständighetsproblem för kalkputs", i *Byggnadshyttan på Gotland 2003–2004*

² Balksten (2005) *Kalkputs – Porstrukturens betydelse för beständighet*.

³ Balksten (2007) *Traditional lime plaster. Reconstruction with emphasis on durability*.

⁴ Balksten (2009) "Norrlanda, Othem och Fardhem kyrkor. Utvärdering av putsarbeten på tornen", i *Byggnadshyttan på Gotland 2007–2008*

2 Urval

Som underlag för urvalet har vi tillsammans inom utvärderingsgruppen valt ut vad vi funnit vara ett representativt antal kyrkor och andra byggnader. Urvalet har baserats på åtgärdsprogram och byggprocessens genomförande, murverkens olika karaktärer såsom höga utsatta torn, bevarade medeltida putsskikt, fogade kalk- och sandstenskyrkor samt variationer i arbetslagens sammansättning och erfarenhet.

Tabell över urval

Byggnad	Entreprenör	Typ av arbete	Senaste åtgärd	Anvisn. av	KB+PM	Murare +KB
Ala ka	GB	Puts med kalkstenskross	2002	JU		V
Alva ka	GB	Fogad sandsten	2017	KB	V	
Fardhem ka	GB	Puts på torn	2006	KB*	V	V
Fleringe ka	BH	Puts på torn	2007	KB	V	V
Garda ka	BH	Puts på kor	2004	JU/KB*		V
Göthem gårdportal	BH	Puts och fog	2015	KB		
Grötingbo ka	GB	Fogad sandsten	2017–2018	KB	V	V
Hall ka	BH	Puts, gamla ytor	2007	JU (KB)	V	V
Hamra ka	GB	Omputsning	2020	KB		V
Hangvar ka	BH	Omputsning	2011	KB		V
Hejnum ka	BH	Fog & spritputs	2012	JU (KB)	V	
Hörsne ka	GB	Puts, gamla ytor	2008	JU		V
Linde ka	BH	Puts på torn	2006	JU	V	V
Lojsta ka	BH/KF	Puts på torn	2014	KB		V
Lokrume ka	BH	Puts på torn	2013	KB	V	V
Lye ka	BH	Omputsning	2011	KB	V	V
Lärbro ka	GB	Puts på torn	2016	KB	V	V
Norrlanda ka	BH	Puts på torn	2006	KB*	V	V
Othem ka	BH	Puts på torn	2006	KB*	V	V
Rute ka	BH	Putslagning	2011	KB	V	V
Stånga ka	BH	Puts på torn	2012	KB		V
Vall ka	BH/GB	Putslagning/fog	2000/2016	JU/KB		V
Visby Domkyrka	BH	Fogad kalksten	2013–2015	JU/MKR		V
Visby Ringmur	BH	Fog och murbruk	2014–2015	KB		V
Väskinde ka	GB	Puts på torn	2015	KB		V
Västergarn ka	BH/AB	Fog/puts på gavel	2015/2016	KB	V	V
Göteborgskyrkor:						
Lundby gamla ka		Omputsning	2005	KB*	KB	
Örgryte gamla ka		Puts på torn	2007/2018	KB*	KB	

GB = Gotlandsbyggen AB

BH = Byggnadshyttan på Gotland

AB = Arriba Byggnads AB

JU = Jan Utas

MKR = Marie Klingspor Rothstein

PM = Pär Malmros

*Ingick som fallstudier i doktorandprojektet

3 Byggnader från A till Ö

ALA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2002

Senaste åtgärden innebar att tornet och södersidan av långhuset putsades om. Äldre putsytor kalkavfärgades, efter tvättning. Här experimenterade man med tillsats av kalkstenskross, med inspiration från Thorborg von Konows forskning om ballast i kalkbruk. Kalkstenkross ersatte en del av sanden i kalkbruket för att få ett mer kompakt och därmed frosttåligare bruk. Handlingen upprättades av Jan Utas.

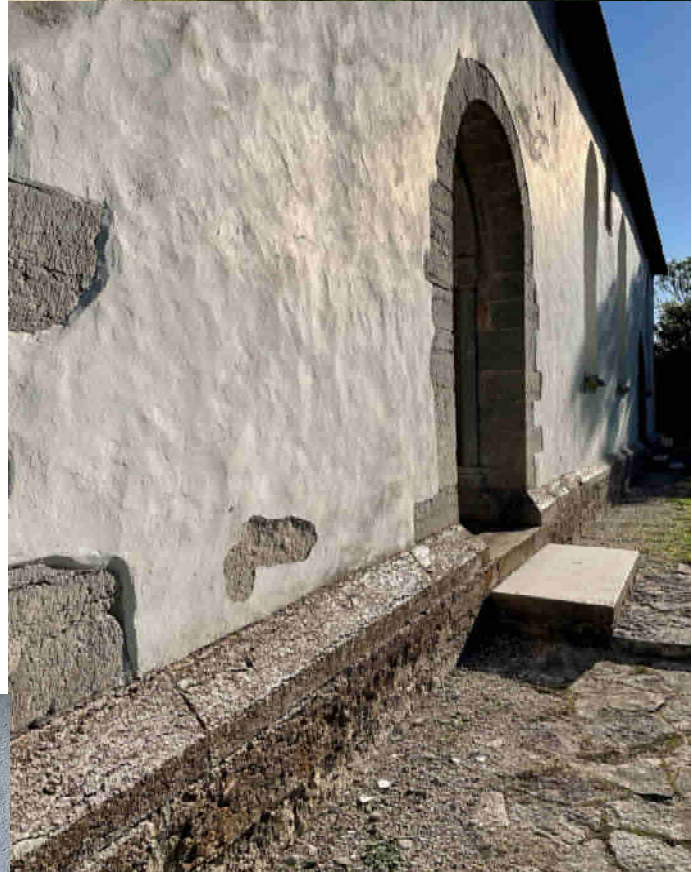
lakttagelser

På långhusets södra fasad samt på tornet sitter en porös kalkputs 1:3 med surskurad yta. Den täta och släta ytan syns extra tydligt när det blänker i motljuset, se bild till höger. Två typer av numera klassiska skador finns på den här typen av puts. Den första skadetypen innebär att den täta bindemedelsfilmen på putsens yta har frusit av och lämnat den porösa inre putsen synlig, se nederst till höger. Detta framträder med en grå puts eftersom bindemedelshalten är relativt låg och sandens kulör därmed blir dominerande.

Den andra typen av skada som är vanligt förekommande finns såväl på putsen från 2002 som på äldre putsskikt på långhuset. Fenomenet syns i bild nere till vänster och innebär att kalkfärg har frusit av från putsens släta och täta yta. Den har framförallt nött ner med åren när frostens isbildning växt till på ytan och tagit med sig kalkfärgen från underlaget. Eftersom den äldre putsen inte blästrades innan avfärgning så sög putsen sämre vid avfärgning och effekten av detta syns här tydligt.

Lördom

Undvik magra kalkbruk och bearbeta inte för tidigt så att ythud bildas. Blästra innan avfärgning om det förekommer en tät och blank yta på putsen.



ALVA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2017

Sandstensfasaderna på tornet på Alva kyrka slammades genom att göra ett blött kalkbruk som kvastades på ytan i ca 2 mm tjocka lager. Bruksblandning var jordsläckt kalk och fin sand 3:2. Äldre slamning förekom sedan innan och är en förutsättning för att få kalkfärg att fästa på sandstensfasader.

Till fogbruk på hörnkedjor mm användes en blandning mellan våtsläckt Gotlandskalk och torrsläckt hydraulisk Ölandskalk 1,5:1,5:2.

lakttagelser

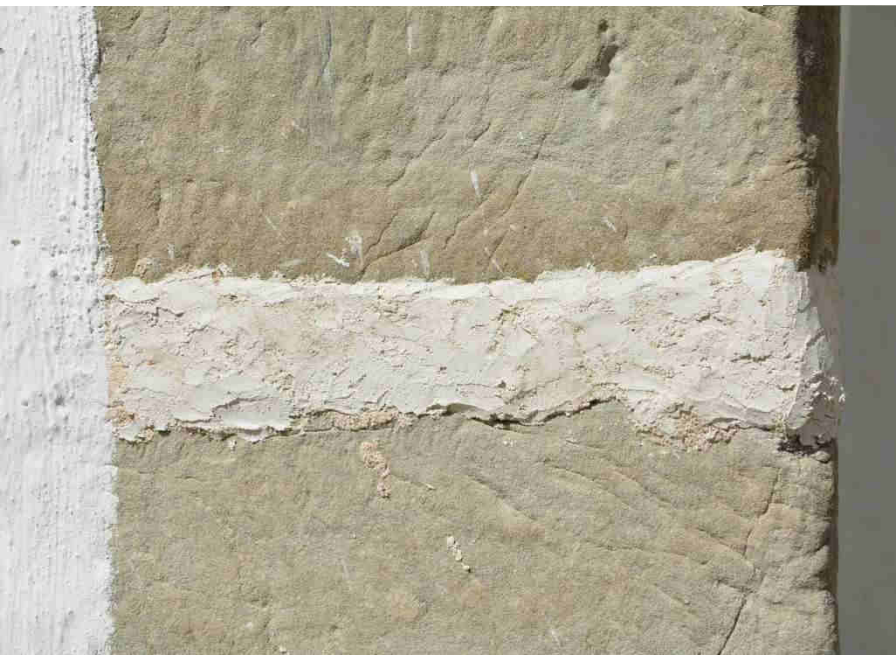
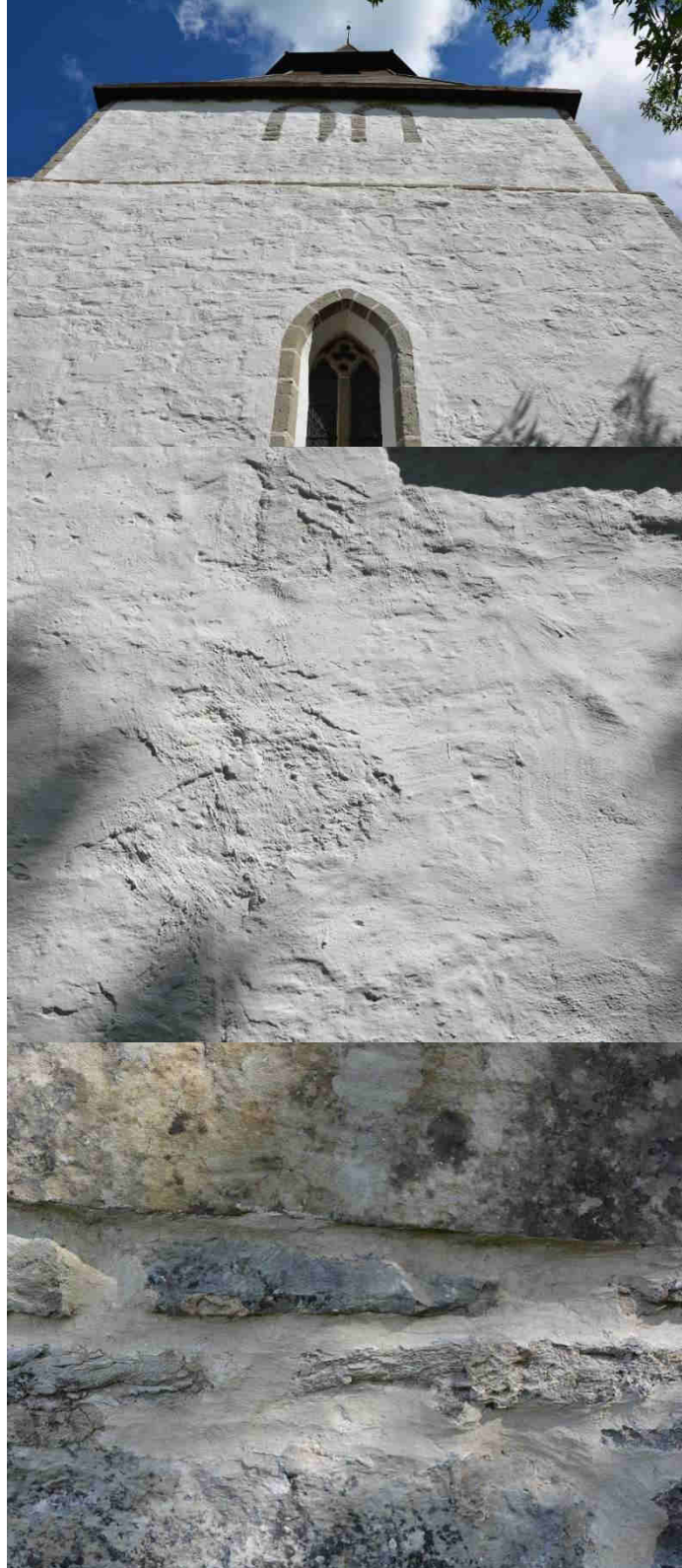
Åtgärderna har hållit utan att några skador uppkommit. Värt att notera är att slamningen emellanåt har extremt tydliga märken från kvasten vilket syns extra tydligt i släpljus. Där man fått ut slamningen slätare har ytan ett mer harmoniskt utseende.

Fogningen är här utförd med svagt hydrauliskt bruk genom användning av den något gulare Ölandskalken. Det ger fin estetisk harmoni mot gamla bevarade fogar. Spår av små spatlar i fogbruket ger på vissa ställen en karaktär som ser ofärdig ut i bearbetningen jämfört med den äldre fogen som är skrapad så att verktygsspår suddats ut. Skillnaden syns nere i de båda bilderna med gammal fog till höger. På några ställen kan man också utläsa att fogen bearbetats innan alla krympsprickor uppkommit och där det finns sprickor mellan fog och sten har insekter såsom spindlar, gråsuggor och tvestjärtar hunnit etablera sig.

Lärdom

Bearbeta kalkbruk efter att det satt sig och krympsprickor uppkommit. Undvik att lämna tydliga verktygsspår då det påverkar helhetsintrycket – jämför alltid med bevarade äldre ytor och efterlikna för bästa harmoni. Fogar bör skrapas så att ytan blir så öppen och jämn som möjligt. Det gäller även i inre påslag för att få bra vidhäftning mellan skikten.

Det går att få ett mycket smidigt och följsamt kalkbruk av ovanstående fogbruksrecept.



FARDHEM KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2006

Fardhem ingick som en av fyra tornreparationer i doktorandprojektets fallstudier. Övriga var Norrlanda, Othem och Fleringe. Här blästrades putsen från 1997 ner till fast murverk. En underliggande hydraulisk kalkputs lämnades med blästrad yta som en del av det putsbärande underlaget. Det innebär att ytputsen kunde byggas upp i ett enda lager. Efter något experimenterande landande blandningsförhållandet på 1:1,7 mellan jordsläckt Gotlandskalk och sand 0-3 mm. Vattenmängden anpassades så att det blev ett smidigt bruk som gick att slå på väggen med kakelslev och dra ut i ett tunt och följsamt lager. Putsen bearbetades med snutbräda. På södersidan runt ljudgluggen skurades putsen innan den var skurtorr. På övriga ytor väntades bruket ut innan ytan den bearbetades med snutbräda. Putsen avfärgades med en strykning med fet kalkfärg av jordsläckt kalk 1:2.

lakttagelser

De surskurade ytorna på söderfasaden hade skadats redan 2008 och samma ytor är skadade än. I släpljuset syns hur dessa ytor är blanka jämfört med övriga ytor. På ett par bulor under ljudgluggen på söderfasaden har putsen frusit ner. Sedan 2019 har den röda grönalgen *Trentepohlia* etablerats på fasaderna.

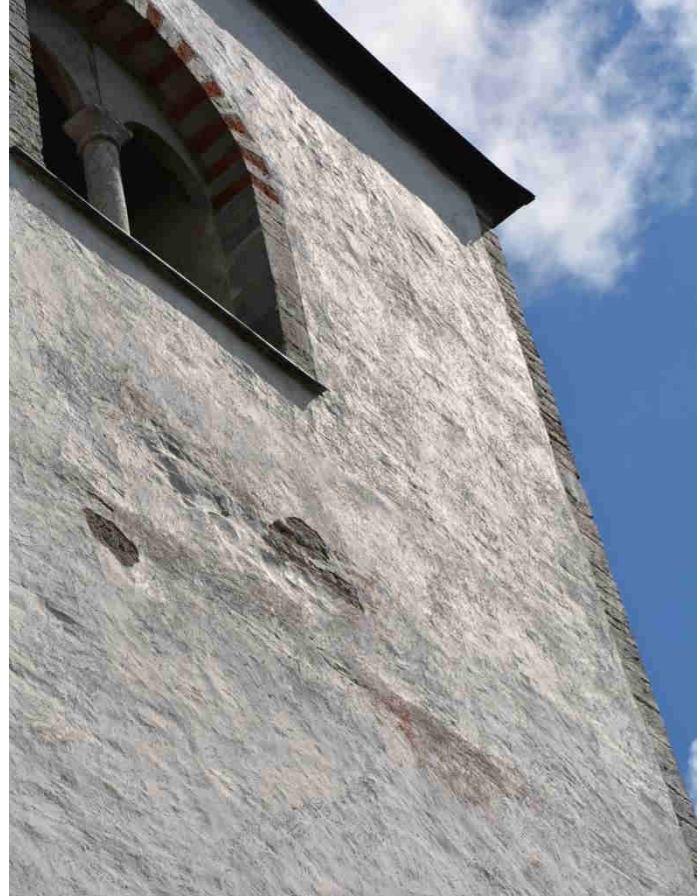
Putsen är generellt sett i mycket gott skick och skadade ytor skulle kunna åtgärdas från skylift. Det finns en harmoni i bearbetningen vilket som uppstod efter att murarna bekantat sig med material och metod efter några bomlag.

I skadade fläckar syns att den fetare putsen släppt från den underliggande hydrauliska blästrade ytan vilket tyder på att de samverkar dåligt. Det gjordes ingen grundning så där putsen surskurades kunde den lyfta från underlaget och snart frysa av.

Lärdom

Det hade varit klokt att inte låta ovana hantverkare börja högt upp på en söderfasad utan istället välja en mindre utsatt yta. Murare som är fast övertygade om att bearbetning av cementputs kan överföras till kalkputs är svåra att lära om.

En porös hydraulisk puts under fet kalkputs blir inte optimalt gällande hur bruken samverkar varför dylika lager ej bör lämnas kvar. Avfärgning vinner på att göras i mer än en strykning, dels för att den blir mer homogen och täckande och dels för att den ska kunna skydda putsen på längre sikt.



FLERINGE KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2007

Övre delarna av södra och västra tornfasaderna reparerades från klätterställning. Brukets blandades av jordsläckt kalk och sand 0-3 mm, i 1:1 till en smidig konsistens. Bruket kunde tryckas på och bearbetades efter att det blivit skurtorrt med hjälp av snutbräda. Ingen grundning gjordes utan putsen byggdes upp med utstockning i djupa håligheter samt ett lager putsbruk. I övrigt finns surskurad 1:3-kalkputs från 1996 (BH) samt KC-bruk från 1983 (AMS) bevarade på fasaderna. På norra fasaden finns rikligt med ålderdomliga putsytor bevarade, se bild nere till vänster.

lakttagelser

Antalet frostsador är få och koncentrerade till kanter, se nedre bilden till höger. Där de mindre skadorna uppkommit i anslutning till hörnkedjan syns det hur bruket släppts från kalksten. Här har sannolikt avsaknad av grundning samt den feta blandningen gjort att putsen lyfte lite från underlaget i samband med att det satte sig. Utförandet tyder på samstämmighet mellan murare och ytstrukturen är genomgående öppen och homogen. Bruket är kompakt. Inga synliga blankfläckar finns på ytorna från 2007.

Algpåväxt förekommer i riklig mängd på norra fasaden men även på utsatta bulor på västra fasaden och något på södra fasaden.

Lärdom

Nära hörnkedjor och dylikt måste bruket göras mycket tunt om det inte ska riskera att lyfta från underlaget när krympsprickor uppkommer när bruket sätter sig. Genom att grunda på natursten innan ytputs kan bättre vidhäftning åstadkommas.

Utstickande bulor på fasaderna kommer alltid vara mest utsatta och i behov av punktinsatser. Man kan behöva tänka på extra noggrant utförande här samt eventuellt även val av ett mer vattentåligt kalkbruk lokalt på dessa fläckar.

När det finns gott om ålderdomliga putsytor att utgå från går det att göra ny puts som noga överensstämmer med medeltida puts i såväl utförande som utseende.



GARDA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2004

Tornets KC-puts tvättades och lagades samt målades med KC-färg. På koret fanns rikliga mängder medeltida puts bevarad på söderfasaden varför denna yta lagades upp med ett fetare kalkbruk som glättades med slev. Kristin var med som lärning ett par veckor och gjorde då denna fasad. På långhuset förekommer flera olika putsskikt som bevarades med olika struktur. Här arbetade en annan ovan murarlärning.

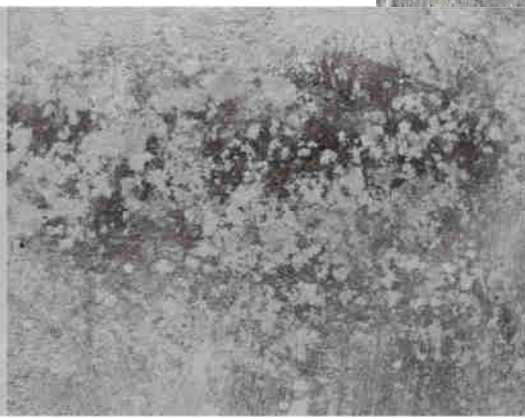
lakttagelser

På långhuset syns tydligt hur en hantverkare utan estetiskt sinne har gjort lagningar, se tredje bilden till höger. Dessa fläckar ser mest bara utsmetade ut vilket ger ett fult utseende utan att lagningarna gör så att de olika ytorna på fasaden förenas, som tanken var. På södra korfasaden är lagningarna mer anpassade efter omkringliggande ytor, se andra bilden till höger. På kalkputsade fasader åt samtliga väderstreck har såväl kalkputs som kalkfärgskikt hållit bra. Även utanpå äldre putsskikt sitter färgen relativt bra men om det förekommer blanka fläckar i putsens yta så tenderar det leda till kortare hållbarhet för kalkfärgen som då spjälkar. Där en porös kalkputs sitter utanpå en äldre fet kalkputs spjälkar istället hela putsskiktet när skador uppkommer, se exempel nere till vänster.

På KC-färgen växer rikliga mängder med rödalger på tornets samtliga fasader, se nere i mitten. Detta fenomen uppkom bara ett fåtal år efter att de målats.

Lördom

Lagningar ska göras med utgångspunkt i de ytor som lagas och alla hantverkare måste vara samstämmiga i utförandet. Bearbetning och val av verktyg måste anpassas så att det blir harmoni. Blanka fläckar på äldre puts är ingen idé att måla över med ny kalkfärg utan att ytan först blästras eller dylikt så att sugning uppstår. Rödalger trivs mycket väl på KC-puts och tar snabbt över hela fasadytor som då blir oestetiska.



GOTHEMS GÅRDSPORTAL

Beskrivning av utfört arbete 2015

Fogarna har rengjorts från cementbruk till drygt 90 %. Tekniska lagningar av sten har gjorts. Omfogning har gjorts med svagt hydraulisk Brokalk, en kalk som brändes av de röda kalkstenslagren i Bro stenbrott inför omfogning av Visby ringmur. Kalken torrsläcktes på plats och blandades med mursand 0-5 mm, 3:2 mellan kalk och sand. Fogen fylldes i ett lager och efterbearbetades efter att fogen satt sig. Det förekommer både bearbetning genom att fogen skrapats och arbetats igen (enligt program) samt bearbetning med tungslevens undersida som gett en slätare och tätare yta.

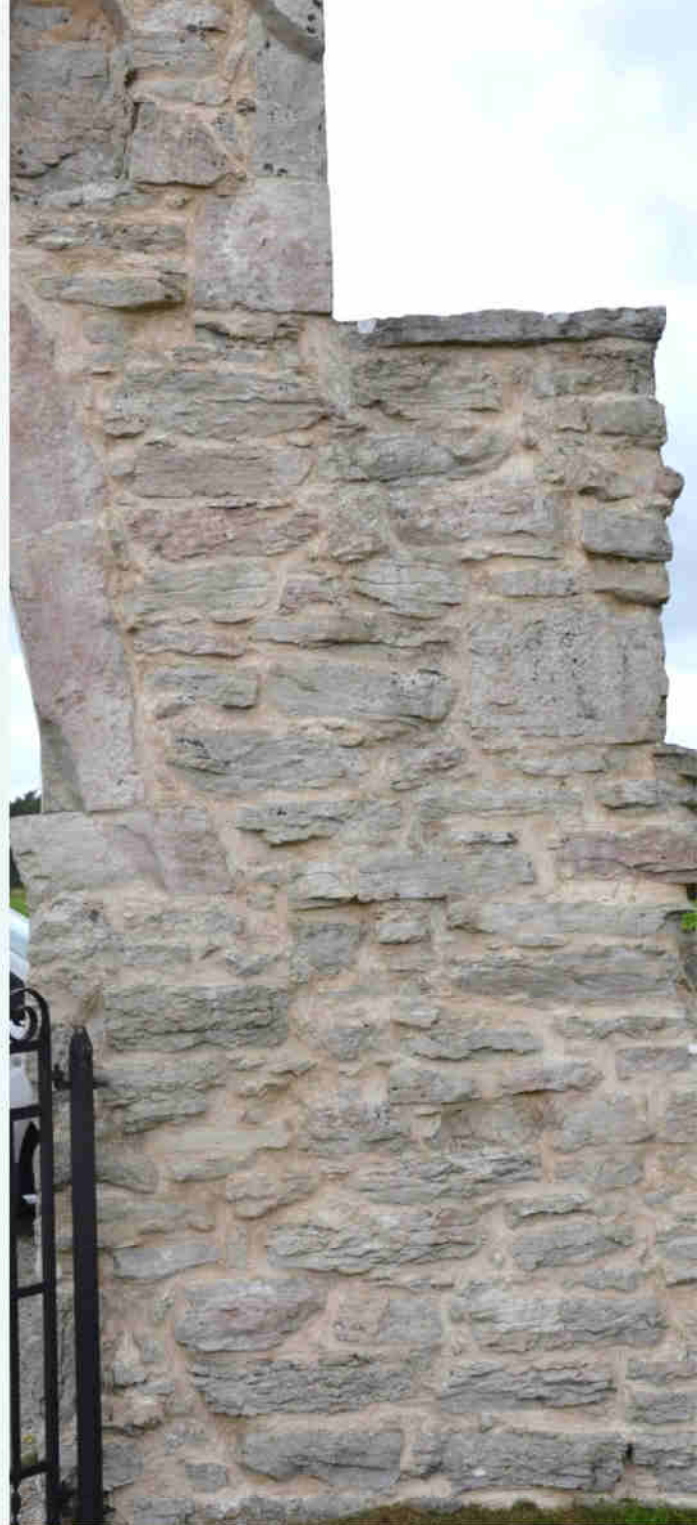
Puts på undersidan valven lagades upp med kalkbruk av jordsläckt kalk och mursand 0-5 mm, 1:1. Den byggdes upp med en grundning som borstades in i frilagd kalksten, utstockning i djupare håligheter samt en tunn ytputs som snutades och avfärgades två gånger med kalkfärg 1:3.

lakttagelser

Detaljer i utförandet vid bearbetning av fogen har mycket stor betydelse. Där fogen är bearbetad så att all ytfilm skrapats bort och bruket har slutit till väl mot stenen är fogen helt opåverkad, se nere till vänster. Där fogen bearbetats med undersida slev och mindre noggrannhet ägnats åt kanterna mellan fog och sten förekommer mikrosprickor mellan fog och sten vilket på något ställe redan blivit boplatser för insekter. Bruket av Brokalk har generellt hållit mycket bra mot vädrets nedbrytningsprocesser. Ytputsen har släppt mellan utstockning och ytputs högst upp i valvet, trots omsorgsfullt utfört hantverk. Det går inte att utläsa vad detta beror på, men fukt kan ta sig in via krönet och denna kalk är mindre vattentät än Brokalken.

Lärdom

Utförandet vid fogning är extremt viktigt för fogens hållbarhet och fogen måste vara helt öppen utan blanka ytor samt sluta tätt mot stenen. Svagt hydraulisk kalk i kompakt bruk får mycket god frostbeständighet och är lämplig på fristående murverk liksom detta. Krön behöver tätas.



GRÖTLINGBO KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2017

Sandstensfasaderna tvättades rena från tidigare kalkslamning och samtliga sandstensytor fogkompletterades med nytt svagt hydrauliskt kalkbruk. Till detta provades en ny bruksblandning fram av torrsläckt Ölandskalk, våtsläckt Gotlandskalk och putssand 0-3 mm fram; 1,5:1,5:2. Bruket överensstämde väl i kulör mot de ålderdomliga fogar som på många ställen är bevarade synliga i murverket.

Bruket applicerades med små spatlar eller tungslev.

Iakttagelser

Stor variation i fogens utseende förekommer. Det finns fog med många små verktygsspår av spatelns undersida som tyder på att bruket bara applicerats men ej efterbearbetats, se nedre två bilder till höger. Det finns också fog med skrapad öppen yta, se bild nedan, samt fog med större släta verktygsspår, se till höger. Där fogen är skrapad och sluter tätt mot stenen är fogen både estetiskt överensstämmande med äldre bevarad fog och i mycket gott tekniskt skick.

Där många små verktygsspår förekommer, avviker fogens estetik mycket från originalfogen. Det ger ett ofärdigt utseende och när den har en bindemedelsfilm i ytan påverkar det nedbrytningsprocessen negativt genom kalkutfällningar, insekter i sprickor samt risk för frostsador med spjälkande ythud.

Lärdom

Genom att blanda olika kalksorter med såväl olika styrka som smidighet och kulör kan vi få fogbruk som mycket väl överensstämmer med de bevarade äldre materialen som visat prov på god beständighet. Det ger såväl smidiga som estetiskt tilltalande bruk.

Det är av stor vikt att alla inblandande hantverkare bearbetar på samma sätt och att bearbetningen såväl överensstämmer med äldre fog som att den blir så tekniskt och estetiskt väl utförd som någonsin är möjligt. Fogen måste sluta väl an mot stenen och vara helt öppen i sin ytstruktur för att hålla länge.



HALL KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2007

Omputsning av tornets södra och västra fasader med fett kalkbruk av jordsläckt kalk och putssand 1:1–1:1,5. Rikliga mängder medeltida puts fanns bevarad under 1985 års puts varför denna togs fram, tvättades och lagades upp med fett kalkbruk. Hela kyrkan avfärgades med kalkfärg.

lakttagelser

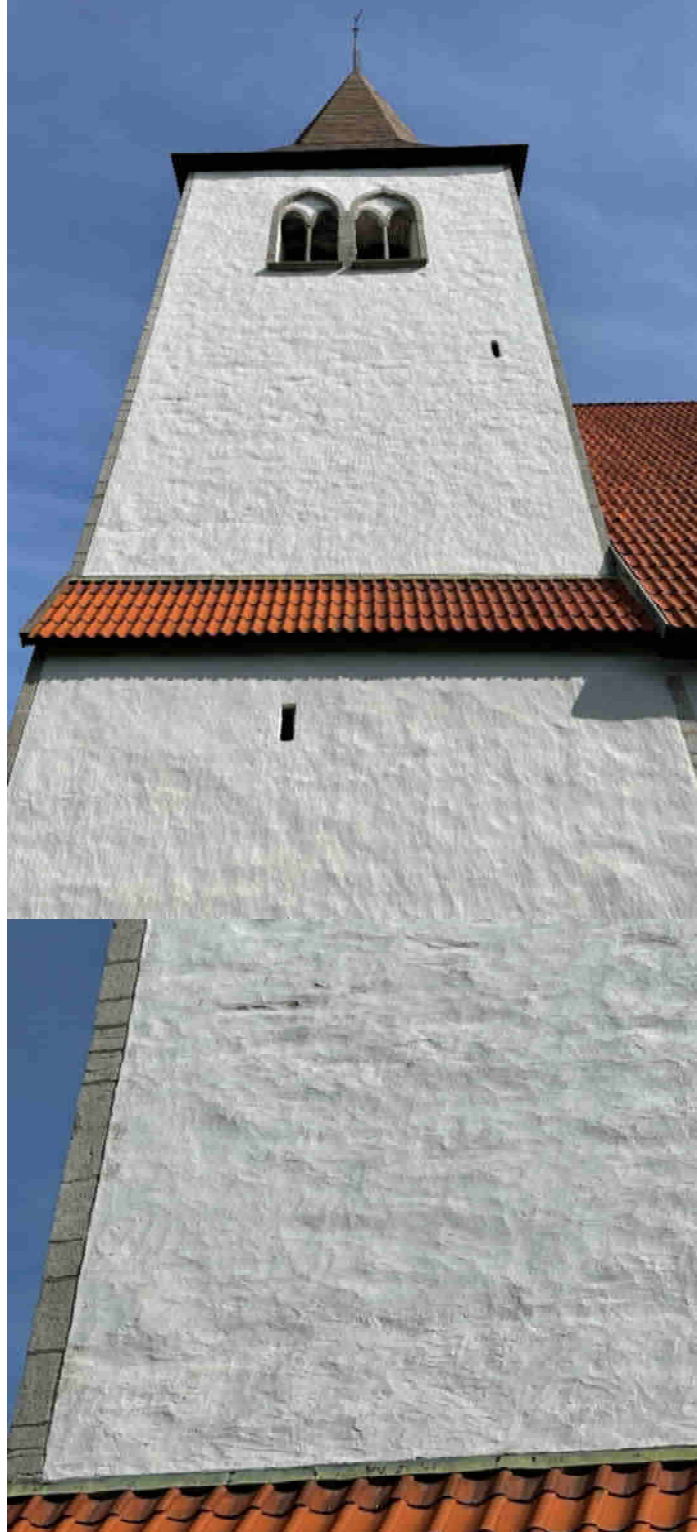
Stor variation i äldre bevarade putsytor gör att dessa är utläsbara, se bild ner till höger. Putslagningar har hållit mycket bra och på dessa ytor har även kalkfärgen hållit mycket bra. På de äldre kalkputsytorna har färgen nöts där underliggande kalkfärgslager finns. Sannolikt hade ny kalkfärg hållit bättre om dessa ytor blästrats men då hade äldre färgspår utraderades vilket inte var önskvärt.

Ytstrukturen på lagningarna är generellt grov men som helhet har den ett homogent utseende. Däremot förekommer några avvikande ytor där en murare valt att bearbeta med tungslev i långa smala ränder vilket inte är önskvärt. Dels ger det ett märkligt uttryck estetiskt men dessutom ger det upphov till blankfläckar som på sikt håller sämre.

Lärdom

Det fungerar mycket bra att laga upp ålderdomlig puts och låta den vara synlig samt utgöra modell för bearbetning och uppbyggnad av putslagningar. Om gammal puts ska ta upp kalkfärg på längre sikt måste den tvättas hårdare alternativt blästras försiktigt, i synnerhet på extra utsatta fasadytor.

Bearbetning med snutbräda är att föredra framför tungslev. Det är viktigt att alla hantverkare, på individnivå, besitter kunskapen om hur och varför en puts skall bearbetas samt att de kan utföra den med enhetligt utseende i murarlaget.



HAMRA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2020

Samtliga fasader blästrades rena från mager kalkputs 1:3 och omputsades med fett kalkbruk 1:1,5 av jordsläckt kalk och sand. Fogar i hörnkedjor och socklar lagades av konservatorerna med hydrauliskt kalkbruk av hydraulisk torrläckt Gotlandskalk, våtsläckt Gotlandskalk och sand 1,5:1,5:2.

Under entreprenaden togs flera murare in från en underentreprenör utan stor vana att hantera medeltida kalkputsteknik. Dessa fick ingen extra genomgång av material och utförande vilket resulterade i att putsen på vissa bomlag surskurades och vid avfärgning var det svårt att få fäste för kalkfärgen på alla blankytor som förekom på fasad.

lakttagelser

Efter ett år är putsen hel men de blanka fläckar som noterades vid avfärgningen syns mycket tydligt i släpljuset på östra gaveln, i bilder på nästa sida. Enstaka färgskador har uppkommit där bindemedelsfilmen lämnats på putsens yta. Svårigheter att kommunicera detta med nya murare är värt att notera och på något sätt måste det vid upphandling klargöras att såväl ansvarig entreprenör som varje individ har ett viktigt ansvar för resultatet.

Fogning förekommer med varierade utseenden, både med och utan bindemedelfilm och verktygsspår i ytan. På något ställe syns ytliga frostsador på fogen där ythuden frusit av. Under framträder ett stabilt fogbruk så snart ytan är öppen.

Lärdom

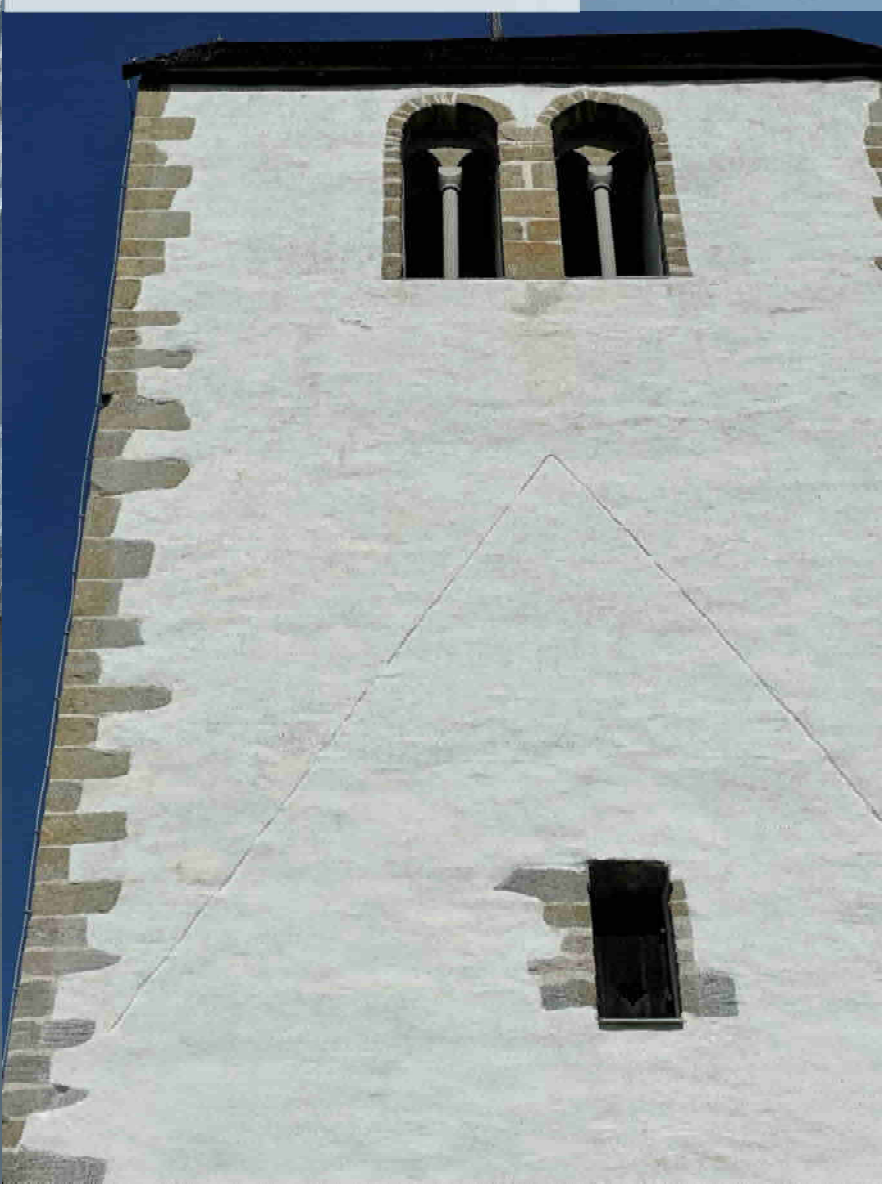
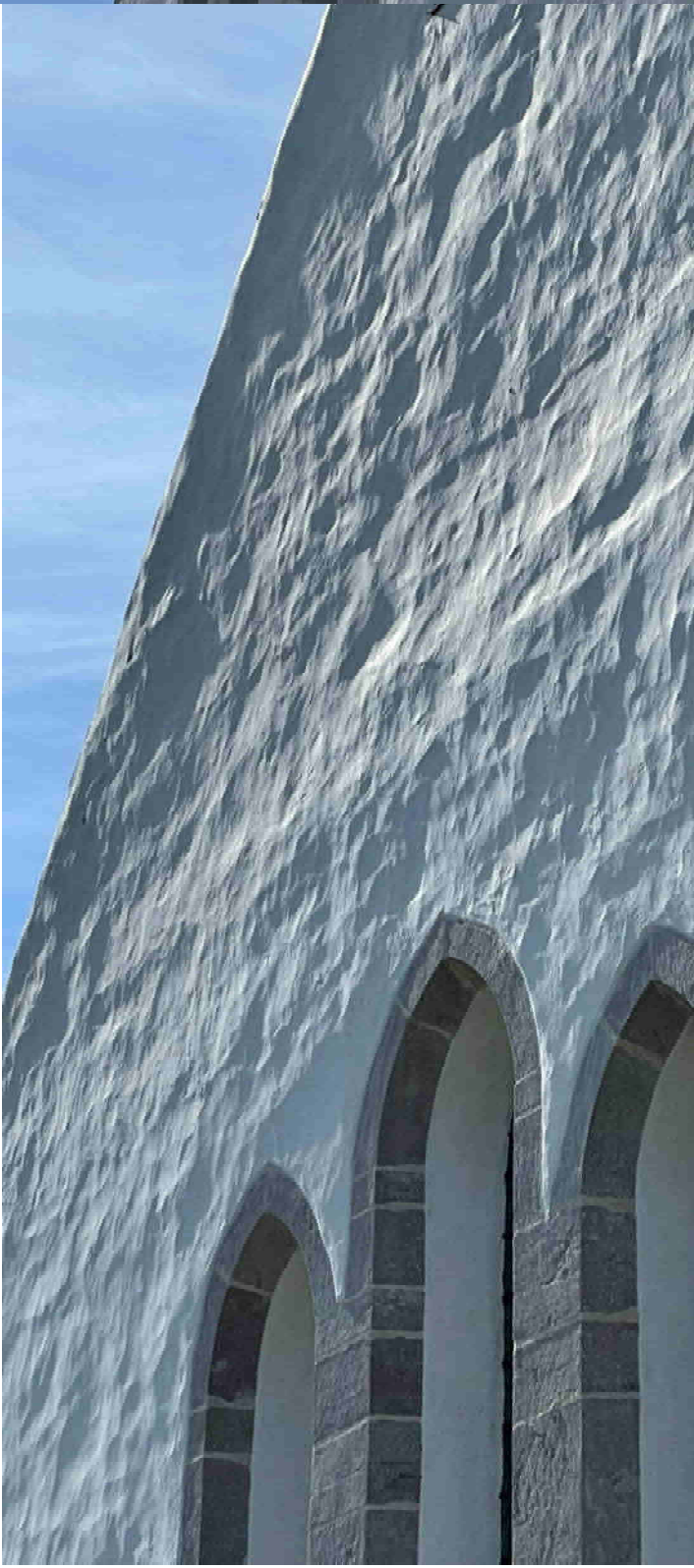
Varje individ i byggprocessen måste förstå vikten av hantverkets svårighet och betydelse för att erhålla ett beständigt material. Kunskapsupbyggnad och kunskapsöverföring är en ständig process och ansvaret måste delas av alla.

Varje hantverkare måste lära sig att ta bort ythud av kalk på såväl fog som puts. Kalkfärg som applicera på öppen putsyta får mycket god vidhäftning och klarar även svåra väderförhållande första vintern.





Hamra kyrka med extrema blankfläckar på östra gaveln. På tornet är ytorna mindre hårt bearbetade där mer vana murare utfört arbetet.



HANGVAR KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2011

All 1990-talsputs togs bort. Fast murverk samt gamla putsytor frilades. Putsbruket justerades inom spannet 1:1–1:1,5 och avfärgades med en något fetare kalkfärg.

lakttagelser

Här har två samspelta murare utfört arbetet vilket syns i resultatet. Det förekommer inga bomlagsskarvar eller blankfläckar. Alla ytor ser, efter 10 år, ut att vara i gott skick. Minimala skador förekommer på söderfasaden under tornets ljudluckor. Dessa upplevs knappt som skador eftersom det som kommer fram när färgen nöts är ett ljust kalkbruk i närliggande kulör som kalkfärgen. Bearbetningen är utförd med snutbräda och hela ytan upplevs som homogen. Gamla putsytor smälter väl ihop med nya i struktur och brukssammansättning.

På norra fasaden finns en gammal målning som vittnar om att putsen varit något gulare vid tidigare avfärgning.

Lärdom

När arbetet utförts av samspelta och erfarna hantverkare med förmåga att läsa av gamla ytor och anpassa både material och bearbetning därefter så blir också hållbarhet och estetik därefter. Här kan man se att arbetsmetoden och materialet har landat väl efter fem år av återskapande av medeltida putstradition.



HEJNUM KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2012

Lagning och avfärgning av spritputs på långhus och kor samt på ålderdomlig slätputs på västgaveln. Lagningar har gjorts med en grundning (2:1) som borstats in i underlaget, utstockning (1:1,5) och spritputs (1:1:1) samt kalkfärg 1:3.

Fogning på tornet har gjorts med kalkbruk på Ölandskalk som bränts vid Rings i Hejnum.

lakttagelser

Lagningarna i spritputsen är mycket väl utförda och knappt avläsbara. Här har även kalkfärgen bevarats väl. Stor hantverksskicklighet kan utläsas i dessa lagningar.

På västgavelns slätputs har kalkbrukslagningar hållit bra men kalkfärgen har fått sämre vidhäftning på äldre ytor och här hade ytan exempelvis kunnat blästrats för att få bättre vidhäftning.

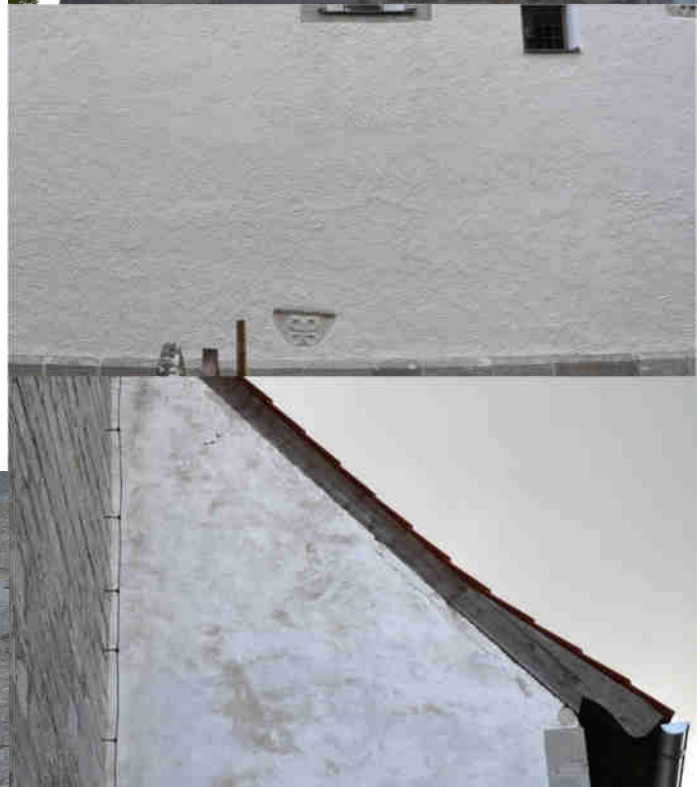
Fogarna av Ölandskalkbruk har hållit mycket väl och fungerar estetiskt ihop med såväl den grå kalkstenen som det grå cementbruket (att jämföra med det kritvita kalkbruk som man får från den vanliga Gotlandskalken).

Lärdom

Den naturliga hydrauliska traditionellt tillverkade kalken är ett intressant materialval för fogningsbruk, såväl estetiskt som hållbarhetsmässigt.

Spritputs kan också byggas av kalkrika bruk och kräver liksom slätputsen speciell hantverksskicklighet.

Kalkfärg på ålderdomlig puts har svårt att få fäste över tid om inte ytan har jämn sugförmåga.



HÖRSNE KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2008

Kalkputs 1:3 från 1980 togs ner på tornets västra och södra fasader och gjordes om. På övriga fasader sparades den och kalkades. Rikliga mängder ålderdomlig kalkputs finns bevarad på kyrkans tornfasader. Huggmärken i putsen vittnar om att de redan för länge sedan putsats om. Lagningar byggdes upp i ett lager med kalkbruk 1:1,7 (liksom på Fardhem) och snutades.

lakttagelser

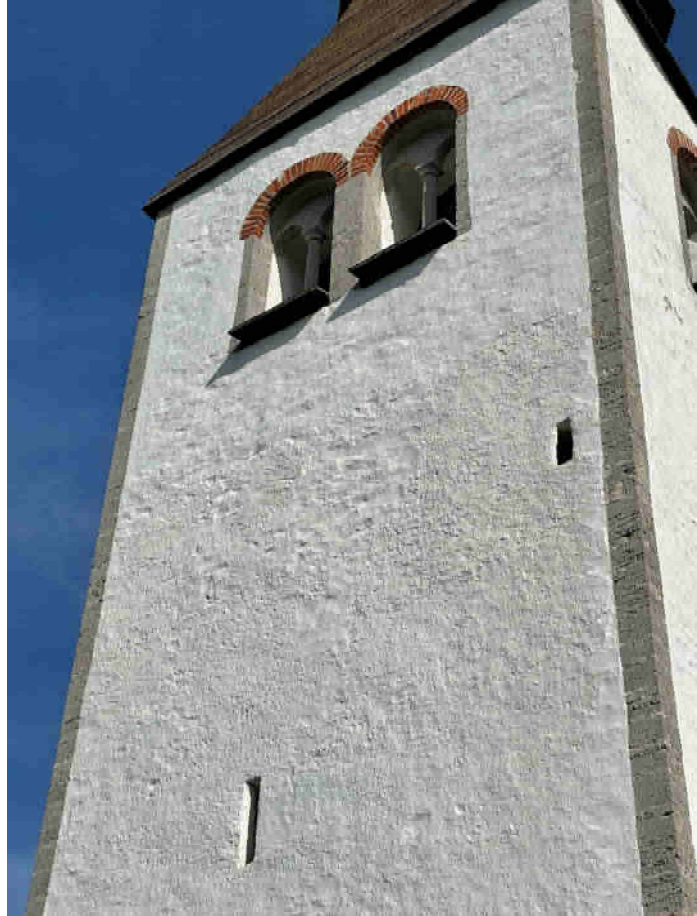
Bearbetningen är homogen och inga bomlagsskarvar är synliga vilket tyder på samstämmiga och skickliga murare. Det går fint att avläsa ålderdomlig puts mot nygjord men ändå är de i harmoni med varandra.

På bulor under ljudgluggarnas vattenavrinning på söderfasaden finns några frostsador. Västra fasaden är helt utan skador. På fet gammal på puts har kalkfärgen delvis släppts. På snutskurad puts från 1980 har likaså kalkfärgen släppts på de mest utsatta fasadpartierna på långhus och kor mot söder.

Lärdom

För att helt närma sig den ålderdomliga putsen här skulle man ha vunnit på att grunda på den frilagda kalkstenen för att dels få bättre vidhäftning på utsatta partier och dels få ett något tjockare och jämnare ytputslager.

För att få kalkfärg att fästa på såväl snutskurad 1:3-puts som på ålderdomlig puts så måste ytan öppnas upp och bli sugande. Detta kan t.ex. ske genom blästring. En fråga som uppstod var dock om 1:3-puts kan blästras utan att trasas sönder. Erfarenheten säger att det är svårt att lyckas med detta.



LINDE KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2006

Södra och västra tornfasaderna putsades om medan övriga fasader med puts från AMS-tiden fick sitta kvar och avfärgas på nytt. Linde kyrka utfördes parallellt med Norrlanda och Othem och här försökte man följa och göra likvärdigt som där. Detta innebar nytt material och nya metoder som utvecklades under projektets gång. Man började med en fet puts av jordsläckt kalk 1:1 som trycktes på med kakelslev och bearbetades med undersidan av slev. Sedan övergick man mot blandningsförhållande 1:1,5 som kunde slås på och tryckas ut med slev samt bearbetas med slevkanten eller snutbrädan.

lakttagelser

På tornets södersida syns hur ett bomlag under torngluggarna blivit extra utsatt för frostsador. Detta bomlag bearbetades i slutet på dagen innan bruket helt hade hunnit sätta sig varför det blev blankare ytor och mer bindemedelsfilm på ytan här. Man kan utläsa att detaljer i utförandet såsom brukets konsistens, påföringsmetod (slå eller trycka på), bearbetning med undersida eller kant på slev samt tid för bearbetning har växlat mellan olika bomlag.

På slevdragen puts från AMS-tiden har senaste lagret kalkfärg fått dålig vidhäftning på det blanka och täta underlaget. Denna yta hade behövt göras sugande om färgen skulle kunna få fäste.

1600-talsputs har annan karaktär än medeltidsputs och här finns ett årtal ingraverad vilket vi uppskattar.

Lärdom

Små variationer i utförande kan få stora konsekvenser för kalkputsens beständighet. Extremt blanka fläckar med kalkfilm på ytan fryser sönder oavsett om bruket är magert eller fett. Det är viktigt att planera putsen efter dagen och vädret så att man hinner bearbeta putsen i rätt konsistens, i rätt tid. Det får inte bli för torrt eller för blött.



LOJSTA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2014

Södra tornfasaden putsades om i sin helhet, med kalkbruk 1:1,5 och kalkfärg 1:3. Arbetet utfördes mestadels av en underentreprenör från fastlandet utan tidigare erfarenhet av vare sig platsbladat kalkbruk, applicering eller bearbetning för hand.

Övriga tornfasader hade KC-puts som en tunn ytputs varför dessa lagades med KC21 och avfärgades med färdig KC-färg. Ytan är slevdragen med grov struktur. Denna struktur förekommer också på övriga fasader på långhus och kor. Tidigare åtgärder gjordes 1998 och 2000.

lakttagelser

Under entreprenadtiden flaggades det för risken med helt oerfarna murare då det är svårt att ställa om från moderna putstekniker till medeltida putsteknik. Att en ensam murare från Gotland förväntas lära upp ett arbetslag är orimligt. Man hade behövt hålla någon kurs och extra genomgångar på plats samt säkerställa att de ditresta murarna har ett intresse för att lära sig traditionella material och hantverkstekniker. Ett tydligt ointresse från dåvarande arbetsledning omöjliggjorde detta.

Ytputsen blev bearbetad för mycket och för tidigt vilket ledde till frostsador redan efter en vinter. Dessa syns under de nedre ljudgluggarna på södra tornfasaden.

På östra tornfasaden har den 20 år gamla ytputsen nu börjat släppa från underliggande lager.

Lärdom

Hur man arbetar med kalkputs skiljer sig mycket från hur man arbetar med cementbaserad puts. Murare måste ha ett specifikt intresse för att lära sig traditionell kalkputs och dess förutsättningar om man ska arbeta med dylika objekt. Om det är nya murare som ska utföra arbetet krävs noggranna genomgångar och utbildningsinsatser utöver det vanliga. Man kan inte förvänta sig att murare med erfarenhet av modern putsteknik klarar av att göra traditionell kalkputs. Det är också mycket viktigt med en förstående och intresserad arbetsledning för att arbetet skall bli väl utfört.



LOKRUME KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2013

Putsen på tornet som var en KC-puts från 1957–60 bilades ner och ersattes av kalkputs 1:1–1:1,5 med kalkfärg 1:3. Underlaget grundades och utstockades innan ytputsen applicerades. På långhusets norra fasader var en KC-puts bevarad i gott skick varför denna lagades upp. Östra gaveln som blästrades och kalkades 1988 tvättades enbart denna gång innan avfärgning.

lakttagelser

På västra väggen finns en stor bula vilken varit utsatt för skador med täta intervall och lagats såväl 1988 som 2002. Här växer det alger och putsen är mer utsatt för fukt och nedbrytning.

Många olika murare var på plats och arbetade med tornet och detta har medfört stor variation i utförande vilket påtalades under projektets gång. På nästa sida syns den extrema variationen i bearbetning. Några fasader är homogena och noggrant bearbetade medan andra har tydliga bomlagsskarvar och smetiga märken efter tungslev.

Frostskador på södersidan av tornet visar att det ligger en underliggande utstockning där man missat att bearbeta bort ytfilmen. Detta medför att iskristaller kan växa till här med nedfallande puts som följd.

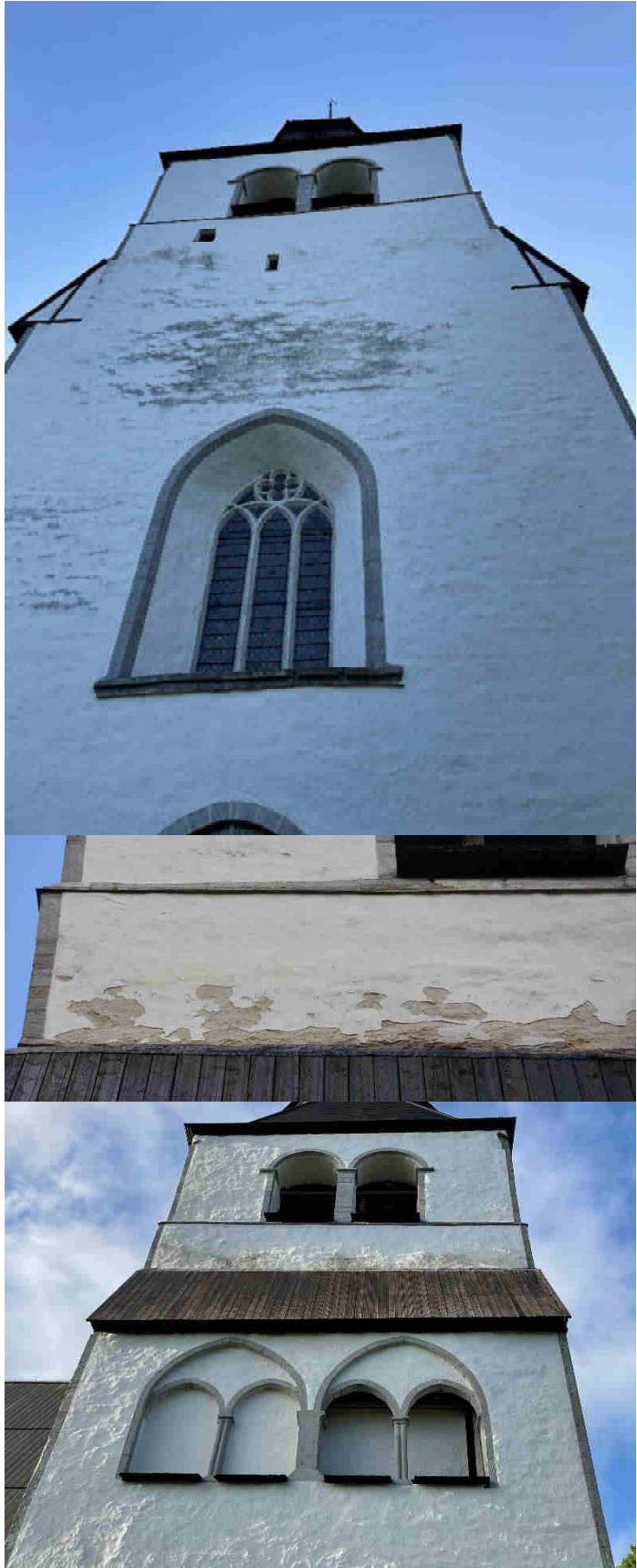
Avsaknad av blästring gör att ny kalkfärg släpper från underliggande kalkfärg, se nederst på nästa sida. Under 1990-talet hade Byggnadshyttan egen blästringsmaskin och som regel blästrade man då innan avfärgning vilket syns som ett hållbarare alternativ.

Lördom

På extrema bulor i fasaden kan man behöva ett mer vattentåligt bruk för att få putsen att hålla. Här kommer påväxt alltid ha lättare att få fäste än på övriga ytor och dessa ytor behöver tätare underhåll, inte minst med algtvätt. Även utstockning måste ha sugande yta utan ythud.

Det är ytterst personberoende huruvida fasaden blir homogen eller ej. T.ex. slevmärken och bomlagsskarvar går ofta att koppla samman med specifika individer. Enighet och noggrannhet krävs av alla murare.

Blästrad puts bär kalkfärg bra. Utan blästring får ny kalkfärg dåligt fäste i underliggande kalkfärg trots att man upplever att det suger bra vid appliceringen. Puts bör göras så kompakt att den kan blästras många gånger.





Lokrume kyrka med putsytor från 2013 och 1988. Här syns tydlig skillnad på olika fasader och det finns både utmärkta exempel på väl bearbetad och homogen puts samt trista exempel på smetiga ytor med bomlagsskarvar. Nederst syns spjälkande kalkfärg på surskurad kalkputs 1:3 som enbart tvättats innan avfärgning.



LUNDBY GAMLA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2005

Lundby gamla kyrka, en medeltida granitkyrka på Hisingen i Göteborg ingick som parallell fallstudie i doktorandprojektet. Arbetet utfördes av Dennis Byggare AB. Rikliga mängder ålderdomlig puts var bevarad på långhus och kor varför denna fick sitta kvar. Ny puts applicerades för hand och glättades med kanten på tungslev. Bruket gjordes av våtsläckt Gotlandskalk och putssand. Blandningsförhållandet började på 1:1 på norra fasaden men magrades ner till 1:1,5 för att inte få krympsprickor. Sanden innehöll mycket finmaterial och medgav inte alltför feta blandningar.

lakttagelser

Vid utvärdering 2008 kunde enstaka mindre skador återfinnas på södersidan där putsen blivit alltför blank i ytan. Dels gav detta upphov till frostsador nära marken och del gav det upphov till att färgen på vissa fläckar spjälkat. Den underliggande putsen är så vit och närliggande i kulör att det är svårt att se om färgen spjälkat.

2019 synades fasaderna och putsen var i mycket gott skick. Den ålderdomliga strukturen bidrar väl till upplevelsen av kyrkans höga ålder. De gamla och nya ytorna smälter väl samman i struktur och utseende och skillnaderna är knappt avläsbara.

Lärdom

Här fick ett helt nytt murarlag bekanta sig med ett nytt material och arbetssätt. Då var det viktigt att de fick vara med i processen med att anpassa material, appliceringsteknik och bearbetning så att det blev ett bra flöde i arbetet.

Det är svårt att vänta ut ett kalkbruk om man är van med KC-bruk och det blir lätt alltför släta ytor om man bearbetar med en tungslev. Blankfläckar ger sämre hållbarhet åt både puts och kalkfärg än om putsens struktur är sugande. Det är lättare att få bra konsistens vid bearbetningen om man putsar på sugande tegel än på granit.



LYE KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2010

Magert kalkbruk från 1968 nedknackades och äldre fet puts med bevarade kalkfärgslager togs fram. Lagningar utfördes med fett kalkbruk 1:1–1:1,5 och avfärgades med kalkfärg 1:2–1:3. Ytan skulle bearbetas med snutbräda efter att bruket satt sig.

lakttagelser

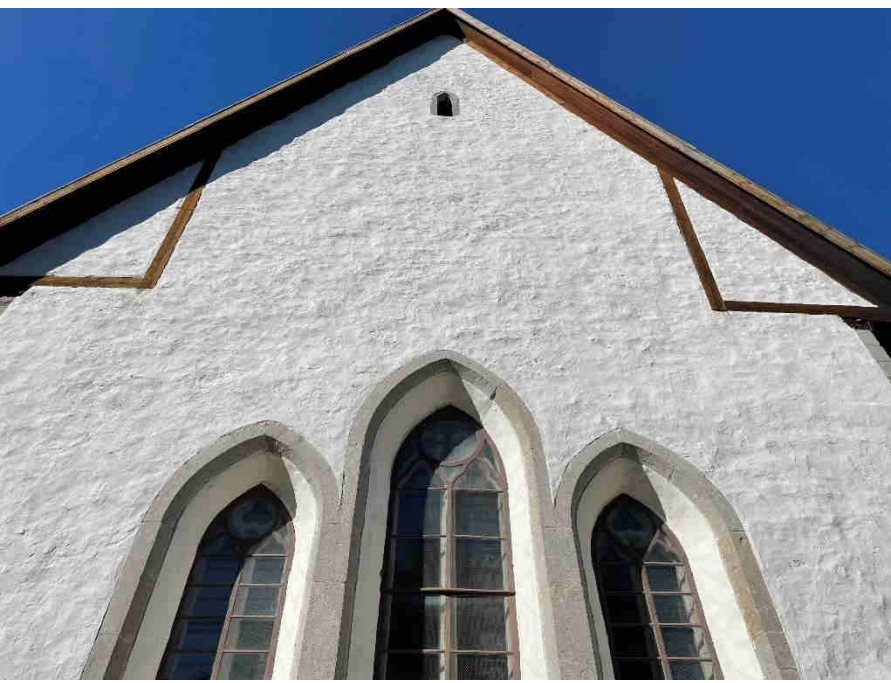
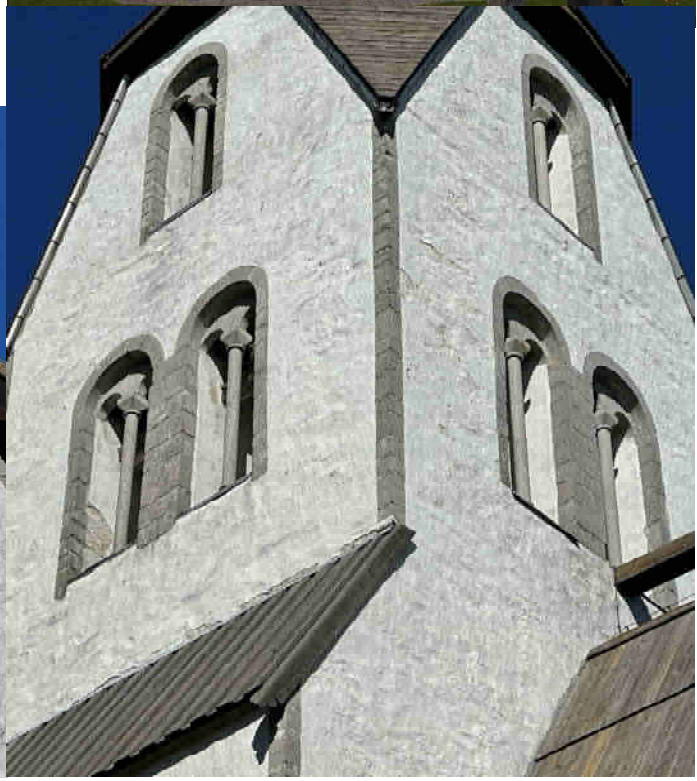
Här finns en stor variation av äldre putsytor bevarade. Lagningarna som gjordes fyllde på och bidrog till ett kontinuerligt underhållsarbete som är utläsbart i fasaderna.

På många mindre lagningar har tungslev använts vid bearbetning istället för snutbräda och detta ger bitvis ett smetigt utseende utan finess i estetiken. Men det finns också väl bearbetade ytor som är homogent bearbetade med snutbräda att jämföra med. Putsen har hållit mycket bra och enbart rinningar från tornluggar har gett missfärgningar och något lite algpåväxt.

Lärdom

Genom att kontinuerligt laga de gamla ytorna med likvärdiga kalkbruk och traditionellt hantverk så kan en fasad skapas där putsen i princip aldrig ska behöva knackas ner utan snarare fyllas på när skador uppstår. Lye kyrka är ett bra exempel på detta vilket också bidrar till ett ökat pedagogiskt värde.

Vikten av att alla murare är överens och följer instruktionerna är avläsbara här, där det förekommer såväl exemplariskt bearbetade ytor utan tydliga verktygsspår som smetigt bearbetade ytor där undersidan slevan gjort dem blanka, se nästa sida.





Lye kyrka med många gamla putsytor samt bearbetade nya putsytor av varierande utförande och utseende.



LÄRBRO KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2016

Här finns fasader som underhållits och putsats om vid flera olika tillfällen. Senaste omputsningarna gällde fem av tornets övre fasader. De norra som var i gott skick ingick ej. Putsen gjordes av jordsläckt Gotlandskalk 1:1,5 och avfärgades med kalkfärg 1:3. Bearbetning gjordes med snutbräda efter att bruket satt sig. Avfärgning gjordes på alla åtta sidor.

lakttagelser

På östra fasaden där arbetet påbörjades var putsskikten initialt lite för tjocka vilket gav upphov till onödigt mycket krympsprickor. Detta justerades efterhand och är svårt att utläsa från marken. Kalkfärgen upplevs som onödigt tunt applicerad på flera av de nyputsade väggpartierna.

På norra fasadpartierna tvättades ytan innan avfärgning. De alger som fanns innan dödades inte och nu kan man se att de tenderar växa mellan färgskikten. Algtvätt och blästring borde föregått avfärgning.

På några fläckar syns en neongul utfällning. Över dessa förekommer en kombination av blyplåt och tryckimpregnerat virke som även tidigare är känt för att ge neongula utfällningar.

På avfärgade ytor av snutad 1:3 kalkputs syns tydliga pigmentvändningar i kalkfärgen. Detta kan uppkomma om det kärvar i färgen och kan undvikas genom att anpassa hur man applicerar, förvattnar och blandar färgen.

Tjärstrykare har målat över tjärstänk med akrylatfärg vilket ju ger spjälkande färg. Då är det bättre att de låter bli helt att måla över stänk.

Lärdom

Konsistens och tjocklek på puts styr hur resultatet blir. Här är det viktigt att var och en kan läsa av och anpassa så väl vattenmängd, blandningsförhållande, putstjocklek som appliceringsteknik och bearbetningsgrad.

Bly ihop med tryckimpregnerat ger gula utfällningar.



NORRLANDA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2006

Efter upprepade nedfrusna putslagningar 1997 respektive 1999 bilades putsen på södersidan av tornet ner. Detta var första tornputsen som ingick i doktorandprojektet och utgör därmed en viktig startpunkt för återgången till medeltida putsteknik.

Arbetet utfördes från klätterställning av fyra personer med varsin rand uppifrån och ner. Bruket blandades av jordsläckt Gotlandskalk och sand, 1:1 samt avfärgades med kalkfärg 1:3 som arbetades in i småsår och krympsprickor.

Först gjordes bruket ganska styvt och trycktes på fasaden men efterhand ökades vattenmängden blygsamt för att ge ökad smidighet och klistrighet. Bearbetning gjordes efter att putsen satt sig, med kanten på tungsleven för att få en glättad men öppen och sugande struktur. Större håligheter fylldes ut först. Bevarade ålderdomliga putsytor sparades och lagades intill. Ytputsen är uppbyggd i ett lager utan grundning. Utgångsyten för detta utförande är en medeltida kalkputs som finns bevarad på vinden och sitter på korets västra gavel.

Mindre fogsläpp på sockeln lagades med samma kalkbruk som användes i putsen.

lakttagelser

Vid tidigare besök har man kunnat se hur en isskorpa suttit ut- anpå hela fasadputsen mot söder. Trots detta finns inga stora frostsador i själva putsen. Däremot är kalkfärgen mer nött på de ytor på vänstra halvan som är blanka än på högra halvan som i princip saknar blankfläckar.

Övriga fasader på tornet är snart i behov av samma underhållsåtgärd som söderfasaden då där förekommer såväl putssläpp som algpåväxt.

Lärdom

Rent luftkalkbruk på en fuktutsatt sockel har en kort hållbarhet. Här behövs ett mer vattentåligt bindemedel.

Grundning på natursten skulle gett jämnare torkning i ytputsen och minimerat risken för att bearbeta för tidigt.

Ett fett bruk av 1:1 blir i princip lika vitt som kalkfärgen varför färgskador knappt är avläsbara på fasaden.

Alla hantverkare måste kunna läsa av materialet och ansvara för att få samma typ av verktygsspår, bearbetningsgrad etc.



OTHEM KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2006

Othem kyrka var andra tornrestaureringen som ingick i doktorandprojektet och den efterföljde Norrlanda kyrka, med samma arbetslag. Söderfasaden och västfasaden putsades om från klätterställning. Fasadputsen från 1993 satt bom utanpå en hydraulisk kalkputsgrundning varpå hela putsen bilades ner till fast murverk. Djupare håligheter stockades ut innan en tunn ytputs slogs på och jämnades ut med kakelslev samt bearbetades med snutbräda. Bruket magrades till 1:1,5 (jmf med Norrlanda) så att det gick att slå på istället för att tryckas på. Avfärgning med kalkfärg 1:3 som arbetades in väl i småsår och sprickor.

lakttagelser

Putsen har på södra och västra fasaderna hållit mycket bra. Detta är ett ovanligt högt och utsatt torn med fin havsutsikt från toppen. På södersidan finns en bula strax ovanför entrén. Här har röda alger etablerat sig och färgen har nöts ner. Högt upp på södersidan finns enstaka små blanka fläckar där ytputs ligger direkt på kalksten. Här kan man se begynnande frostsador. På en av hörnkedjans släta kalkstensblock hade man behövt grunda innan ytputsen för att få fäste. Här har putsen släppt på en specifik sten. Små lagningar skulle nu kunna utföras från skylift.

Ytstrukturen är homogen men om man valt att lägga i mer utstockning i djupare fogar så hade ytputsen kunnat bli mer jämn. Som det är nu kan man utläsa mycket av murverkets karaktär i putsytan.

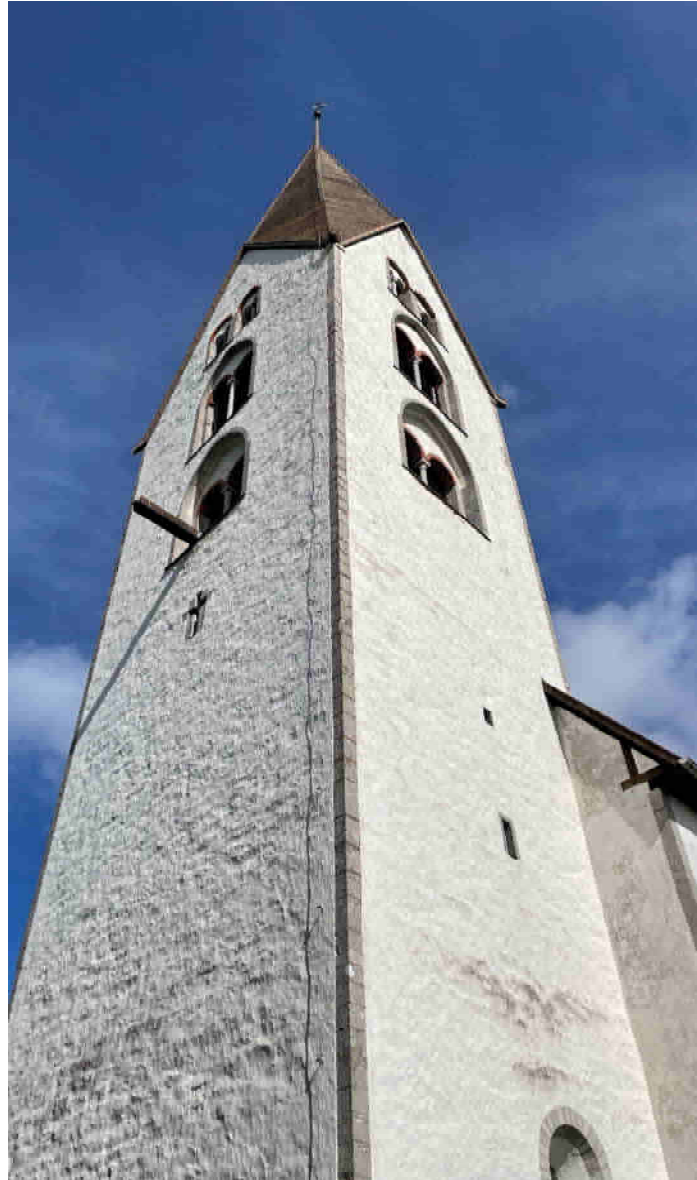
På övriga tornfasader åt norr och öster har 1990-talsputsen börjat frysa ner.

Lärdom

Det lönar sig vid applicering av ytputsen om man först har grundat blanka naturstensytor och fyllt i djupare håligheter. Då sätter sig putsen jämnare och blankfläckar kan undvikas helt och hållet. Likaså behövs ett bett i underlaget om det feta bruket inte ska riskera att krympa loss från en slät yta när det sätter sig.

Ett klistrigt bruk fäster initialt väl på de flesta ytor men kan lossna om det bearbetas tidigt eller krymper loss när det sätter sig.

Det är lättare att få en öppen struktur med snutbräda än med tungslev. Kalkfärgen är en viktig komponent för att ge putsens yta en jämn struktur och den tål att påföras direkt när putsen är färdig på en fasad.



RUTE KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2011

Omputsning av tornfasader gjordes 1989–90 samt 2000. Enbart lagningar av skador i putsen har utförts 2011. Lagningarna gjordes från skylift med kalkbruk 1:2 och enbart lagningarna avfärgades med kalkfärg. På sakristian har lagningar utförts med Webers hydrauliska kalkbruk.

lakttagelser

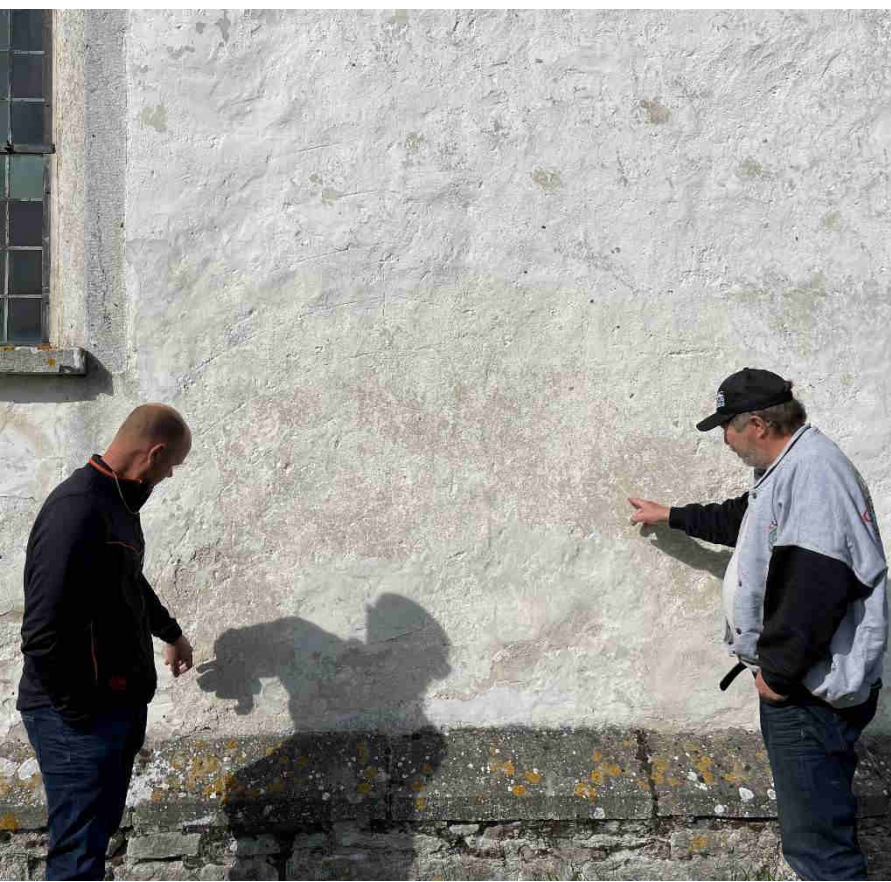
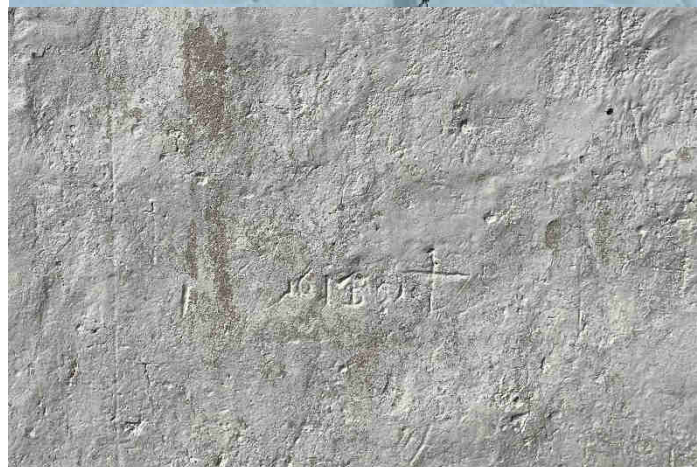
Den typen av skador som hade uppstått vid underhållsätgärden 2011 har fortsatt komma och detta inkluderar även senare lagningar. Skadorna vittnar om en mager puts som tar upp fukt och fryser sönder. Även kalkfärgen är nött och det förekommer påväxt av alger på främst norra och östra fasaderna.

Här finns bevarad 1600-talsputs i mycket fint skick med ristningar i form av årtal och dekorer. Denna typ av puts skiljer sig mycket från de medeltida putsbruken i sammansättning, uppbyggnad och ytstruktur och är vanligen något gulare, med tjockare påslag och slätare yta.

Lärdom

Att laga en puts som från början har en dålig frostbeständighet lönar sig inte då samma typ av skador fortsätter uppkomma på nya ytor efterhand som livslängden är uppnådd.

Bevarande putsytor av historiskt intresse finns från många olika tidsperioder och medeltida puts såväl som 1600-talsputs utmärker sig med sin goda beständighet.



STÅNGA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2013

Samtliga tornfasader bilades rena från cement och kalkcementbruk. Ny puts byggdes upp med stomkomplettering i djupa fogar, en tunn grundning/utstockning samt ytputs som bearbetades med snutbräda. Kalkbruk av jordsläckt kalk och sand 1:1-1:1,5. Avfärgning med kalkfärg 1:3.

Iakttagelser

Tack vare grundningen har putsytan kunnat göras ganska slät. Bearbetningen av ytan är homogen men ganska grov över fasaderna vilket tyder på att samstämmiga hantverkare har utfört arbetet.

Redan efter ett par år var norra fasaden täckt av gröna alger. En provyta för rengöring gjordes med Kalkohol vilket hade effekt efter några veckor men då inte hela fasaden behandlades var nu även provytan återigen täckt av gröna alger. Vissa år tycks vara extra gynnsamma för att alger skall etablera sig på en fasad varför det är väsentligt att behandla dem när de ha uppkommit.

Generellt sett har putsen på detta enormt höga och stora torn hållit mycket bra. En fläck strax ovanför gördellisten har frusit av på västra och södra fasaden. Här kan man ana att underliggande grundning har en ythud som gör att det kan spjälka just mellan skikten.

Lärdom

Gröna alger kan etablera sig även på ren kalkputs och kalkfärg om klimatet är gynnsamt ett år.

Såväl grundning, utstockning som ytputs måste bearbetas så att ythuden försvinner om det ska kunna bli bra vidhäftning mellan samtliga skikt. Här behövs spikrivning eller liknande då den slevdragna ytan blir för fet. Det lönar sig att grunda om man vill få en jämnare puts. Det gynnar även en jämnare uttorkning när man applicerar ytputsen varför bearbetningen blir mer homogen och det minskar risken för att putsen bearbetas för tidigt.



VALL KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2016

Putsen som sitter på Vall kyrka gjordes under 1980-talet av ABV (NCC:s föregångare). Man grundade då med Ernströms hydrauliska kalkbruk och gjorde ytputsen av Gotlandskalkbruk 1:3 som skulle göras jordfuktigt och tryckas på enligt RAÄ:s idéer. Putsen glättades och har extremt släta ytor samt avfärgades i pigmenterad kalkfärg. Denna puts finns kvar på östra fasaden upptill samt på övriga tornfasader nertill. På övre delarna av tornet knackades den släta ytputsen ner 2000 och lagningar gjordes med K_h. Då målades putsen i en pigmenterad kalkfärg i samma nyans som putsens kulör.

År 2016 utfördes mindre lagningar med svagt hydrauliskt bruk av Ölandskalk och Gotlandskalk 1:1:3, tvättning av ytorna samt avfärgning på övre och nedre partier åt norr, söder och väster. Omfogning av tornets sockel gjordes med svagt hydrauliskt kalkbruk av torrsläckt Ölandskalk och Gotlandskalk 3:1:4. Samtliga ytor upplevdes vid avfärgningen som sugande utan att det blev rinningar i kalkfärgen.

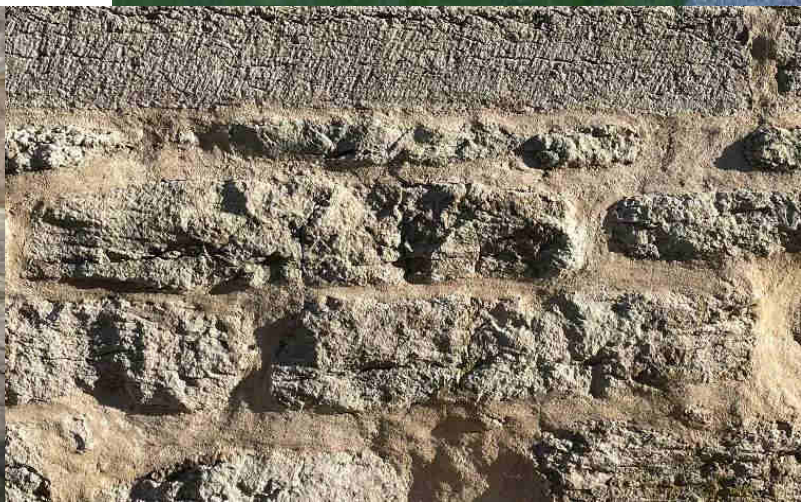
lakttagelser

De släta putspartierna på östra tornfasaden har nu börjat släppa. Lagningsbruket från 2016 har fungerat bra men kalkfärg har inte kunnat få fäste vare sig på den grova utstockningen på övre delarna eller på den blanka nedre fasadputsen. Trots att provytor gjordes som visade att putsen såg bra så har det visat sig att det inte går att få bra fäste på enbart tvättade ytor, se bilder på nästa sida. Det är ett problem då 1:3-putsen inte tål att blästras utan att trasas sönder och då är alternativet att antingen låta bli avfärgning helt eller att putsa om.

Fogen på sockeln har delvis utförts av en murare ovan med fett kalkbruk. På dessa ytor förekommer bindemedelsfilm på samtliga ytor i grundning, utstockning och ytputs vilket gett tydliga frostskador, lager för lager, se nedan.

Lärdom

Även en slevdragen utstockad yta har en bindemedelsfilm i ytan som gör att den är fet och därmed tar den inte åt sig kalkfärg. En 1:3-kalkputs med ythud kan inte avfärgas utan risk för spjälkning trots att putsen suger. Inte heller kan den blästras utan att gå sönder, ett dilemma när 1980/90-talsputs nu måste underhållas. Fog på sockel kräver hantverkskunnande, vattentåligt bruk och rätt bearbetning i rätt ögonblick.





Vall kyrka med slevdragen kalkputs 1:3 som utfördes enligt RAÄ:s rekommendationer på 1980-talet.



VISBY DOMKYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2013–2015

Större delen av Visby Domkyrka fogades om under 2013–2015. Etapp 1–3 inkluderade samtliga fasader utom Stora kapellet som ingick i etapp 4. Etapp 1–3 utfördes med Webers hydrauliska kalkbruk 148. Det är ett bruk baserat på NHL5, luftkalk samt sand och dolomitkross 0–3 mm. Det måste användas inom två timmar efter tillredning pga. dess starka hydrauliska bindemedelsverkan. Ballastmängden är hög jämfört med bindemedelsmängden. Bruket är av brukstyp D. Ytan på fogen är skrapad i liv med stenen, se bild nere till vänster. Fukthalterna mättes i fog bakom cementbruk på östra fasaderna under etapp 1 och de var mycket höga.

Etapp 4 utfördes med kalkbruk av Gotlandskalk, tegelmjöl och sand med utgångspunkt i ålderdomlig fog bevarad på Stora kapellet, se bild ner till höger. Till fog på fasad användes jordsläckt kalk/putssand/tegelkross 5:3:2. Till fog på fuktutsatta partier såsom strävpelare användes öländsk hydraulisk kalk/putssand/tegelkross 6:3:2.

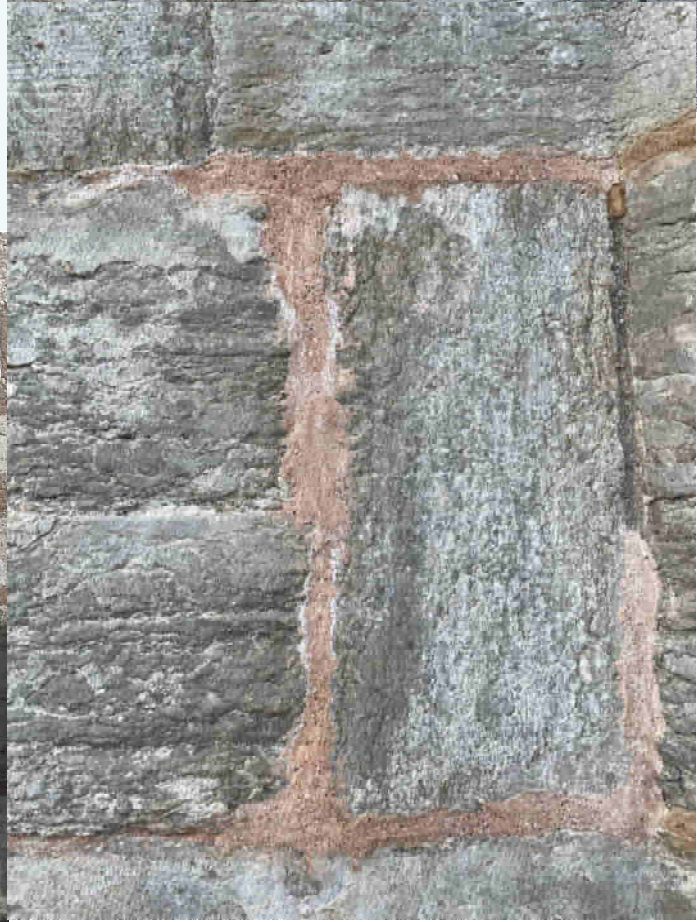
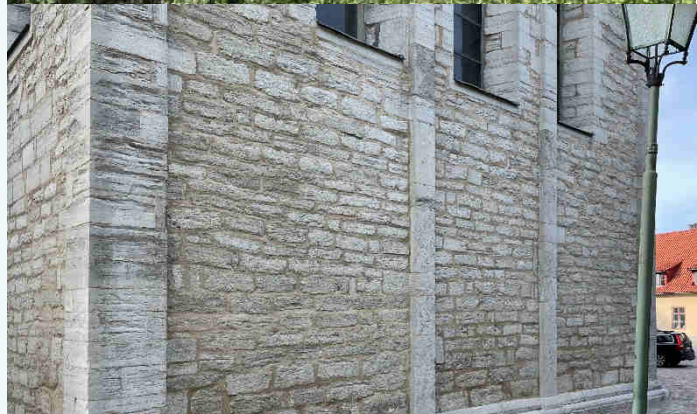
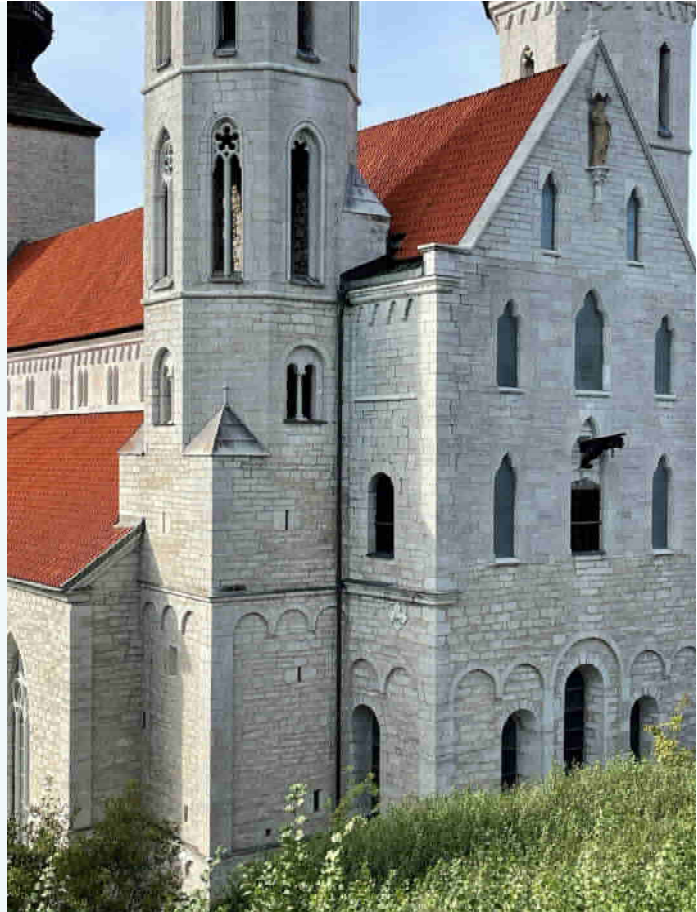
lakttagelser

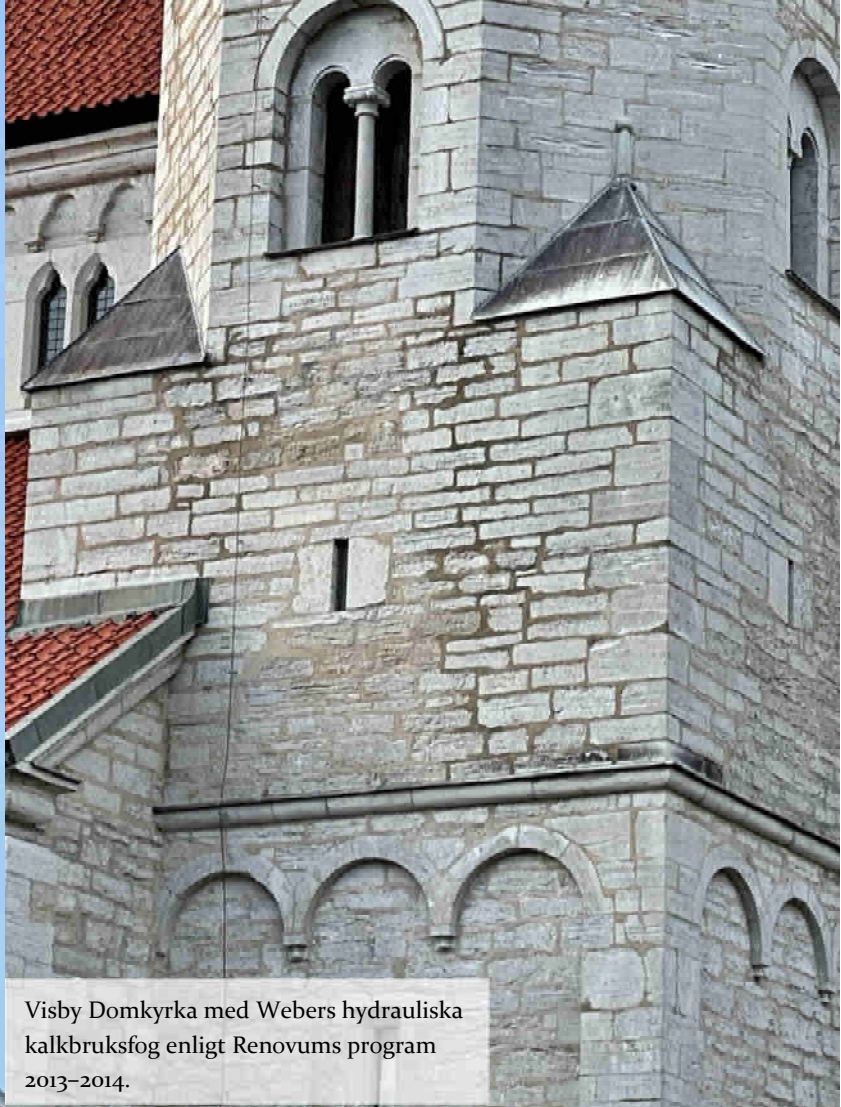
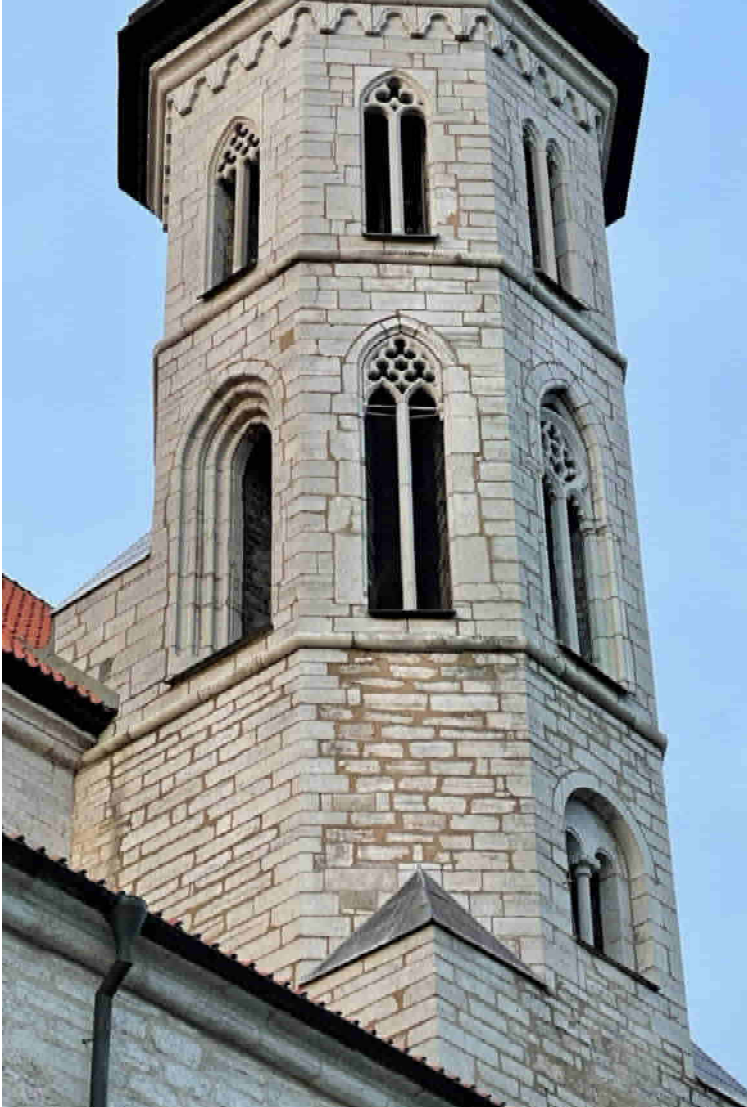
Bearbetning av fogen i samtliga etapper är väl utförd. Den skrapade ytan sluter tätt mot stenen. Fogbruket på etapp 1–3 har utseende som ett typiskt KC-bruk och avviker mycket från bevarade originalbruk av gotländsk kalk. På många fasadytor håller fogen fukt och på fogens yta har utfällningar i form av en mörkare hinna av kalcit bildats vilket kan ske om kalk hålls fuktigt en längre tid. Fenomenet förekommer på samtliga fasadytor men är koncentrerat till extra fuktutsatta partier på tornen och nertill på fasaderna. För varje år syns detta tydligare och tydligare vilket tyder på att fukt hålls i fogen

Fogbruket från etapp 4 med tegelmjöl i gotländskt kalkbruk överensstämmer mycket väl med det gamla bruket och är utläsbart endast om man tittar noga. Tegelmjöl i Ölandskalk ger ett gulare bruk som avviker i kulör mot originalet. Samtliga fogar har hållit.

Lördom

Utgå från bevarade originalbruk om ett autentiskt utseende eftersträvas. Porösa K_1 -bruk håller fukt och åldras liknande KC-bruk, det är svårt att se skillnad på dem efter tid.





Visby Domkyrka med Webers hydrauliska kalkbruksfog enligt Renovums program 2013–2014.



VISBY RINGMUR

Beskrivning av utfört arbete 2014–2015

Efter att en del av ringmuren rasade 2012, nedplockades den 2013 och återuppbyggdes 2014 och 2015. Murning av skalet gjordes med stukasläckt Gotlandskalk 2:1 och murning av kärnan gjordes med lerbruk med stukasläckt kalk 3:1. Fogning av vertikala ytor gjordes med jordsläckt kalk och mursand 1:1,5, löpande snart efter murning. Ambitionen och anvisningen var att murbruket skulle ha hunnit torka innan fogning men så skedde ej. Därmed var det svårt att få fogen att vittorka innan bearbetning, som gjordes med snutbräda. Fuktutsatta partier på flaskhalsen fogades 2015 med Brokalk som stukasläcktes; 0,75 delar packsten till 1 del putssand. Fuktutsatta partier nertill på östra sidan fogades med Ölandskalk som stukasläcktes; 0,75 delar packsten till 1 del putssand.

lakttagelser

Fogen är på många ytor bearbetad för tidigt och har därmed fått en bindemedelsfilm i ytan samt krympsprickor mellan sten och fog. Detta diskuterades under projektets gång utan resultat. Det har lett till att de yttre millimetrarna på flera ställen frusit bort i tunna skal (se nedre bild till höger) alternativt att fogen frusit loss från stenen och spruckit ifrån (se bild till höger). Där ytan skrotats av är bruket under stabilt och den yta som framträder påminner om ålderdomligt fogbruk på närliggande torn. Okarboniserad kalk i kärnan ger kalkutfällningar på muren.

Lärdom

Fogbruk måste ges förutsättningar att torka och sätta sig innan ytan dras till. Bearbetningen måste ge helt täta fogar utan krympsprickor mot sten samt en helt öppen struktur i fogens yta. Till fogbruk krävs grov sand för att minska risk för krympsprickor. Inga ytor får lämnas med bindemedelsfilm ens i underliggande skikt. Det sociala samspelet är viktigt på en arbetsplats och när arbetsledningen fungerar dåligt ger det utfall i alla led



VÄSKINDE KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2015

På hela västra samt övre södra och norra tornfasaderna lagades gammal puts med fett gotländskt kalkbruk 1:1–1:1,5. På frilagd kalksten borstades en grundning in i stenen. Djupare håligheter stockades ut och putsen byggdes upp med en tunngrundning samt ytputs som bearbetades med snutbräda. Avfärgning med kalkfärg 1:3.

Övriga putsade fasader utfördes 1994–95 med kalkbruk 1:3 som kvastades. På gamla ytor blåstrade man då innan avfärgning.

Iakttagelser

När medeltida puts blåstrades under 1990-talet iakttog man att det enda som försvann då var den yttre kalkfärgen. Medeltida puts svarar extremt bra på blåstring genom att bruket är så kompakt. På dessa ytor har ny kalkfärg fått bra vidhäftning.

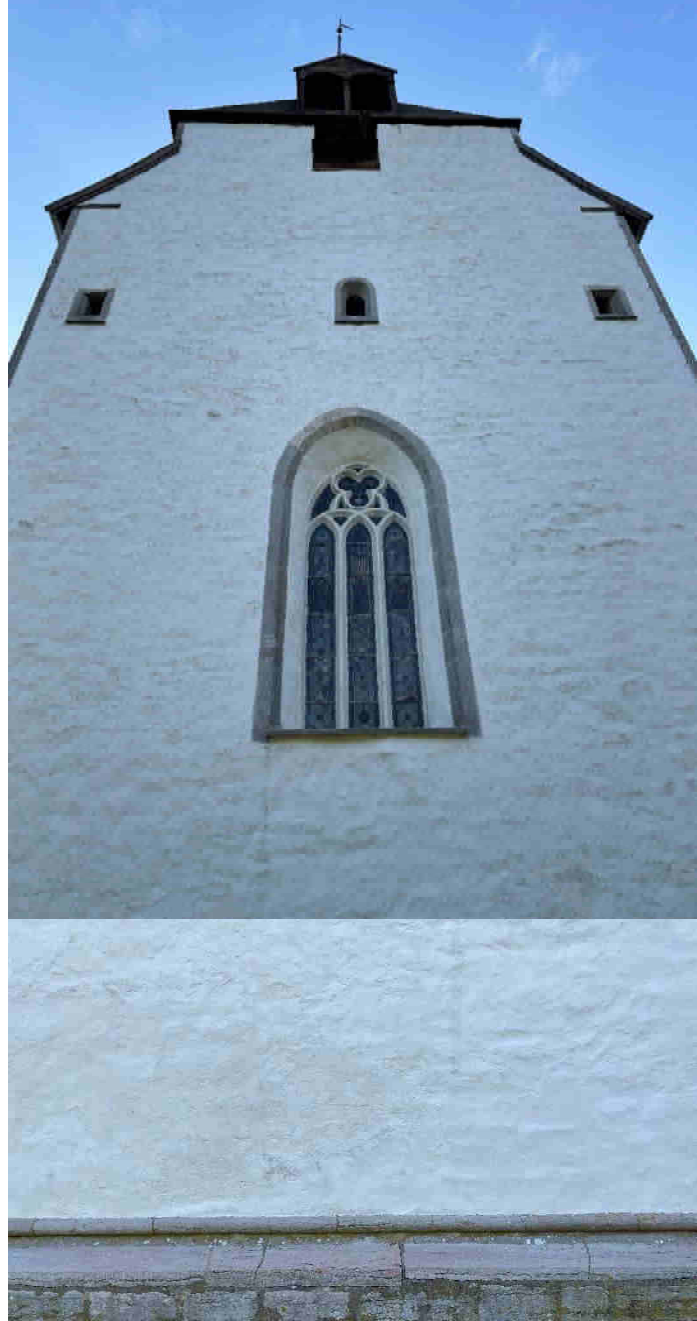
Genom att bygga upp putsen med grundning innan ytputs har ytputsen kunnat torka mer jämnt inför bearbetning vilket gynnar att det blir en homogen och jämn struktur.

Lärdom

Blåstring innan avfärgning fungerar utmärkt på fet kalkputs. Det ger i princip inga skador alls utan bidrar bara till att kalkfärgen får en ny fästyta.

Puts på norrfasader håller alltid bäst. Här finns rikliga mängder medeltida puts bevarad och på dessa ytor har även 1:3-bruk ofta bevarats bra sedan 1980- och 90-talens renoveringar.

Med samspelade hantverkare får man jämnast resultat och det bidrar till långsiktig hållbarhet. Det lönar sig att grunda då det blir jämnare torkning så att bearbetningen kan ske jämnt och mer kontrollerat.



VÄSTERGARN KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2015–2016

Renoveringen påbörjades av Byggnadshyttan på Gotland men övertogs vid konkursen av Arriba Byggnads AB. Byggnadshyttan hann färdigställa alla fasader utom västra gaveln. Här fanns en överputsad korsvirkeskonstruktion bakom bomputs vilket ledde till att denna frilades, lagades och fylldes i med nytt tegel och kalkbruk.

Fogning av kalkstensmurverket utfördes med svagt hydraulisk Brokalk 1:1 vilket gav ett svagt beige bruk som överensstämde med äldre bevarad fog.

Putsen på västfasaden lagades upp med jordsläckt Gotlands-kalk 1:1,5. Här höll Curth och Kristin i en tredagarskurs med nya murare hos Arriba för att säkerställa att de fick kunskap om medeltida putsteknik och traditionell Gotlandskalk.

lakttagelser

Fogning med Brokalk har utförts med gott resultat på såväl socklar som fasader. Ytan har bearbetats så att bindemedelfilmen avlägsnats och kulören stämmer mycket väl överens med många av de ålderdomliga fogar som finns.

Putslagningarna på västgaveln är ovanligt väl utförda och svåra att upptäcka. Här syns resultatet av att man resonerat och arbetat med att få till ytstrukturer överensstämmande med omkringliggande medeltida putsytor.

Lärdom

Den hydrauliska Brokalken kan ge ett mycket bra fogbruk väl överensstämmande med en del ålderdomliga beige kalkbruk som vi återfinner på medeltida gotländska murverk. Med öppen yta på fogen har det hållit bra även på den fuktutsatta sockeln ner mot mark.

Ovana hantverkare måste få chansen att lära sig medeltida kalkputstradition från grunden om de ska arbeta på objekt av den här svårighetsgraden. Genom att lära sig kalkbrukets förutsättningar kan man anpassa sig efter varje enskilt objekt och varje enskild yta. Det gäller såväl blandningsförhållande, val av kalk och ballast som uppbyggnad och bearbetning.



ÖRGRYTE GAMLA KYRKA

Beskrivning av utfört arbete 2007 och 2018

Tornfasaderna på Örgryte gamla kyrka var omputsade flera gånger under 1980-talet med hydraulisk kalkputs som glättats slät med slev. Innerst satt en traditionell kalkfärg och utanpå satt en kalkbaserad färg med dolomit som flagnade i typiska skal.

År 2005 lagades små ytor på söderfasaden men då övriga ytor fortsatte åldras så putsades tornets södra och västra fasader om helt 2007 som en fallstudie i anslutning till doktorandprojektet. Ytorna frilades från ytputs till fast murverk, med bevarade putsytor från olika tidsperioder som putsbärande skikt. Ny ytputs gjordes av Gotlandskalk och sand 1:1,5 i ett tunt skikt som bearbetades med tungslev. Delvis var det samma murare som på Lundby gamla kyrka. Kristin var med på övre bomlaget på söderfasaden för att visa vikten av att vänta ut skurtorr konsistens samt bearbeta med öppen putsyta utan bindemedelsfilm. Övriga murare ville ändå prompt bearbeta med undersida tungslev vilket gav en tät bindemedelsfilm till stora delar av ytan. Arbetet utfördes i september 2007 och följdes av en extremt blöt höst

Samtliga fasader blästrades 2018 inför ny avfärgning på fasaderna. Skadade ytor på söderfasaden och hörnet på västfasaden putsades om med en blandning av våtsläckt och torrsläckt hydraulisk Ölandskalk 1:1:6. Ny puts byggdes upp med grundning och utstockning samt ytputs som bearbetades med en liten skurbräda av masonit.

Lakttagelser

På den hårt glättade kalkputsen från 2007 uppstod tre slags skador; lokala saltutfällningar, frostsador där ythuden ramlade av samt kalcitutfällning på putsens täta yta.

Bruk av Gotlandskalk 1:1,5 kan blästras mycket bra och det gav en helt öppen yta med ännu synliga verktygsspår. Denna yta kunde ta upp kalkfärg mycket väl.

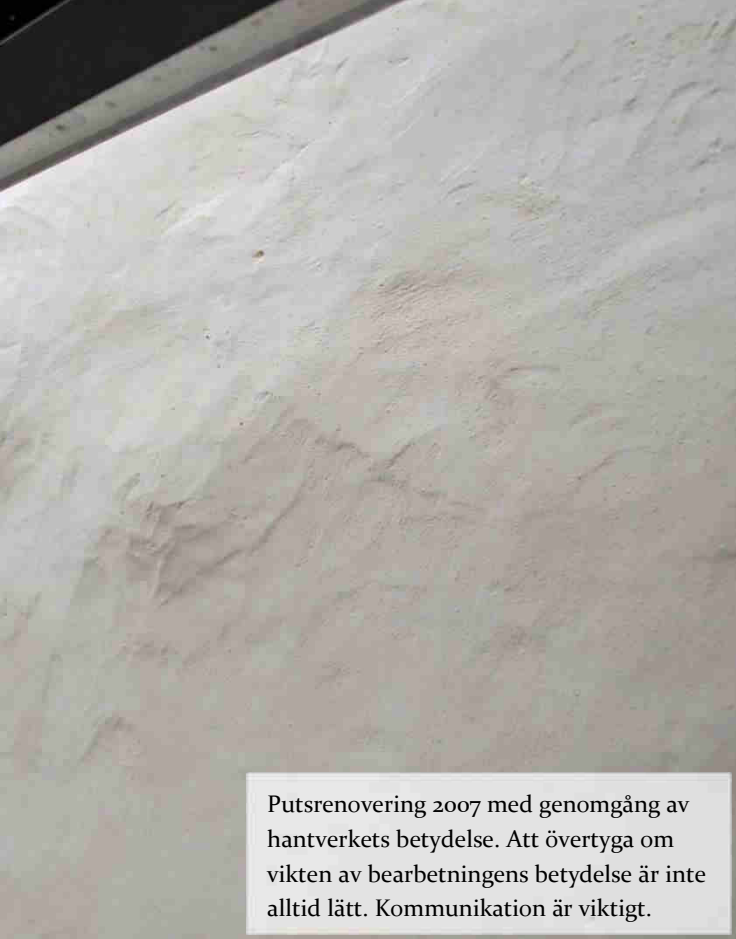
Lärdom

Grunda alltid på icke sugande naturstensmurverk. Det lönar sig när ytputsen skall hinna sätta sig jämnt inför bearbetning.

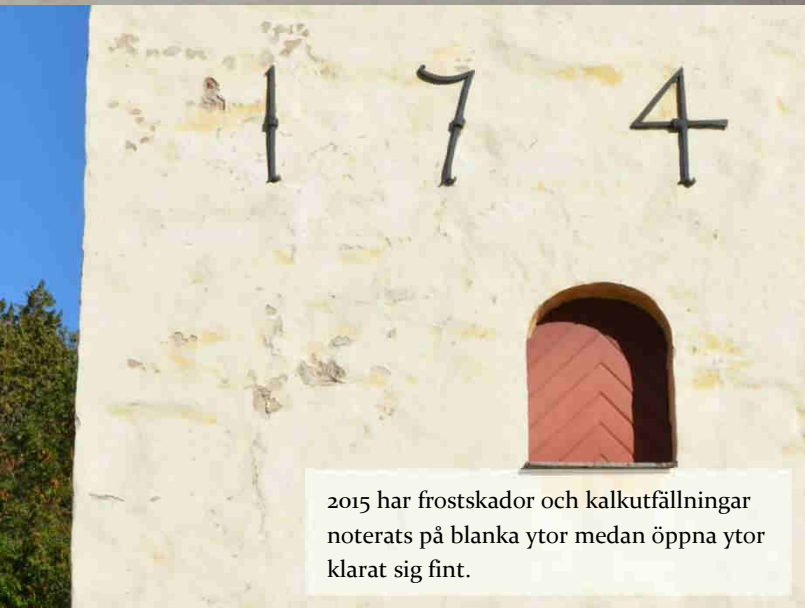
Överarbota aldrig ytan utan se till att det blir en öppen yta som kan ta upp och avge fukt samt ta åt sig kalkfärg. Undvik att putsa sent på hösten, man vet aldrig vilket väder som väntar och det är viktigt att putsen hinner karbonatisera. Annars kan okarbonatiserad kalk bilda utfällningar på ytan vilket ger feta mörka glasartade utfällningar. Med täta ytor kan man förvänta sig frostsador – det gäller såväl om man väljer en tät färg av kalk och dolomitmjöl som om man skapar den genom tidig bearbetning.

Fett kalkbruk tål att blästras och underhållas många gånger. På nyblästrad yta kan kalkfärg få bra fäste.





Putsrenovering 2007 med genomgång av hantverkets betydelse. Att övertyga om vikten av bearbetningens betydelse är inte alltid lätt. Kommunikation är viktigt.



2015 har frostsador och kalkutfällningar noterats på blanka ytor medan öppna ytor klarat sig fint.



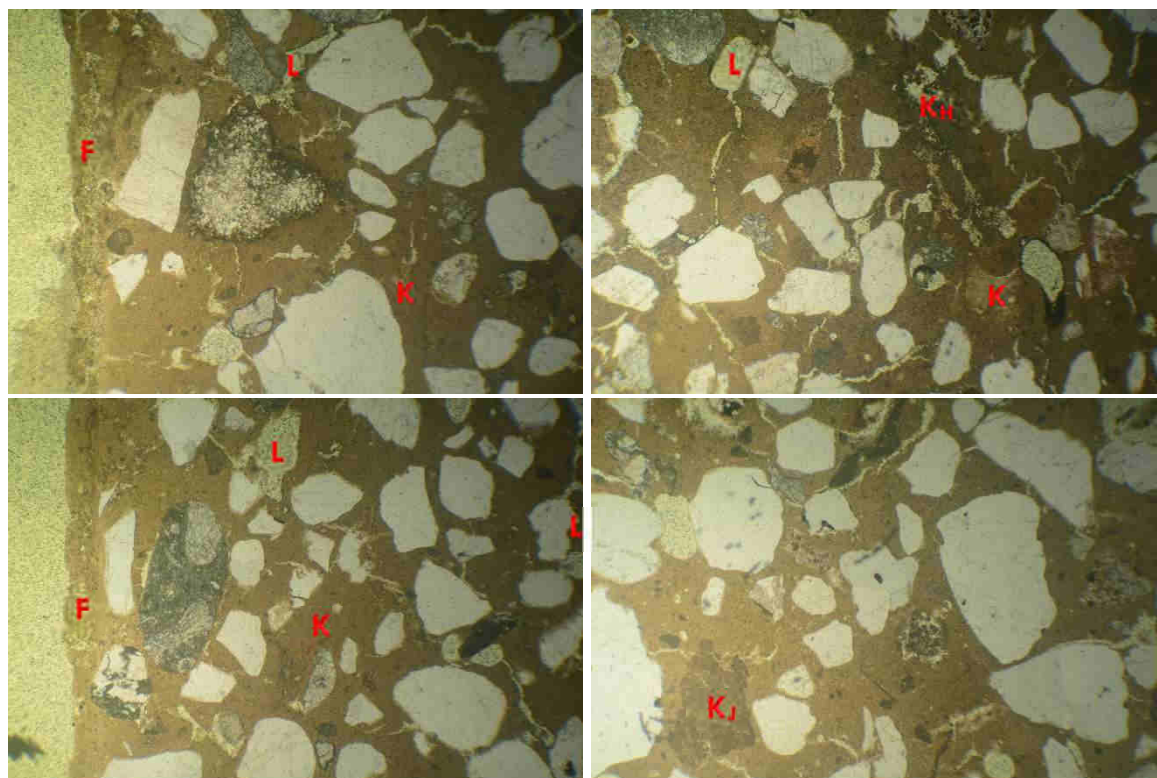
Att blästra på mager eller fet puts ger stor skillnad i struktur. Ett magert bruk trasas sönder medan ett fett bruk bara öppnas upp och behåller tidigare verktygsspår.



4 Kalkbruksanalyser

Fyra prover av lagningsbruk har analyserats inom utvärderingsprojektet och de representerar såväl jordsläckt (prov 1) som våtsläckt (prov 2) luftkalkbruk med högt bindemedelsinnehåll typ 1:1–1:1,5. Här syns skillnader som uppstått om bruken bearbetats i rätt ögonblick eller för tidigt vilket påverkat såväl förekomst av ythud som huruvida bruket kompakterats eller ej. Även två hydrauliska kalkbruk av lokal kalk är representerade. Dels ett bruk där Ölandskalk och Gotlandskalk blandats för att ge bra konsistens samt ett bruk med enbart Brokalk som i sig gav ett smidigt bruk. Då de hydrauliska kalksorter är magrare i sig är blandningsförhållandet justerat så att kalkmängden överskrider sandmängden med 3:2.

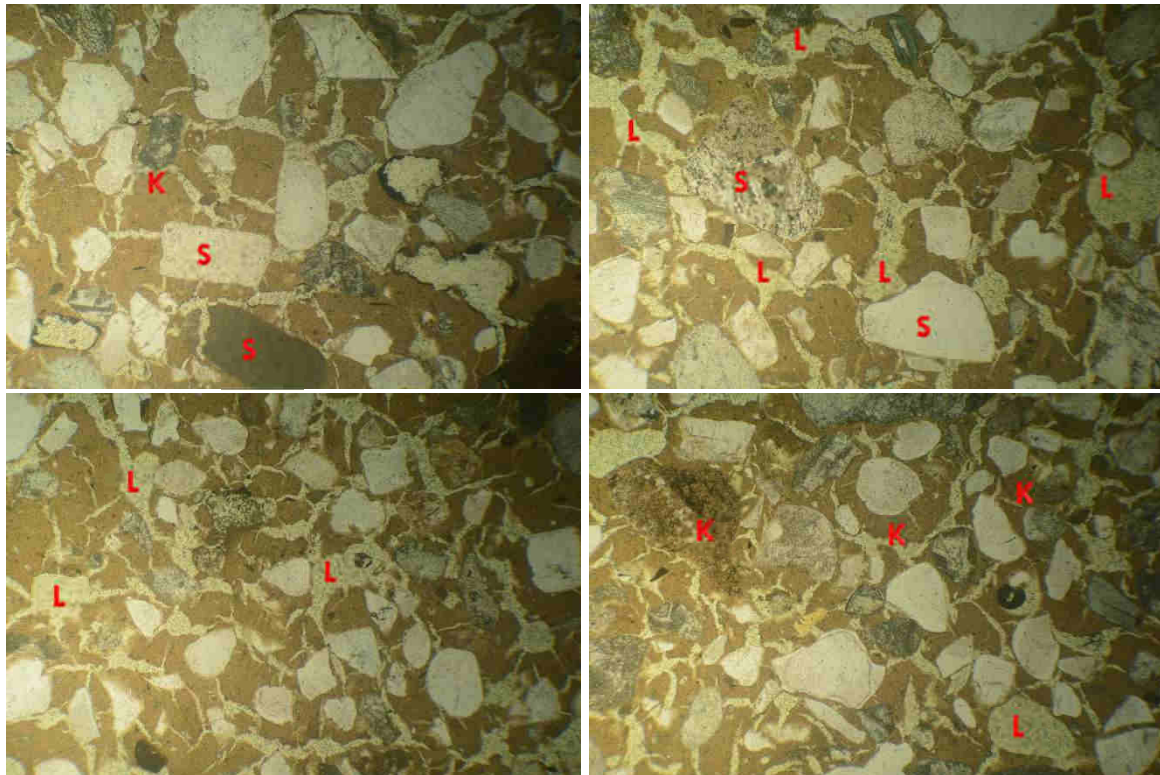
PROV 1 – FLERINGE 2007



Kalkbruk av 1 del jordsläckt Gotlandskalk och 1 del putssand i volym. Bruket har bearbetats i rätt konsistens vilket syns genom att ythuden har avlägsnats samt att de flesta krympsprickor kompakterats så att man fått ett kompakt bruk. Enstaka avgränsade luftporer (L) samt minimalt med inre krympsprickor förekommer. På ytan sitter en fet kalkfärg (F). Några olika kalkklumpar förekommer såsom opiskade kalkklumpar (K_J) vilka är karakteristiska i jordsläckt kalk. Även någon enstaka klump med hydraulisk kalk (K_H) återfinns men den utgör i princip en del av ballasten.

Underkant varje bild motsvarar 2,65 mm och tunnslipen är fotograferade i polarisationsmikroskop *Brunel SP-1500XP* genom 50 gångers okular.

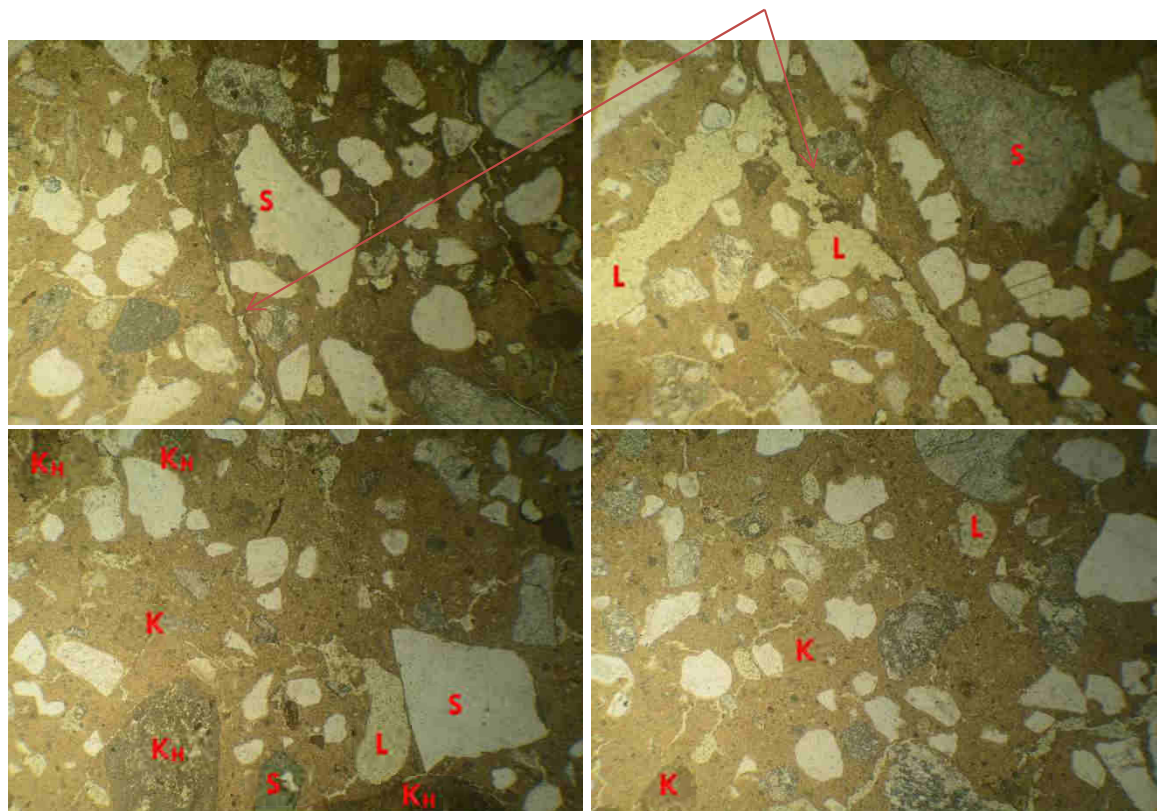


PROV 2 – LOKRUME 2013

Kalkbruk av 1 del våtsläckt Gotlandskalk och 1,5 del putssand i volym. Bruket har bearbetats medan det ännu inte satt sig helt vilket innebär att de krympsprickor som uppkommit i kalkpastan (K) när bruket har satt sig inte blivit kompakterade som de borde blivit. Det syns därmed att det bildats ett nät av krympsprickor och luftporer (L) vilket gör att bruket kan frysa sönder trots att det är ett bindemedelsrikt bruk. Den våtsläckta kalkpastan har större benägenhet att bilda fina inre krympsprickor än exempelvis den jordsläckta kalken har.

Underkant varje bild motsvarar 2,65 mm och tunnslipen är fotograferade i polarisationsmikroskop *Brunel SP-1500XP* genom 50 gångers okular.



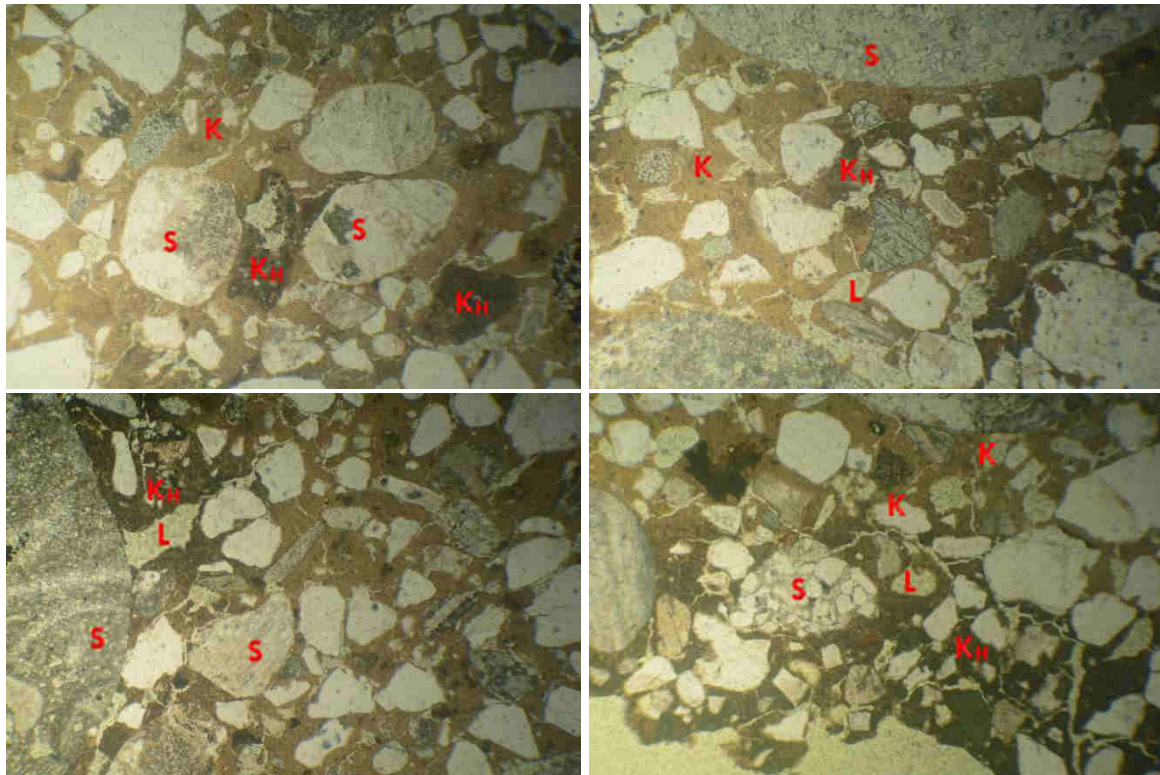
PROV 3 – ALVA FOGBRUK 2017**Bindemedelshinna mellan påslag**

Kalkbruk typ "Grötlingbo-blandning" dvs. 1,5 del torrläckt hydraulisk Ölandskalk, 1,5 del våtläckt Gotlandskalk och 2 delar putssand 0-3 mm i volym. Detta ger ett mycket kompakt bruk med enbart några mindre avgränsade luftporer (L) samt minimalt med inre krympsprickor. Provet inkluderar två påslag och här kan man se att en bindemedelsfilm bildats på första påslaget och den har hindrat vidhäftning mellan de båda påslaget vilket vi ser som en spricka mellan de båda skikten. Ölandskalkens hydrauliska kalkklumpar är märkta med KH. I övrigt har bindemedelspastan och den torrläckta kalken blandats mycket väl vilket utgör de bruna bindemedelsfälten (K) i provet mellan sandkornen (S).

Underkant varje bild motsvarar 2,65 mm och tunnslipen är fotograferade i polarisationsmikroskop *Brunel SP-1500XP* genom 50 gångers okular.



PROV 4 – GOTHEN GÅRDSPORTAL BROKALK 2015



Kalkbruk av svagt hydraulisk Brokalk som torrsläckts på plats och direkt blandats med mursand. Blandningsförhållande 3:2 mellan kalk och mursand 0–5 mm. I kalkbindemedlet kan man utläsa hydrauliska komponenter i såväl klumpar som i pastan (K_H). Mursanden innehåller såväl större som mindre sandkorn (S) och den omsluts här mycket väl av kalken. Enstaka mindre luftporer (L) och krympsprickor förekommer men det är i sin helhet ett kompakt och frosttåligt bruk.

Underkant varje bild motsvarar 2,65 mm och tunnslipen är fotograferade i polarisationsmikroskop *Brunel SP-1500XP* genom 50 gångers okular.



5 Sammanfattande analys

Kunskapsuppbyggnad och kunskapsöverföring är en ständigt pågående process, utan början och utan slut. Kunskap existerar när det finns någon som bär den och det behövs en kritisk massa av kunskapsbärare för att det i praktiken skall fungera. Kunskap behövs i alla led i byggprocessen; hos såväl hantverkare som arbetsledare, projektörer, antikvarier och inte minst hos beställare. Genom denna utvärdering har just detta blivit väldigt tydligt. Att varje person som på olika sätt bidragit till att kunskaperna om traditionell kalkputsteknik utvecklats är en viktig individ.

Det finns såklart fler än dessa 28 objekt att hämta kunskap från, men genom att sammanfatta vad dessa specifikt har kunnat bidra med får vi en tydlig bild av kunskapsläget så här långt. Mycket av den kunskap som tidigare presenterats i såväl avhandlingarna om kalkputs som forskningsantologierna om ruiner och Visby ringmur kan härmed bekräftas men ny kunskap har också tillkommit. Vikten av bearbetning i rätt ögonblick kan inte nog poängteras.

MAGER KALKPUTS

- Undvik magra kalkbruk typ 1:3 då de är porösa och därmed mindre frosttåliga. De är svåra att underhålla då de ofta bearbetats med en tät ythud. Även om de förefaller vara sugande har ny kalkfärg svårt att få fäste på en åldrad tät yta varför kalkfärg riskerar att spjälka och frysa ner när det bildas iskorpor i fasaden.
- Om traditionell kalkfärg övermålas med en förstärkt kalkfärg med t.ex. dolomitnehåll tenderar dessa färgskikt frysa loss från underliggande kalkfärg när vädret innebär ihållande regn efterföljt av frost.
- Om en mager kalkputs blästras så trasas ytan sönder och kvar blir ett sandigt material på ytan.
- Undvik att putsa med luftkalkbruk utanpå ett modernt magert hydrauliskt kalkbruk. Med tiden tenderar de olika skikten att spjälka loss från varandra då de rör sig olika och när det fryser upprepade gånger faller därför stora partier ytputs av i sjok. Dessa grundningar bör avlägsnas innan ny puts appliceras.
- Att upprepade gånger laga en porös kalkputs lönar sig inte då den har en begränsad livslängd gällande antalet frostcykler. Om en typ av skada börjat uppkomma på en fasad kan man räkna med att den här typen av skador fortsätter uppkomma lite mer för varje år som det fryser.

FET KALKPUTS

- Bevarande äldre kalkbruk är som regel kompakta och feta. Blandningsförhållandena har normalt varierat mellan 2:1–1:1,5 i de objekt som här presenterats och man kan utläsa att sandmängden har anpassats till kalkens förmåga att bära ballast.
- Vid återgång till en medeltida kalkputstradition har blandningsförhållandena i de presenterade objekten varierats mellan 2:1–1:1,7. Olika blandningar av kalksorter och ballastkurvor har styrt önskvärda blandningsförhållanden.
- Där äldre putsytor finns bevarade kan dessa med stor fördel lagas med ny angränsande puts av liknande sammansättning och karaktär. Det ger en viktig pedagogisk möjlighet att läsa av byggnaden samtidigt som att ytor som redan har hållit i många hundra år visat prov på god beständighet och därmed kan förväntas hålla länge än.
- Att avfärga på äldre fet kalkputs eller att putsa över äldre fet kalkputs är svårt då de har begränsad sugning. Fet kalkputs tål att blästras och kan därmed få ny förmåga att bära kalkfärg. Här bör man dock vara observant på att det kan finnas värdefulla äldre färgskikt, ristningar och dylikt med höga kulturhistoriska värden som bör bevaras.

- Genom att kontinuerligt laga emot gamla hållbara putsytor med lika hållbara lagningsbruk skapas förutsättningen att man därmed aldrig skall behöva putsa om en kyrka helt och hållet.
- Genom att grunda naturstensytor vid omputsning med ett klistrigt tunt lager kalkbruk kan man styra ytputsens vidhäftning och uttorkningsförlopp positivt och det blir lättare att bearbeta i rätt ögonblick.
- Ett fett bruk direkt på icke sugande underlag kan resa sig loss från underlaget när det uppstår krympsprickor vid uttorkningen. Detta kan avhjälpas genom grundning, justering av blandningsförhållande och/eller skiktjocklek samt bearbetning i rätt ögonblick.
- Genom att vara noggrann när man fyller ut djupa fogar med utstockningsbruk kan man lättare få en slätare ytputs.
- Varje påslag måste bearbetas så att ythuden avlägsnas. Annars får inte nästkommande lager bra vidhäftning och frostsador kan uppkomma mellan lagren.
- Vid bearbetning av ytputs är det viktigt att bearbeta när putsen har rätt konsistens så att den ythud som bildas vid påslaget alltid avlägsnas och putsen får en öppen och sugande yta. Lika så påverkar detta att putsen blir så kompakt som möjligt då de krympsprickor som uppkommer i materialet arbetas igenom om bruket bearbetas just som bruket satt sig.
- Vid bearbetning skall undersidan av en slev eller spatel undvikas då det ger dels ett smetigt estetiskt uttryck och dels en tät yta med sämre beständighet.
- Vid bearbetning av ytputs skall bomlagsskarvar undvikas och övergångar mellan olika dagars påslag bör inte göras mitt för ett ställningsbomlag.
- Påslaget av kalkbruk måste anpassas så att all puts hinner bli bearbetad i rätt konsistens. För kalkbruk styrs detta av såväl underlagets sugförmåga, vådrets inverkan på torkning samt på skiktjocklek och sammansättningen i bruket.
- Alla murare måste vara överens om bearbetningens utförande så att det blir homogena och estetiskt tilltalande ytor.
- Sandstensfasader kan inte bära ren kalkfärg med förväntad lång hållbarhet. Där de är överkalkade med bevarade ålderdomliga lager förekommer en fet slamning av bruk som grundning då det får bättre vidhäftning i den porösa sandstenen.
- En fet kalkputs kan bära en fet kalkfärg som därmed kan appliceras i färre lager. Avfärgningen bidrar till att fylla i småsår, krympsprickor och dylikt samt ger en slätare och mer homogena yta. Avfärgningen fungerar även som ett slitskikt vilket kan blästras och göras om många gånger under putsen livslängd förutsatt att putsen är kompakt.
- Om kalkputsen och kalkfärgen är närliggande i kulör syns det knappt när färgen nöts ner och behovet av ommålning minskar därmed.

FOGNING PÅ NATURSTENSMURVERK

- Många fogar på utsatta murverkspartier har i modern tid lagats med cementbruk. Bakom detta kan man oftast se en fuktansamling som påverkat att kalken i bruket bakom brutits ner och lämnat ett murbruk av blöt sand. När en del av Visby ringmur rasade i februari 2012 blev det mycket tydligt vad den effekten på sikt kan leda till.
- Fogbruk förekommer av rena kalkbruk på många medeltida murverk, av varierande kulör och med varierande blandningar och utförande.
- Omfogning med "traditionella material och metoder" innebär på Gotland att man använder gotländsk kalk av något slag. Genom att vi under 2010-talet lärt oss få fram lokaltillverkade hydrauliska kalksorter med varierande utseende och vattentålighet finns det möjlighet att styra fogbrukets sammansättning efter olika behov och de originalbruk som finns bevarade kan efterliknas.

- Genom att variera sammansättningen på torrsläckt hydraulisk kalk och våtsläckt luftkalk alternativt stukasläckt kalk kan man få olika smidighet, klistrighet och styrketillväxt i fogen. Likaså ger detta möjlighet att styra blandningsförhållande, vattentålighet och frostbeständighet.
- För att få fogen att fästa på natursten utan att den vill krympa loss när bruket sätter sig krävs stor hantverksskicklighet och förmåga att finjustera bruken efter rådande omständigheter. Större ytor kan grundas för att ge bättre vidhäftning.
- Om en fog byggs upp i fler än ett skikt är det mycket viktigt att ythuden skrapas bort i underliggande ytor annars kommer nästa skikt kunna lossna från underlaget när fogbruket rör sig och fryser.
- Om en nymurad naturstensmur ska fogas måste murbruket först ha torkat till så att fogbruket kan torka till innan bearbetning. Alternativt kan fogen skrapas till direkt i murbrukets yta så att man undviker skarvar mellan skikt som kan ge anvisning till framtida nedbrytningsprocesser.
- Vid bearbetning av fog är det av yttersta vikt att ytan får en skrapad och helt öppen yta som tar upp och avger fukt jämnt. Likaså är det mycket viktigt att bruket jämnas till mot angränsande sten så att inga krympsprickor förekommer.
- Om ythud lämnas på fogbruk ökar risken för ytliga frostsador högst markant.
- Om krympsprickor lämnas mellan fogbruk och natursten finns en stor risk för att bruket rör sig loss, att kapillärsugning ökar fuktinträngning in i murverket samt att insekter bygger bo och växtlighet etableras.
- Om fogbruket görs för tätt riskerar man att stänga in fukt vilket på sikt löser upp kalk i murbruket.
- Om ett fogbruk görs poröst riskerar man att fogen suger upp och magasinerar vatten som gör att kalk löser upp sig och bildar utfällning på fogens eller naturstenens yta. Ett poröst bruk kan också röra sig mer av fuktutvidgning vilket på sikt leder till nedbrytning.

MATERIALVAL OCH BRUKSSAMMANSÄTTNING

- Olika användningsområden för kalkbruk t.ex. murbruk, grundningsbruk, fogbruk eller putsbruk kräver olika egenskaper för respektive bruk avseende klistrighet, krympningsbenägenhet etc. vilket påverkar val av blandningsförhållande.
- Kalkens olika önskvärda egenskaper avseende smidighet och vattentålighet styr valet av kalkbindemedel såsom jordsläckt/våtsläckt/torrsläckt/stukasläckt samt luftkalk eller hydraulisk kalk.
- Från den gotländska berggrunden kan kalk utvinnas med olika renhet. Genom bränning av kalk från Bro och Slite har vi lärt oss att man kan få fram smidig kalk med mer eller mindre hydrauliska egenskaper som är värdefulla på fuktutsatta partier. Likaså öländsk kalk kan erhålla dessa egenskaper.
- Kalk från olika kalkbrott kan också ge varierande kulörer till kalkbruken såsom beige, gråvit, kritvit och gulvit. Då vissa av dessa kulörer återfinns i äldre kalkbruk är det en viktig faktor när man skall laga med ett autentiskt utseende.
- Sandens grovlek påverkar smidighet, krympningsbenägenhet och möjlighet att variera tjockleken i olika påslag.
- Att man på Gotland som enda region i Europa bevarat kunskapen att framställa traditionell kalk är av internationell betydelse och det har bidragit till att kalkproduktion har kunnat återupptas på flera andra ställen i bl.a. Norden och Östersjöområdet. Det är lätt att på Gotland ta detta för givet men det är väl värt att prioritera och värna om då det ger möjligheten

att återskapa material som visat sig vara hållbara i många hundra år. Det kan jämföras med moderna lagningsbruk som ofta fått göras om efter mindre än 10 år.

HANTVERKETS BETYDELSE

- Murarens kunskaper och förmågan att anpassa sig till underlag, omgivande ytor, brukets egenskaper är A och O.
- Varje murare är viktig och att var och en ges möjlighet till kunskap om traditionellt kalkbruk är en förutsättning för att åtgärderna ska hålla över tid.
- Om man är van med moderna cementbruk är det troligt att man kommer att bearbeta bruken för tidigt och då kommer beständigheten minska drastiskt. Därmed måste alla som arbetar med kalkbruk vara intresserade att arbeta med kalkbruk på kalkbrukets premisser.
- Alla murare som arbetar på ett objekt måste vara överens och samspelta när det kommer till bearbetning och ytstruktur. Det syns en alltför stor variation mellan olika objekt och olika individers arbete.
- Att bearbeta i rätt ögonblick, att veta när ett bruk har satt sig lagom mycket så att man kan både kompaktera och öppna upp ytan är avgörande för beständigheten på flera sätt. Det handlar om att kunna läsa av konsistensen men också om att kunna styra materialet dithän så att man får till ett bra arbetsflöde. Där är grundarbete, förvattning, anpassning till väder och planering av dagens påslag viktiga parametrar. Varje murare måste besitta dessa kunskaper och vilja anpassa sig efter detta.
- Blankfläckar, ythud, bindemedelsfilm – flera namn på samma fenomen. Dessa får inte lämnas utan de skall alltid avlägsnas. När ett bruk påförs och bearbetas blött bildas en tunn yta av kalkkristaller. Genom bearbetningens intensitet kan det märkas olika mycket och skikten kan bli olika tjocka och påverka porstrukturen olika mycket. I samtliga fall är det avgörande att denna hinna avlägsnas om nästa skikt skall kunna få vidhäftning. Det gäller på såväl grundning, utstockning som på ytputs och fog. I samtliga fall är det viktigt att den avlägsnas ytterst på puts och fog om bruket skall blir frosttåligt.

ÖVRIGT

- Extra utsatta partier såsom bultar i murverket, under tornluggar med ökad regnmängd eller på socklar kan man förvänta sig tätare underhållsperioder både gällande algbekämpning och mindre brukslagningar. Frost- och vattentålighet är mycket viktiga egenskaper hos lagningsbruk på dylika ställen. Mindre lagningar kan normalt utföras från skylift.
- Blyplåt kan ge upphov till neongula utfällningar på vit kalkfärg.
- Påväxt på putsade fasader är mycket vanligt förekommande på KC-puts och modern hydraulisk kalkputs liksom på KC-färg med dolomitnehåll. Det förekommer både grönalger på skuggiga fasader och rödfärgade grönalger på soliga fasader.
- Alger finns i naturen och etablerar sig när väderförhållanden är gynnsamma.
- Det är betydligt svårare för alger att etablera sig på kalkavfärgad kalkputs än på KC-färg på cementputs men det förekommer i enstaka fall. Alger kan etableras både när putsen är i princip ny och när putsen är många år gammal. Vad det är som avgör att det sker är inte känt. Alger kan dödas med kalkmättad stark etanolösning och då kan det dröja länge innan förutsättningarna för nyetablering uppstår. Om alger förekommer på tak eller takfot måste de dödas då alger har en ökad spridning uppifrån och ner.

6 Referenser

- Balksten, K. (2005) "*Beständig puts på murverk*" *Byggnadshyttan på Gotland 2003–2004*. (red Utas m.fl.) Visby: Byggnadshyttan på Gotland
- Balksten, K. (2005) *Kalkputs – Porstrukturens betydelse för beständighet*. Licentiatavhandling. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Balksten, K. (2007) *Traditional lime plaster. Reconstruction with emphasis on durability*. Doktorsavhandling. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Balksten, K. (2009) "*Norrlanda, Othem och Fardhem kyrkor. Utvärdering av putsarbeten på tornen.*" *Byggnadshyttan på Gotland 2007–2008*. (red Utas m.fl.) Visby: Byggnadshyttan på Gotland
- Balksten, K., Mebus, U. (red) (2013) *Bruk av ruiner – Kulturarv, konstruktion, kalkbruk, komfort och kal-songer*. Visby: Gotlands Museum.
- Mebus, U., Balksten, K. (red) (2015) *Visby ringmur – kulturarv som rasar och återuppbyggs*. Visby: Riksantikvarieämbetet.
- Nycander, S. & Bährner, V. (1945). *Modern putsteknik*. Stockholm: Svenska cementföreningen.
- Paulsson, G. (red.) (1936). *Hantverkets bok: Mureri*. Stockholm: Lindfors
- Paulsson, G. & Granholm, H. (red.) (1953). *Hantverkets bok: Mureri*. 3., omarb. uppl. Stockholm: Lindfors
- Konow, T. von (1997). *Restaurering och reparation med puts- och murbruk*. Doktorsavhandling. Åbo: Åbo akademi

Utöver ovanstående har åtgärdsprogram för fasadrestaureringar på samtliga byggnader gått igenom.