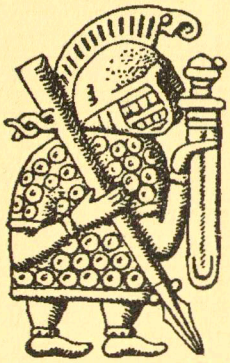


FORNVÄNNEN

JOURNAL OF SWEDISH ANTIQUARIAN RESEARCH

Murbruket i bastion Carolus på Jönköpings slott
Stilborg, Ole & Pettersson, Claes
http://kulturarvsdata.se/raa/fornvannen/html/2015_097
Fornvännen 2015(110):2 s. 97-110
Ingår i samla.raa.se

Murbruket i bastion Carolus på Jönköpings slott

Av Ole Stilborg och Claes Pettersson

Stilborg, O. & Pettersson, C., 2015. Murbruket i bastion Carolus på Jönköpings slott. (Mortar in the Carolus bastion of Jönköping Castle.) *Fornvännen* 110. Stockholm.

Mortar is always made according to specific traditions and situations. It may be made of clay, lime or mixtures of both, resulting in different properties. Its purpose, however, is always the same: to fix stones or bricks in a wall and to protect them against frost. Microscopic thin section analysis is a useful method for studying the components of mortar and the traces of how it was applied. Nine samples collected from the Carolus bastion of Jönköping castle excavated in 2011–12 have been analysed. These results, in conjunction with the written sources, reveal several building phases in the fortifications. They also tell stories of good workmanship as well as surprisingly sub-standard handiwork, of haste and of cheap solutions resorted to in the early 17th century. During this turbulent period the castle was re-built and enlarged with the intention of turning it into one of Sweden's three main strongholds on the southern border of the realm, protecting the country against Danish attacks.

Ole Stilborg, Näckrosvägen 142, SE–590 54 Sturefors
skea@stilborg.se
Claes Pettersson, Jönköpings läns museum, Box 2133, SE–550 02 Jönköping
claes.pettersson@jkpglm.se

När folk blandar ingredienser för att skapa ett nytt material med specifika egenskaper skriver de samtidigt in kulturhistoria i produkten. Den ger inblick i en komplex process av materialval, framtagning, blandning och till sist användning. Alla dessa led är underkastade kvalitetsvariationer beroende på investerad tid och hantverkskunnande. För att tolka det kulturhistoriska innehållet i blandade material behöver man kunskap om deras kemiska och fysikaliska egenskaper. De ger oss ramar för det möjliga och det optimala, vilket hjälper oss att förstå forntida hantverkares beslut.

Murbruk är ett komplext sammansatt material bestående av bränd kalk och/eller lera samt sand. Vetenskapen har god kännedom om de funktioner ett murbruk kan förväntas uppfylla. Vattengenomsläpplighet är en central funktion, vilken tjänar till att leda bort vatten från murens sten eller tegel och minska påfrestningarna av vinterns frost. Murbruket tar stryk av frosten i stället för de bärande delarna i konstruktionen. Hydrauliskt bruk, vilket karakteriseras av varierande mängder orenheter i kalken, har annorlunda men lika nyttiga egenskaper och kan användas som en sorts betong.

I det följande vill vi illustrera hur kalkbruk som i början av 1600-talet användes i murverket till en av landets största fästningar, Jönköpings slott, kan utnyttjas som en kulturhistorisk källa. Genom analys med mikroskopering av tunnslip har brukets varierande sammansättning och kvalitet kunnat utnyttjas som en ledtråd till fasindelning och rent av historiska skeenden. Den fördjupade

studien av murbruket från bastion Carolus har gett ögonblicksbilder från en byggnadsprocess som vi knappast hade kunnat få fram på annat sätt.

Jönköpings slott – ett osäkert lås på rikets södra gräns

Ett första »Jönköpings hus» nämns redan 1278 och omtalas på nytt i samband med maktkampen mellan Magnus Ladulås söner 1309, men dess exakta läge är idag inte känt (Lovén 1999, s.71). Stadens franciskankloster instiftades år 1283, förmodligen på initiativ av Magnus Ladulås. Det blev med tiden ett fyrlängat byggnadskomplex i sten och tegel vars kyrka låg i den norra längan. Gråbrödernas kloster avvecklades i samband med reformationen och byggnaderna övertogs av Kronan. I Dackefejdens efterspel omvandlades klostret vid mitten av 1540-talet på kung Gustavs order till en välfungerande befäst slottsanläggning. Den omgavs av vallar och gravar samt försågs med runda kanonbestyckade hörntorn (Engkvist 2014, s. 72 ff).

I samband med Nordiska sjuårskriget brände hösten 1567 retirerande svenska trupper både slott och stad inför ett hotande danskt anfall (ibid. s.73). Länge låg sedan slottet i ruiner, men år 1593 började en ambitiös utbyggnadsperiod (Björkman 1917, s. 315) under ledning av den kungliga slottsbyggmästaren Hans Fleming. Arbetet följde i huvudsak en enhetlig plan och kom med vissa avbrott att pågå under hela första hälften av 1600-talet. Resultatet blev en modern artillerifästning (fig. 1–4) med fyra stora hörnbastioner försedda med kasematter. Mellan bastionerna löpte kurtinmurar med välvda gevärsgallerier och i norr fanns en rymlig förborg. Tillsammans med Älvsborg i väster och Kalmar slott på östkusten skulle Jönköpings slott skydda rikets södra gräns mot nya danska anfall.

Fästningens bastionssystem påbörjades under 1600-talets första år med de båda södra bastionerna Gustavus och Carolus. De var i stort sett klara vid den kortvariga danska belägringen under Kalmarkriget sommaren 1612 (Karlson 1996, s. 42 f). Även den nordvästra bastionen, Adolphus, var sannolikt i det närmaste färdigställd vid detta tillfälle, medan Christina i nordost prioriterades lägre och byggdes färdig först några år senare. De mot Munksjön vända Christina och Carolus gjordes mindre än de båda landvända, vars kasematter och gallerier byggdes ut i två våningar. De kom att nå en höjd om ca 13 meter över den omgivande vallgravens botten. Mot norr, fram till Vätterns strand, låg den väl befästa förborgen som innehöll verkstäder och förrådsbyggnader.

Under 1600–talets lopp kompletterades fästningen med ett omfattande system av utanverk. Två breda torrgravar och en mellanliggande yttre vall tillkom i början av 1640-talet. Mot söder och väster förstärktes försvaret genom uppförandet av så kallade raveliner, stora tresidiga jordskansar (Munthe 1902, s. 550 ff). I sitt fullt utbyggda skick var Jönköpings slott en av landets största fästningar. Frånsett händelserna 1612 kom den dock aldrig att prövas i strid. Dess strategiska betydelse minskade betydligt efter Roskildefreden 1658. Med de forna danska kustprovinserna Halland och Skåne under svensk överhöghet var Jönköping inte längre en utsatt, strategiskt viktig gränsstad. Fästningens betydelse som förrådsplats för armén kvarstod emellertid. Denna funktion underströks genom uppförandet av de två stora Tyghusen i förborgsområdet på 1680-talet (Karlsson 1996, s. 57 f). Själva slottsbyggnaderna användes av den lokala administrationen och militären, men år 1737 drabbades slottet av en förödande brand varefter det inte återuppbyggdes (Engkvist 2014, s. 88). De sista ovan jord synliga resterna av vallsystem och utanverk raserades 1871 (ibid. s. 91). Under en lång följd av år låg ruinerna dolda och mer eller mindre bortglömda.

Kring år 2000 presenterade Jönköpings kommun ett nytt program, *Stadsvision 2000*, avsett att förnya och omgestalta stadens centrala delar. I dessa planer ingick bygget av två stora bostadshus vid Munksjöns nordvästra strand, rakt över delar av 1600-talets befästningsverk. Detta blev inledningen till de hittills mest omfattande arkeologiska undersökningarna inom det forna fästningsområdet (Pettersson 2012; 2014). Parallellt med projektet har fästningen även karterats med georadar, varför vi idag har en god bild av ruinområdet med dess vallgravar, murar, husgrunder och andra bevarade anläggningar (Pettersson & Winroth 2010ab).

2011–12 gjordes omfattande arkeologiska under-

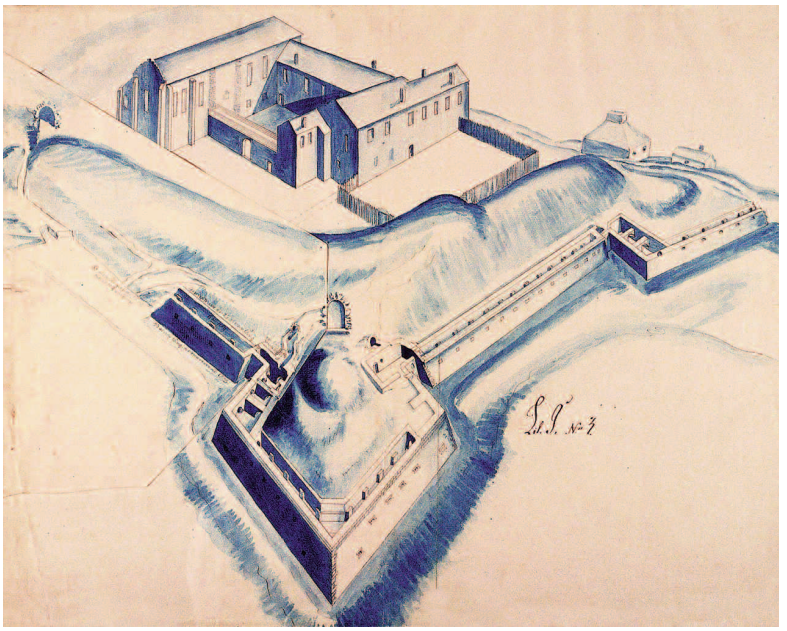
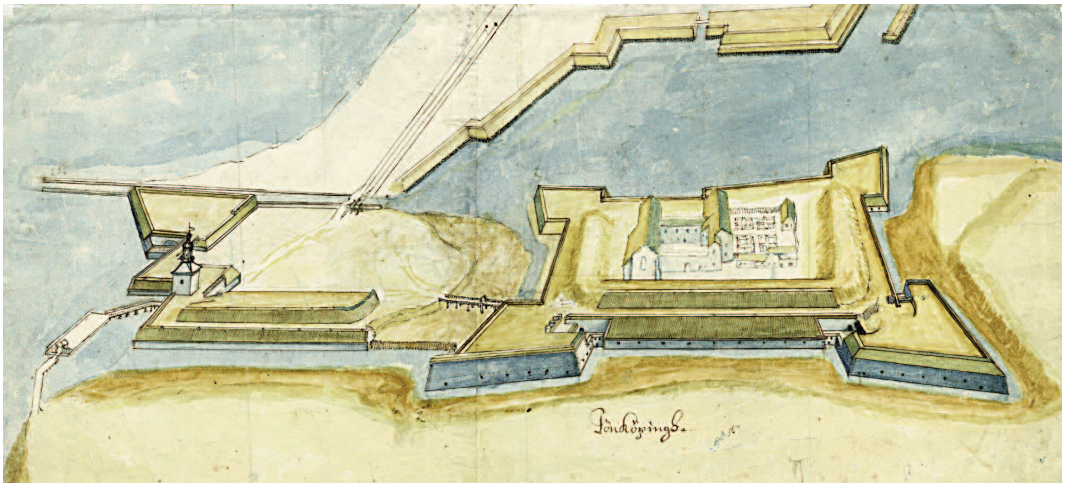


Fig. 1. Jönköpings slott ca 1605 med det påbörjade bastionssystemet. Perspektivskiss av slottsbyggmästare Hans Fleming. Krigsarkivet, SFP Jönköping nr. 001b. —Jönköping Castle about 1605 with the first bastions under construction.

Fig. 2. Jönköpings slott 1617 med befästningsgördel och förborg. Perspektivritning av slottsbyggmästare Hans Fleming. I Krigsarkivet, SFP Jönköping nr 004a. —Jönköping Castle in 1617 with the new fortifications completed, including a spacious outer bailey.



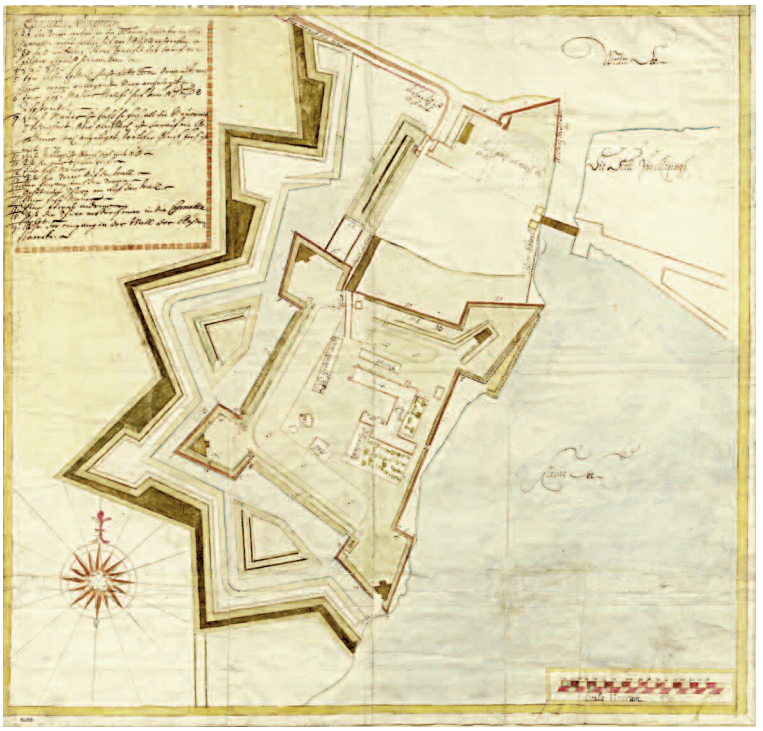


Fig. 3. Jönköpings slott 1682. Detta är den mest detaljerade och tillförlitliga ritningen av slottet som finns bevarad. Av Erik Dahlbergh. I Krigsarkivet, SFP Jönköping nr. 021a. —Jönköping Castle in 1682. The most reliable plan of the fortress available today. Made by the famous Swedish architect Erik Dahlbergh.

Fig. 4. Jönköpings slott vid slutet av 1600-talet. Förlaga till kopparstick i Erik Dahlberghs *Suecia Antiqua et Hodierna*. —Jönköping castle in the late 1600s.

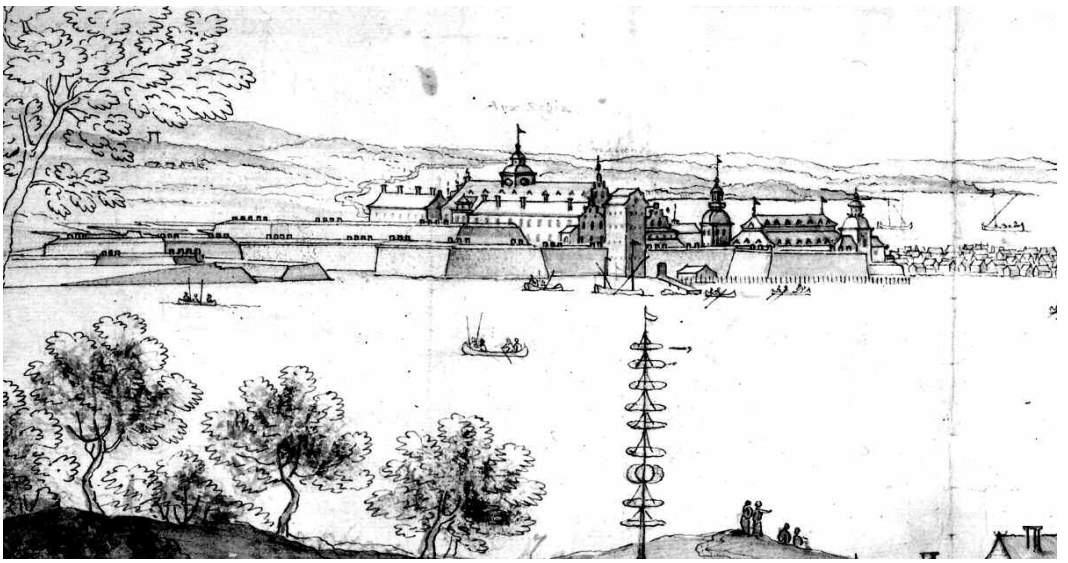


Fig. 5. Välbevarat murverk på insidan av embrassyr i norra flanken av bastion Carolus, uppfört omkring 1611. Foto Robin Gullbrandsson, Jönköpings läns museum. —Well-preserved masonry inside an embrasure in the northern flank of the Carolus bastion.

sökningar i det sydöstra hörnet av det 10 hektar stora fästningsområdet. De avslöjade oväntade skillnader i murverkets kvalitet. De västra och norra flankerna på bastion Carolus varierade kraftigt i murtjocklek. Ännu värre var att murkärnan i den västra flankens fasad, där man kunde ha väntat sig solida murar, visade sig bestå av jord blandad med lösa rivningsmassor och tegelskrot (Pettersson 2014, s. 114 ff). Detta var bara ett av flera observerade exempel på till synes illa utfört hantverk, ett byggfusk som kunnat äventyra fästningens säkerhet under en belägring. Dessutom visade det sig att bastion Carolus byggts på otillräckliga fundament. Att fästningens sydöstra hörn genomgått svåra sättningar och hotat rasa är känt från skriftliga källor. Redan 1617 bad byggmästare Fleming kungen om tillstånd att demontera några partier av murverket där man upptäckt allvarlig sprickbildning (Munthe 1902, s. 234). Kungen tillät emellertid inte detta, eftersom relationen med Danmark hade försämrats och man behövde hålla fästningen stridsberedd.

Det fanns således all anledning att närmare undersöka dessa en gång så mäktiga murar som i verkligheten varit något av ett bländverk: imponerande att skåda men föga lämpade för sin uppgift. Nu återstod dagermurar upp till 1,5 meters höjd, huvudsakligen uppbyggda av otuktad respektive kluven granit och gnejs, fältsten som bör ha hämtats lokalt (fig. 5). Fogarna var utfyllda med mindre stycken av lerskiffer, sandstensflis eller i undantagsfall bitar av tegel. Som hörnkedjor och runt muröppningar hade välhuggna block av gulaktig Visingsösandsten utnyttjats. Notera att sten, tegel, kalk och timmer har fraktats in till fästningsbygget. Rimligen har man främst använt sig av båttransporter. Strax söder om Jönköpings slott, på Munksjöns västra strand, utvisar platsnamnen *Stora* och *Lilla Limugnen* var inforslad kalksten bränts under 1700-talet. Spår efter en arbetsyta med lämningar efter kalkbränning påträffades 2010 vid markarbeten inför bygget av Rättscentrum, något närmare fästningsområdet. Detta skulle kunna vara läget för en äldre ugn som försett slottsbygget med kalk till murbruk. Traditionen ger vid handen att transporterna av kalksten (limsten) främst ombesörjdes med så kallade råbockar, öppna enmastade fraktskutor hemmahörande i Harge i Närke, som seglade ner sin last över Vättern (Malmquist 1986, s. 33; Pettersson 2006, s.6).

Hur man gör kalkbruk

Vid tillverkning av kalkbruk bränner man lämplig kalksten vid en temperatur kring 900° C. Den återstående kalkoxiden (CaO) släcks därefter med vatten varvid kalciumhydroxid bildas under kraftig värmeutveckling. I förmodern tid lagrades den släckta kalken därefter i öppna kalkgropar för eftersläckning. Regnet lakade där ur oönskade salter. Det färdiga bruket innehåller släckt kalk (pasta), eventuella obrända kalkstensbitar, träfragment från bränslet samt andra orenheter. Det kan handla om släckningsklumpar av lera och orga-

niskt material samt silt/finsand som tillsammans benämns »filler». Därefter tillsätts ballast, oftast i form av sand, för att uppnå den önskade arbetskonsistensen. Mängden kan beräknas som enbart volymen av tillsatt sand eller som den totala mängden ballast inklusive släckningsklumparna. Bruk med mindre än 50% total ballast betecknas som fett bruk. Kalkpasta med mer än 8% släckningsklumpar kallas hydraulisk kalk och kan inte användas i vanligt murbruk (Storgård 2006, s. 15; www.hnbyggnadsvard.se/kunskap). Detta bruk kan däremot utnyttjas som en sorts betong och bör även i tidigmodern tid ha framställts för detta ändamål. Beroende på mängden av föroreningar betecknas bruket som svagt hydraulisk till höghydraulisk kalk.

När murbruket rörs upp med vatten bestäms dess grad av homogenisering, ett tydligt kvalitetskriterium för brukets hållbarhet. Själva murningen tillför ytterligare en faktor av stor betydelse för brukets funktion, nämligen systemet av hålrum och så småningom torrsprickor som ska säkra att bruket dränerar väggen som det är tänkt (Nitz 1998). Efter en viss tid kommer vattentransporten genom materialets sprickor och hålrum att avsätta återkristalliserad kalksten och täppa till en del av porerna i bruket. Balansen mellan ett tillräckligt stort hålrumssystem och en god fördelning av hålrummen, så att brukets hållfasthet inte komprometteras, utgör ännu ett mått på brukets kvalitet.

Att analysera och tolka murbruk

Strukturen är avgörande för förståelsen av murbruk, från framställningen till dess användning. Mikroskopering av tunnslip är därför den mest användbara analysmetoden eftersom den ger alla nödvändiga data i fråga om föroreningar samt ballastens sammansättning och sortering. Studiet av murbruk baseras i allmänhet – främst av ekonomiska orsaker – på makroskopiska beskrivningar och jämförelser där målet är att försöka synkronisera, alternativt särskilja, olika byggnadsfaser (Feldt & Modén 2001). Sådana undersökningar har dock länge kompletterats med enstaka tunnslipsanalyser för att mer generellt belysa murarhantverket och framställningen av murbruk (Nitz 1998).

När det gäller arbetet med byggnadsfaser har Bo Nitz (1998, s. 11) påpekat det källkritiska förhållandet (för såväl makro- som mikroskopiska analyser) att det sannolikt inte har varit ovanligt eller förknippat med några större problem att under en produktionsetapp byta sandtag om en tidigare materialkälla tog slut. Vidare ska man inte övertolka skillnader i brukets kvalitet. Nitz har kunnat se vissa kvalitetsskillnader i prov av 1100- och 1200-talsmurbruk från Linköpings slott. Men han räknar bara i några fall dessa som avsiktliga och ändamålsenliga. Detta gäller till exempel bruket i kreneleringen på ett tegeltorn från sent 1200-tal (ibid. s. 5). Man får nog räkna med att en murare har kunnat acceptera en viss variation i brukets kvalitet om inte konstruktionen som sådan ställde speciella krav.

Ytterligare en källkritisk aspekt att beakta är att bruk som analyseras är ett resultat av minst tre olika processer vilka kan vara helt oavhängiga av varandra. Ta kalkbruk som exempel. Först har man tagit till vara kalken som därefter bränts och släckts, en process som bestämde förekomsten av obrända kalkkorn, släckningsklumpar (orenheter) och eventuella träkolsrester i proverna av det färdiga, använda bruket. I nästa skede har den släckta kalken blandats med ballast. Slutligen har någon murat med kalken, vilket gett upphov till hålrum och spricksystem. Muraren och kalkbrännaren var förmodligen inte samma person, sannolikt levererade den senare endast den släckta kalken. Därefter stod muraren eller murarmästaren för blandningen av bruket, där mängden ballast och homogeniseringen av blandningen bestämdes genom omrörning och eventuellt vispning. Han var i sin tur avhängig av den som valde ut och levererade sand till ballast. Den varierade i sammansättning och sortering beroende på vilken sandtäkt som utnyttjades. Sanden var dock troligen ett lokalt material från trakten där byggnationen ägde rum. Möjligen kan det hydrauliska kalkbruket, som måste torrblandas, skilja sig på denna punkt.

Denna flerstegsprocess innebär att variationen vi ser i olika murbruks sammansättning och utseende beror på faktorer som kan ha varit helt oavhängiga av varandra och vars förändringar därför inte behöver ske samtidigt. Det kan inte uteslutas att man under samma byggnadsskede har bytt leverantör eller proveniens av såväl kalk som ballast. Petrografiskt är det inte möjligt att

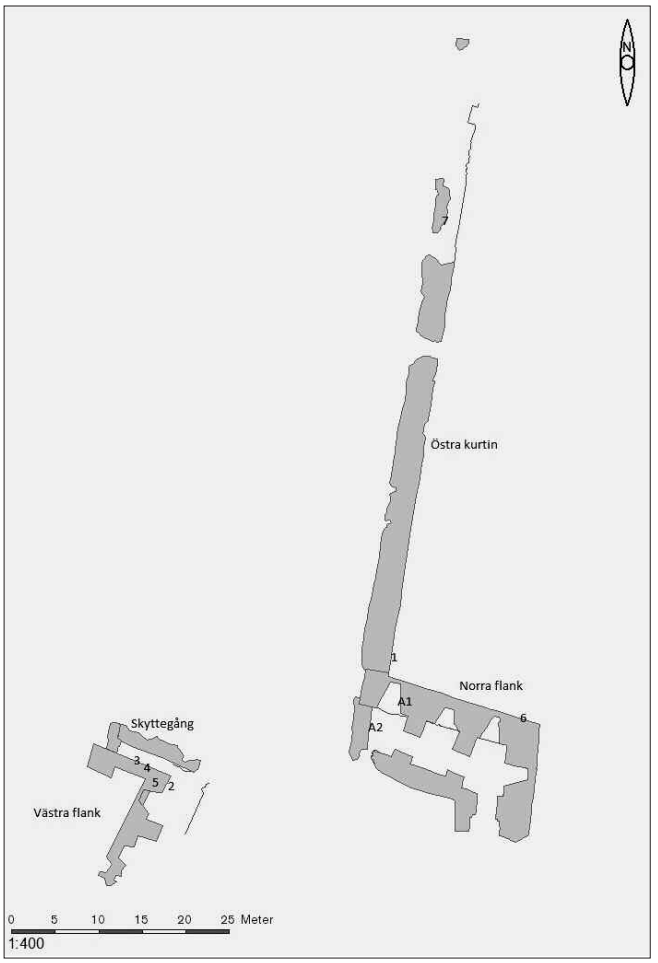


Fig. 6. Murbruksprovernas placering i ruinen efter bastion Carolus, det sydöstra hörnet av 1600-talsbefästningarna kring Jönköpings slott. —Mortar sample location. Kurtin = curtain wall, flank = flanck, skyttegång = musket gallery.

bestämma ursprung på den brända kalken. Det är möjligt att det skulle kunna gå att få fram en kemisk signatur på den kalksten som använts, men man måste då också räkna med förekomsten av numera okända, kanske helt utbrutna kalkstenstäkter. Den tillsatta sanden kan förvisso ha en karakteristisk mineralogisk sammansättning, men även här är en proveniensbestämning avhängig av att det föreligger prover från just den eller de täkter som kan ha använts.

Trots denna brasklapp om råmaterialets betydelse för en analys bör det likväl vara ett rimligt antagande att bruk som stämmer överens i såväl råmaterialsammansättning som kvalitet med större sannolikhet tillhör samma byggnadsfas än bruk som klart avviker från varandra. Man skall emellertid vara försiktig med att övertolka de skillnader som upptäcks. Innan man bedömer variationer i murbrukets sammansättning och kvalitet som tecken på olika byggnadsfaser måste man först överväga om inte förklaringen i stället kan ligga i att olika krav har ställts i olika delar av ett stort byggnadsverk.

Det varierande murbruket i Hans Flemings fästningsbygge

För att närmare studera kalkbruket i 1600-talets fästningsmurar i bastion Carolus togs nio prover ut för tunnslip i samband med de arkeologiska undersökningarna 2011–12 (fig. 6). Ole Stilborg har analyserat proverna och de kompletta resultaten ingår som bilagor i grävrapporterna (Pet-

Prov	Plats	Silt/ Finsand	Pasta %	Hålrum %	Släck-ningskl. %	Ballast korr. f. hålrum %	Max. korn-stl. mm	Sprick-system	Noter
TSA1	N flank O embrassyr	-	63	9,5	4	33	3,7	*	Väl-homog.
TSA2	N flank V mur	*	73	22	2	27	2,3	+	Dåligt homog.
TS1	Ö kurtin S ände	-	74	17	4	22	2,5	-	Dåligt homog.
TS2	V flank, N kassematts V mur	--	55	17	7	38	3,4	*	Väl-homog.
TS3	V flank, skytteg. S-mur. Puts	--	62	16	3	35	2	*	Väl-homog.
TS4	V flank, skytteg. S-mur. Murbruk	--	72	7	1,5	26	1,2	*	Väl-homog. Välsort. ballast
TS5	V flank. Gl. murbruk i murkärna	+	92	7	?	8	1,7	*	Kalk/ lerbruk Dåligt homog.
TS6	N flank, NO hörn	--	63	8	6	31	2	-	Väl-homog.
TS7	Ö kurtin N del. N om sentida brott	+	78	1	4	22	2,9	E O	Hydr-auliskt

Tab. 1. Gruppering av proverna utifrån analysresultaten. Grupp 1 i fetstil, grupp 2 i kursiv; - = fattig, * = medium, + = rik; E O = ej observerat. —Table of the analytical results. Group 1 in bold, group 2 in italics. - = poor, * = medium, + = rich; E O = not observed.

tersson 2012; 2014; manus). Proverna hämtades från bastionens västra flank och skyttegången där, från murpartier tillhörande den norra flanken samt från olika delar av fästningens östra kurtin (sträckmuren utmed Munksjöns strand).

Prov nr 5 härrör från en äldre byggnadsfas. Det utgörs av ett murbruksfragment, rivningsmaterial som återanvänts i fyllningen till murkärnan i den västra flankens fasadmur omkring 1605. Detta äldre murbruksprov består av en dåligt homogeniserat blandning av kalk- och lerbruk. Sandkornen i lerdelarna är sannolikt ett naturligt inslag, medan sanden i kalkdelarna bör vara en tillsatt ballast av samma typ som i de rena kalkbruken, fastän mängden inte uppgår till mera än 8% (volym).

Fyndkontexten visar att detta bruk tillhör ett äldre byggnadsskede och dess sammansättning skiljer sig också markant från de prover som hämtats från fogar i bastionens 1600-talsmurverk. Just detta parti av bastionen, dess västra flank, utmärker sig genom att här förekommer sekundärt utnyttjat tegel som förskalning, skolsten och utfyllnad. Det har framhållits hur anmärkningsvärt det är att en mur i utsatt läge inte konstruerats som en fullmur, utan i stället upp-

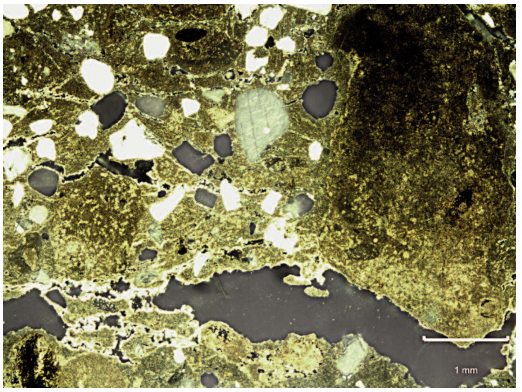


Fig. 7. Prov 4. Mikroskopfoto av tunnslip med välhomogeniserat bruk. Krysspolariserat. —Microscope photo of thin section from well homogenized mortar. Crossed Nicols.

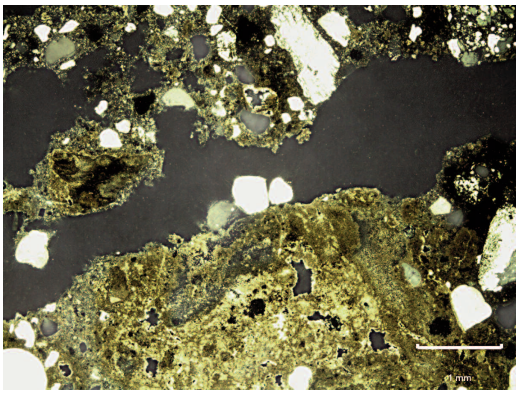


Fig. 8. Prov 1. Mikroskopfoto av tunnslip med dåligt homogeniserat bruk. Krysspolariserat. —Microscope photo of thin section from poorly homogenized mortar. Crossed Nicols.

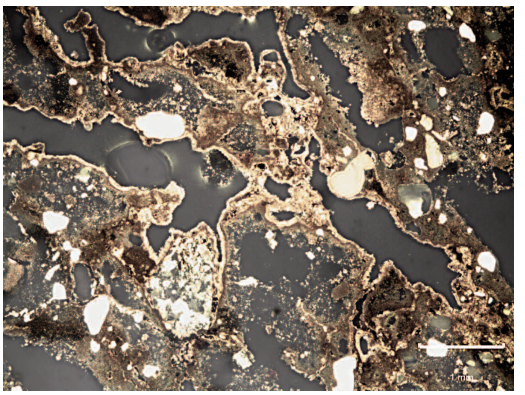


Fig. 9. Prov A2. Mikroskopfoto av tunnslip med dåligt homogeniserat bruk. Krysspolariserat. —Microscope photo of thin section from poorly homogenized mortar. Crossed Nicols.

förts som något av en skalmur vars hålrum fyllts med mindre murbrockar, tegelskrot och bitar av lossbrutet kalkbruk som prov 5 (Pettersson 2014, s. 114). Trots dessa omständigheter är det inte självklart att provet i sig representerar en äldre murbrukstyp. Tvärtom förekommer bruk med en stor andel lera och mindre kalkinblandning främst i de partier på Linköpings slott som dateras till 1700- och 1800-talen (pers. medd. Ann-Charlott Feldt, Östergötlands museum). Kalkbruk, såväl som kalk/lerbruk och hydraulisk kalk, har varit kända och använda som murbruk sedan romartiden. Det behövs en lokal murbrukskronologi för att avgöra om det just i Jönköping har förekommit en äldre hantverkstradition där denna typ av kalk- och lerbruk utnyttjats.

Sju murbruksprover kunde på basis av mängdförhållandet mellan kalk och ballast, samt ballastsandens mineralogi och sortering, delas upp i två grupper (tab. 1). Den ena gruppen omfattar prov från kurtinmurens anslutning till bastion Carolus norra flank (prov 1), från den norra flankens provisoriska västra mur (prov A2) samt från förbindelsegången in till den södra kurtinens skyttegång (prov 4, fig. 7). Dessa kalkbruk är ganska feta med en ballastmängd mellan 22 och 26%.

Fig. 10. Skarv mellan fasadmuren i bastion Carolus norra flank och det sekundära murparti varifrån provet A2 hämtats. Notera att den provisoriska murens anslutning täcker vad som ursprungligen avsetts bli en dagermur. Foto Claes Pettersson, Jönköpings läns museum. —The joint between the facade in the northern flank of the Carolus bastion and the makeshift wall from which sample A2 was taken. Note that this temporary wall covers fine sandstone ashlar masonry that was meant to be visible.

Till prov 4 vid skyttegången har dock använts en finare och bättre sorterad sand som ballast än vad som är fallet i de två andra proverna. Det finns dessutom tydliga och intressanta kvalitetsskillnader. Murbruksproverna A2 och 1 är dåligt homogeniserade (fig. 8–9) medan prov 4 är välhomogeniserat, vilket betyder att ballasten är jämt fördelad. Bruket A2 (fig. 9) är dessutom avgjort mera slarvigt påfört än de båda andra, vilket ses genom att bruket har fler och större hålrum än prov 1. I båda fallen beror skillnaden i kvalitet på hur mycket tid och omsorg som har lagts ner på blandningen av bruket respektive murningen. Brådskan i arbetet är ytterligare ett argument för att proverna 1 och A2 hör till samma byggnadsfas.

Fyra andra prover (A1, 2, 3 och 6) omfattar murbruk från både bastionens norra och västra flank samt puts från förbindelsegången in till den södra kurtinens skyttegång. De verkar representera en byggnadsfas där man har använt ett relativt sett magrare, fett kalkbruk med ballast av en granitisk sand där även sandstenskorn ingår. Denna grupp av prover binds således ihop av att samma råmaterial har använts till ballasten. Byggnadshistoriskt skulle detta kunna tala för att man arbetade samtidigt på bastionens norra och västra flank. Kvalitetsmässigt är det ingen skillnad vare sig på brukets homogenitet eller på den murning som utförts med bruket.

En koppling mellan analysresultat från proverna i den första gruppen, byggnadsarkeologiska observationer och vad som är känt av historiska händelser ger en intressant bild. På den äldsta detaljerade ritningen av slottet som finns bevarad, en perspektivbild utförd av slottsarkitekten Hans Fleming omkring år 1605 (fig. 2), ser man en lägesrapport från byggarbetsplatsen. Fleming har ansträngt sig för att ge en trovärdig bild av hur långt bygget framskridit, antagligen för att bilden ingått som en illustration i rapporteringen till Karl IX och riksrådet, folk som var väl förtrogna med förhållandena på platsen. Flera detaljer i denna avbildning har också kunnat kontrolleras mot de senaste årens arkeologiska resultat (se t.ex. Pettersson & Winroth 2010b, s. 11 ff). Hos Fleming syns bland annat den södra kurtinens skyttegalleri med förbindelsegången in till den västra flanken i bastion Carolus. I denna flank avbildas tre kanonvärn som undersöktes år 2012, medan ett nästan färdigställt skyttegalleri avslutar bygget längs bastionens södra sida. Längre har man enligt den ansvarige byggmästaren inte kommit vid redovisningstillfället.

Några år senare, på sommaren 1612, utsattes som sagt det ännu inte färdigställda Jönköpings

Fig. 11. Oregelbundet stenfundament till den östra kurtinens norra del. Lagret med hydrauliskt bruk syns till höger i bild. Avslutningen på den massiva fullmuren i kurtinens södra del kan anas i bakgrunden. Foto Claes Pettersson, Jönköpings läns museum. —The highly irregular foundations for the northern part of the eastern curtain wall. The layer of hydraulic mortar is visible to the right. The end of the solid stone wall can be made out in the background.

slott för en kortvarig dansk belägring (Engkvist 2014, s. 73). Det murparti varifrån prov A2 hämtats har tolkats som en provisorisk västvägg som satts in i bastion Carolus i syfte att göra en byggarbetsplats någorlunda stridsberedd (Pettersson 2012, s. 32). Efter Kalmarkrigets slut, då Sverige befann sig i ett brydsamt statsfinansiellt läge på grund av Älvsborgs andra lösen (NE bd 20, s. 401), förändrades byggplanerna för vad som återstod att göra på Jönköpings slott. En planerad skyttegång längs fästningens östra sida ströks och i stället uppfördes kurtinen här som en enkel fullmur. Ett av de båda murbruksprover (A2) som hämtats från murpartier uppförda under dessa bekymmersamma förhållanden uppvisar också spår av brådska och bristande omsorg. Det är kanske inte så förvånande?

När det gäller övriga analyserade murbruksprov från bastion Carolus uppvisar den andra gruppen (A1, 2, 3, 6) stora likheter, trots att de hämtats från delar i byggnaden som inte verkar ha uppförts samtidigt. Proverna bör således snarast representera det bruk som normalt användes då fästningsmurarna restes under 1600-talets första årtionde. Att prov 4 uppvisar avvikande drag skulle möjligen kunna förklaras med att man här murat en tegelförskalning. Samtidigt passar det prov som hämtats från puts på samma väggparti väl in bland proverna i grupp 2. För en förklaring till dessa variationer skulle fler prover från bastionens murverk behöva analyseras.

Prov 7 hämtades från fästningens östra kurtin; det togs ca 50 meter norr om prov 1 (fig. 5). Resultatet av analysen tyder på att detta var en extra problematisk del av byggprojektet. Eller var muravsnittet lågt prioriterat i Kalmarkrigets efterspel? Man verkar inte har uppfört någon fullmur här över huvud taget. Bakom en enkel rad med syllstenar fanns i stället ett friliggande lager med murbruk som prov 7 togs ifrån (fig. 11). Materialet visade sig vid analysen vara radikalt annorlunda än övriga murbruksprover (fig. 12).

Precis som prov 5 rör det sig om en blandning av lera och kalk, men i detta fall är det frågan om ett hydrauliskt bruk, vilket betyder att råmaterialet är en naturligt lerförorenad kalksten. Resultatet av bränningen blev en naturlig blandning av dessa två material. Kort efter att en sådan hyd-

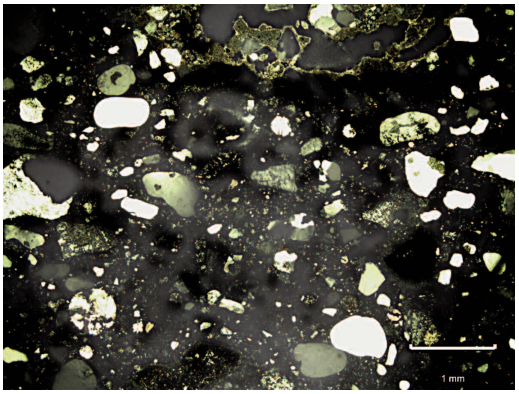


Fig. 12. Prov 7. Mikroskopfoto av tunnslip av hydrauliskt bruk. Krysspolariserat. —Microscope photo of thin section of hydraulic mortar. Crossed Nicols.

raulisk kalk har släckts med vatten blir den mycket hård och ballasten, här totalt 22% sand, har därför fått torrinblandas. Det hydrauliska bruket karaktäriseras av att vara både betonglikt hårt och tätt med mycket få hålrum och inget spricksystem. Det är därmed inte lämpligt mellan stenar eller tegel i en mur, men väl som betong. Sanden i prov 7 är av ungefär samma kvalitet som i kalkbruken, men uppvisar en annan mineralogi. Utifrån de historiska källorna tillhör denna del ett sent skede i bygget av slottets inre befästningsgördel, vilket skulle kunna förklara den mineralogiska skillnaden. Man kan också tänka sig att det hydrauliska bruket var en specialbeställning som kom färdigblandat (tillsätt bara vatten!) vilket medförde att ballasten i detta fall inte har ett lokalt ursprung.

Att befästningsverket fått en annorlunda utformning i just detta parti har sannolikt flera orsaker. Viktigast var de problem som uppkom vid uppförandet av tunga murar på en sandstrand. Förhållandena blev inte bättre av att man helt underlät att påla eller lägga erforderliga rustbäddar av timmer under fästningens östra kurtin. Ett ca 50 meter långt parti norrut från bastion Carolus där en 3,5 till 4 m tjock fullmur verkligen uppfördes hade inte förberetts med några större markarbeten. I stället ställde man muren direkt på sanden i en nisch som bildades av den naturliga strandbrinken. Orsaken till denna anmärkningsvärda förenkling med dess utelämnande av välbehövliga fundament är idag svår att avgöra. Kanske handlade det om besparingsåtgärder även här? Om att minska kostnaderna för såväl material, transporter som arbete? Eller var det frågan om arbete under tidpress? Kanske ligger sanningen i en kombination av båda dessa faktorer. Resultatet blev hur som helst de uppenbara problem med sättningar och sprickbildning, rent av rasrisk som observerades i bastion Carolus kort efter färdigställandet. De arkeologiska undersökningarna visar att man även här byggt på otillräckliga eller rent av obefintliga fundament.

Samtidigt som den nya bastionen hotade att falla samman närmade sig uppförandet av fästningens östra kurtin det kanske svåraste avsnittet, byggtekniskt sett. För ungefär mitt emellan den östra sidans båda bastioner löpte muren mycket nära Munksjöns strandlinje. Detta dessutom i ett område där sjöbottnen sluttar brant och där stranden var utsatt för ständig erosion genom kraftiga strömmar mot sjöns utlopp i Vättern. Dateringar av strandskoningar och pålrader visar att problemet var välbekant redan på franciskanklostrets tid under 1400-talet och i samband med följande sekels kungliga slott (Linderson 2012; 2013). Resultatet blev att bygget av fullmuren avbröts halvvägs, något som också antyds av en annars svårförklarlig vinkel på sträckmuren som den avbildas på Hans Flemings perspektivplan från 1617 (fig. 2).

I stället förefaller den norra delen av fästningens kurtin längs Munksjön ha utformats som en jordvall, förstärkt med en låg revetering av sten längs utsidan. Men under vissa delar av denna vall har en gjuten platta, enligt analysen bestående av ett hydrauliskt, betongliknande bruk, placerats som ett fundament. Orsaken tål emellertid

att diskuteras. Vågade de ansvariga för fästningsbygget inte gå vidare med en tung fullmur i detta utsatta parti? Och hur påverkade Hans Flemings död år 1623 fästningsprojektets slutförande? Vad man vet är att Gustav II Adolf själv så sent som år 1630 frågade de ansvariga varför »hålet i muren mot sjön» ej blivit igensatt (Munthe 1902, s. 242). Att problemen kvarstod syns bland annat på den ritning som Erik Dahlbergh upprättade över fästningen år 1682 (fig. 3). De mest utsatta delarna, framför allt bastion Christina i det nordöstra hörnet, skyddades då mot vattenerosion av kraftiga pålverk i flera rader. Dessutom har Dahlbergh diskret markerat avvikande konstruktion på den norra delen av kurtinen genom att inte dra en heldragen linje på dess insida.

Att veta vad som brukligt är

Vår begränsade studie av murbruk från bastion Carolus har lämnat betydande bidrag till diskussionen om 1600-talsbefästningens byggnadshistoria. Vi har också belagt tydliga kvalitetsskillnader inom olika delar av den sydöstra bastionen, Carolus, samt i kurtinmuren längs Munksjöns strand. Dessa variationer kan till dels förklaras med brådska som kan ha förorsakats av kända historiska skeenden, som till exempel belägringen 1612, men man skall inte heller bortse från möjligheten av mer eller mindre medvetet byggfusk.

När det gäller murverk är begreppet kvalitet en fråga om hur mycket tid man lägger på utförandet: på att blanda bruket och på att mura. De analyserade proverna från Jönköpings slott representerar de tre vanligaste typerna av bruk – kalkbruk, kalk-/lerbruk samt hydrauliskt bruk. Det handlar om funktionella varianter som murarmästare har begagnat sedan antiken. Det rena lerbruket saknas i vårt insamlade provmaterial. Emellertid har sådant bruk konstaterats på utgrävningsfältet i samband med dokumentationen av en äldre byggnad vars lämningar delvis hade byggts över och inkluderats i fästningens östra kurtin vid mitten av 1610-talet (Pettersson 2012, s. 30). Här hade en större ugnskonstruktion murats upp med lerbruk och återanvänt tegel.

Slutsatsen av de här aktuella murbruksanalyserna är att metoden har stor potential vid byggnadsarkeologiska undersökningar. Med ett utökat antal analyser från olika platser, olika perioder och olika typer av byggnader kan ett användbart referensmaterial byggas upp. Utöver vad vi ser i nuläget kommer då givetvis ett antal nya varianter att tillkomma. Därmed får vi förhoppningsvis möjlighet att följa vissa traditioner i hantverket över längre tid och spåra förändringar som skett: traditionsutveckling på såväl ett lokalt som ett överregionalt plan.

Bruk är essentiellt för en mur och avgörande för dess hållfasthet och förmåga att motstå nedbrytande krafter. Därför blir också frågan om huruvida bruket håller tillräckligt hög och rätt kvalitet för den plats och den funktion som avses central. Föreliggande studie av murbruk från 1600-talets murverk på Jönköpings slott visar hur analysresultaten under gynnsamma förhållanden kan kopplas till kända historiska skeenden och därigenom tydliggöra, ibland kanske också problematisera det förflutna. Det är en metod som förtjänar att testas på andra byggnader i syfte att söka en tillkomsthistoria som ofta visar sig vara mer komplex än vad de skriftliga källorna ger vid handen!

Referenser

Björkman, R., 1917. *Det forna Jönköping. Jönköpings historia, första delen*. Jönköping.

Engkvist, S., 2014. Jönköpings slott och garnison. Ett slotts uppgång och fall. Nordman, A-M. et al. (red.). *Stormaktsstaden Jönköping*. Jönköping.

Feldt, A-C. & Modén, E., 2001. *Murbruk som källmaterial. Linköpings slott, Linköpings stad, Ög. FOU-projekt*. Rapport Östergötlands Länsmuseum 2001:19. Linköping.

Gullman, J., 1999. *Murbruksprov från Linköpings Slott – provserie 2*. Rapport Scancem Research – bilaga i Feldt & Modén 2001.

Karlson, B.E., 1996. *Bebyggelse i Jönköping 1612–1870: Produktion, rekreation*. Jönköping.

Linderson, H., 2012. *Dendrokronologisk analys av en arkeologisk förundersökning vid Västra kajen i Jönköping*. Nationella Laboratoriet för Vedanatomi och Dendrokronologi, rapport 2011:29. Lund.

– 2013. *Dendrokronologisk analys av Västra Kajen/ Jönköpings slott, Jönköping*. Nationella Laboratoriet för Vedanatomi och Dendrokronologi, rapport 2013:25. Lund.

Lovén, C., 1999. *Borgar och befästningar i det medeltida Sverige*. Stockholm.

Malmquist, Y., 1986. *De seglade på Vättern*. Uddevalla.

Munthe, L. W:son, 1902. *Kongl. Fortifikationens historia I. Svenska fortifikations¬väsendet från nyare tidens början till inrättandet af en särskild fortifikationsstat år 1641*. Stockholm.

NE *Nationalencyklopedin*, bd 20 1996, uppslagsordet *Älvsborgs lösen*. Huskvarna.

Nitz, B., 1998. *Mikroskopisk undersökning av murbruksprov från Linköpings Slott*. Rapport – bilaga i Feldt & Modén 2001.

Nordman, A-M.; Nordström, M. & Pettersson, C. (red.). 2014. *Stormaktsstaden Jönköping. 1614 och framåt*. JASS 3. Jönköping.

Pettersson, C., 2006. *En god hapn för Båther och Skuter*. Jönköpings läns museum, arkeologisk rapport 2006: 11.

– 2012. *Murar på stranden – bastion Carolus och sjömuren. Arkeologiska förundersökningar inom RAÄ nr 49:1, 50:1 och 137:1, Jönköpings slott, inför bostadsbyggnation inom kvarteren Väster 1:1 och Götaland 5, Jönköpings stad och kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum, arkeologisk rapport 2012:17.

– 2014. Fram i ljuset – utgrävningar på Jönköpings slott. Nordman, A-M. et al. (red.). *Stormaktsstaden Jönköpin*g. Jönköping.

– manus. *Fästning byggd på lösan sand. Jönköpings slott – bastion Carolus, sjömuren och stranden. Särskilda arkeologiska undersökningar A44/12, A45/12, A71/13, A72/13, förundersökningar A206/11, A132/13, A133/13 samt pedagogikprojek*tet *A124/12 inom RAÄ 137, Jönköpings slott, år 2012–2013 inför bostadsbyggnation och ny lokalgata inom kv. Väster 1:1 och Götaland 5. Jönköpings stad och kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum, arkeologisk rapport.

Pettersson, C. & Winroth, L., 2010a. *Ekot av ett slott. Georadarundersökning inom Västra kajen, RAÄ 137, slottsområdet, Jönköpings stad i Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum, arkeologisk rapport 2010:12.

– 2010b. *Gustav Vasas rundtorn och bastion Gustavus. Georadarundersökning inom slottsområdets sydvästra del. RAÄ 137, Jönköpings stad och kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum, arkeologisk rapport 2010:81.

Stilborg, O., 2012. *Kalkbruk från Bastion Carolus*. SKEA rapport. Sturefors.

Storgård, O., 2006. *Kalk*. Københavns Erhvervsakademi.

Summary

Mixing raw materials in order to achieve a specific quality and meet a practical need means that cultural history is integrated into the resulting mixture. These concealed data may be interpreted and turned into knowledge on the basis of traditional and present-day technological understanding of raw materials and processes. Mortar is a material where a series of choices from the selection of raw materials to mixture and homogenisation and finally application reveals differing strategies. The aim is to achieve a material capable of fixing stones or bricks in a wall, while protecting them from the effects of frost. Structural phases in a building may be discerned through different mixtures of mortar, but variations in the quality of the construction sequence can also be quite telling.

From Roman times on, mortars of lime, of clay, of a mixture of both and of impure lime (hydraulic mortar) have been used. The latter is a kind of concrete, combining functions from the three other varieties. Complex materials like mortar are preferably studied in thin section under a polarizing microscope, as this method provides an insight into all the aspects mentioned above. This is illustrated by nine mortar samples taken from the ruins of Jönköping castle.

Originally a Franciscan friary taken over by the Crown after the Reformation, Jönköping castle was re-built and enlarged during the first half of the 17th century. It protected a strategically important border location against Danish attack. The fortress had not yet been completed in 1612 when Danish forces laid siege to it, but the garrison held fast. Altered borders made the castle obsolete after the Roskilde Peace Treaty in 1658. The main buildings were destroyed in a fire in 1737 while the last fortifications were demolished in 1871.

Excavations in 2011–12 uncovered the remains of the castle's south-east bastion, Carolus. Mortar analyses revealed two building phases and examples of shoddy workmanship. A surprising discovery was that mortar concrete had been used as foundation for an earthen bank built in place of a planned stone curtain wall. So, together with the written sources and period drawings, the study of mortar from Jönköping castle has provided valuable insights into the complex building process of this once formidable-looking fortress, revealing it as a case of 17th century jerry building.