

## Bilaga 8. Gjutformsanalys

Av Ole Stilborg, SKEA Stilborg Keramikanalys

”Kyrkklockor med mera gjutas efter beställning”

### Inledning

På uppdrag av arkeologerna John Hamilton och Mathias Bäck, RAÄ UV Mitt (fr.o.m. 2015 SHMM, Arkeologiska uppdragsverksamheten), har SKEA studerat och analyserat ett urval av gjutformsrester samt lertätning från en klockgjutningsgrop i Botkyrka (Botkyrka 730). Klockan har gjutits/omgjutits till kyrkan, sannolikt på 1600-talet.

Klockgjutningsgropar har tidigare utgrävts bl.a. i Skänninge (ÖG, Lindberg 2009:33ff), i Skuttunge (UP, Seiler & Östling 2008:75 och 139ff) och i Bunkeflo (SK, Lövgren m.fl. 2007:237ff). I de två senare fallen rör det sig om två anläggningar och två klockgjutningstillfällen varav det äldre dateras till 1200–1300-tal och det yngre mellan 1400 och ca 1650 e.Kr. I Dyhagen, Skänninge rör det sig om en eller två klockgjutningar i samma grop, båda med dateringar till 1200–1300-tal och dessutom om spår efter gjutning av mindre föremål.

Inga analyser på gjutformsresterna har utförts i samband med dessa undersökningar utöver en makrofossil bestämning av halm som magringsmedel i gjutformen till den äldre av Bunkeflo-gjutningarna och motsvarande bestämning av växtmaterial och möjligen chamotte (tegel/bränt lera) i gjutformsfragment från Dyhagen, Skänninge (op. cit). Det saknas således detaljerad kunskap om val av råmaterial, godssammansättning och godskvalitet samt eventuella flerlager-konstruktioner. Från arkeometriska studier av samtida gjutning av gulmetallgrytor i bl.a. Uppsala, Västerås och Jönköping (se Stilborg 2008 för översikt och litteratur) har vi en god inblick i variationerna i ovan nämnda parametrar i tid och rum samt mellan samtida gjutare inom samma ort. Det är tydligt att teknologin bakom konstruktionen av grytgjutformarna har sina rötter i den sena järnålderns gjutformar. Vanligtvis har man valt en grov, osorterad/sorterad, finsandrik och något sandig lera, som har magrats med mellan 10 och 30 % växtdelar/brunnen gödsel. Ibland har innerformen gjorts av två lager av olika leror medan ytterformen (av konstruktionstekniska orsaker) alltid består av två lager vanligtvis av samma lera.

Frågan till en analys av gjutformsrester från klockgjutningen gäller således huruvida teknologin har varit den samma som vid konstruktionen av grytgjutningsformerna. Vidare undras om lera är lokal och om samma lera har använts till lertätningen runt eldkammaren. Vid genomgången av fyndmaterialet inför provtagningen upptäcktes en del gjutformsfragment av dimensioner och former som inte stämde överens med resterna av klockgjutningsformen. En av dessa formrester har dimensioner, form och användnings-spår (reducering från den smälta metallen) gemensamt med bendelarna från en grytgjutningsform. Denna identifikation vilar på SKEA:s erfarenhet av registrering av mera än 4000 benformsfragment från 12 fyndplatser med avfall från grytgjutning.

Ytterligare frågor rör därför om och på vilket sätt dessa mindre gjutformar skiljer sig från klockgjutningsformen?

### Provmaterial

För närmare studium och godsanalys utvaldes ett fragment av innerdelen till klockgjutningsformen och en del av ytterdelen från samma (prov 3 resp. 4). Därutöver valdes två grupper av fragment från mindre gjutformar – prov 1 med fragment som huvudsakligen är oxiderade och prov 2 med fragment som huvudsakligen är reducerat brända. Dessa grupper valdes ut för närmare beskrivning och eventuell tolkning av vad som kan ha gjutits i dessa formar. De har tveklöst för tunna dimensioner för att kunna vara en del av formen till gjutning av en större klocka eller vara använda för gjutning av upphängningsanordningen till samma. Bland fragmenten i prov 1 finns det sannolika fragmentet av en bengjutform. Slutligen togs ett prov av den obrända lera som har fungerat som tätning runt eldkammaren (prov 5).

#### Prov 1

Fragmenten varierar i storlek från 2,5×1,5×1 cm till 4×3,5×2 cm. De fem minsta fragmenten har en eller två, motstående, plana bredsidor utan några speciella avtryck eller formkaraktärer som kan avslöja vad som en gång har gjutits i dessa formar. De två största fragmenten samt ett mindre fragment har en konkav, slät yta och, när det gäller de två största fragmenten, en motsvarande konvex yta på andra sidan.



Fig. 1. Den reducerade gjutytan på prov 1. Det ca 1 cm tjocka gjutformsfragmentet har använts till gjutning av ett mindre föremål – möjligen ett ben till en gryta.



Fig. 2. Profilen på prov 2. Överst gjutytan som har reducerats. Fragmentets dimensioner visar att det är en del av en gjutform till ett mindre föremål.

Ett 4,5×2,5×1,1 cm stort fragment är sannolikt en del av en benform med rest av en längsgående vulst som har motsvarat en fåra i det gjutna föremålet (fig. 1). Samtliga fragment består av samma slitrika, glimmerrika lera med en maximal kornstorlek på 1–2 mm. Förutom det största fragmentet och det sannolika benformsfragmentet är alla bitar genomoxiderade. På det största fragmentet är den konkava sidan oxiderad vilket gradvis övergår i en reducerat bränd, konvex sida. Det är således den konvexa sida som är gjutytan och stycket är rimligtvis en gjutkärna i ett runt föremål. Om det rör sig om en gryta kan vi jämföra utseende och dimensioner med statistik från det stora materialet i Jönköping samt andra undersökta material i t.ex. Linköping och Västerås.

Det sannolika benfragmentet valdes till mikroskopering av tunnslip (fig. 1).

#### Prov 2

Tolv reducerat brända fragment har studerats närmare. De varierar i storlek från 1×1×0,5 cm till 5×5×1,5 cm. Det tjockaste fragmentet är 2,2 cm tjockt. Två bitar är för små för att kunna lämna vidare upplysningar. De förefaller dock vara av samma gods som majoriteten av de andra bitarna. Tre fragment – inklusive det största – har en ljus gråbränd, plan yta som tolkas som gjutytan. Den ger tyvärr inte

ytterligare upplysningar om typen av objekt som har gjutits. Två fragment, däribland det tjockaste, har en plan till lätt konvex gjutyta, som dock är mycket vittrad. Två fragment är avlånga. Det ena tycks vara plant men är mycket vittrat medan det andra har en gjutyta med ett tydligt konkav tvärsnitt. Motsatta sidan är konvex och likheten med en gjutform till ett grytben är ganska stor. Ytterligare ett fragment kan vara från en form för ett grytben. Gjutytan är emellertid bredare och mindre konvex. Slutligen finns i materialet en mera formlös bit som också tydligt avviker i godset med enstaka stora bergartskorn upp till 6–7 mm i storlek. Det är dock tveksamt om det rör sig om ett formfragment. De övriga fragmenten är gjorda av en slitrik, glimmerrik lera med maximal kornstorlek på 2–3 mm (enstaka korn).

Ett mindre fragment har valts till mikroskopering av tunnslip (fig. 2).

Ett fragment från prov 1 är sannolikt och ett fragment från prov 2 möjligen rester av benformar till grytgjutning. I så fall rör det sig om två olika grytor. Det största fragmentet i prov 1 har en reducerad konvex gjutyta som är ganska lik kärnorna till grytgjutning. Tjockleken på bara 2 cm är i minsta laget men faller innanför variationsbredden t.ex. på det stora grytforms materialet från Hamnparken i Jönköping (Stilborg 2008:19). Styckets insida är slät och har inte

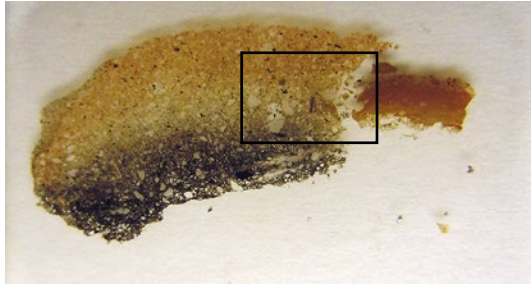
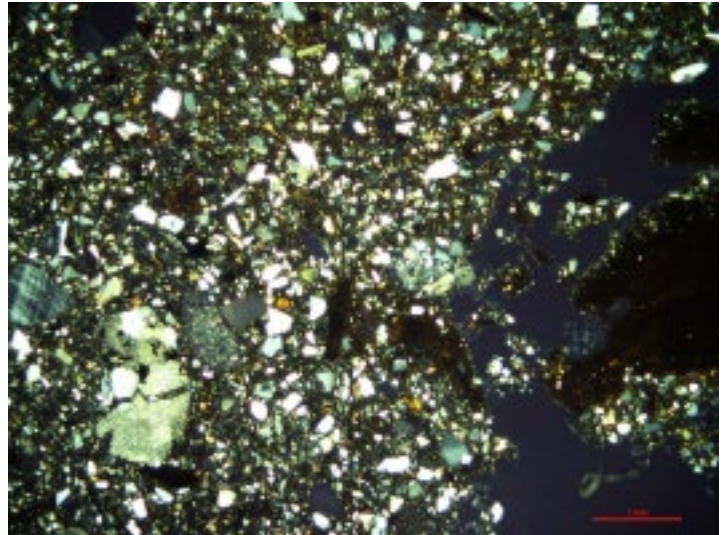


Fig. 3. Provet och mikroskopfoto av godset i TS 1. Till höger en stor klump av fet lera. I mitten av bilden ett kort rakt fragment av den tillsatta växtmagringen. Krysspolariserad.



de avtryck av halmkransar som är vanliga på de flesta gjutkärnsfragmenten från grytgjutningen. Det finns dock också enstaka exempel på släta insidor – t.ex. från ett 1500-tals grytgjuteri i Linköping (Stilborg 2011).

Tillsammans med minst en sannolik benform är det ovan nämnda fragmentet en indikation på att minst en gryta har gjutits på platsen. Bland de andra fragmenten kan utmärkt vara rester efter gjutformar till andra mindre föremål som inte går att identifiera närmare.

### Metod

Mikroskopering av tunnslip i polarisationsmikroskop

Tunnslip är 0,03 mm tunna preparat av i detta fall keramik, som kan analyseras i ett polarisationsmikroskop. Med denna metod kan man bedöma mängden, kornstorleksfördelningen och arten av naturligt grovmaterial (silt och sand). Vidare kan man urskilja samt bedöma mängden och kornstorleken på eventuell tillsatt magring. En mineralogisk bestämning av grovfraktionerna i leran kan göras. Lerans innehåll av bl.a. järnoxid, glimmer, malm och andra mineral kan uppskattas. Vid förstoringar på 600-1000 × studeras eventuella förekomster av exempelvis diatoméer (kiselalger) och kalkfossil.

### Gods- och leranalyser

#### TS1

Tunnslipet har gjorts på ett fragment av en sannolik benform från en grytgjutform. Formen är oxiderad med undantag för en reducerat bränd, konkav gjutyta. Formen har gjorts av en grov, osorterad, silt- och finsandrik lera med en del sandkorn. Den maximala

kornstorleken för lerans steninnehåll är 1,7 mm. Lerans finfraktion är glimmerhaltig och järnoxidhaltig. Finsands- och sandfraktionen innehåller däremot en stor andel muscovit och biotitfragment upp till en storlek på 0,9 mm. Därutöver förekommer en hel del mörka mineral – bl.a. augit och zirkon – samt enstaka korn av ett isotropt mineral. Finsand- och sandfraktion består i övrigt av kvarts, olika typer av fältspat och malmmineral. Bland sandkornen finns bergartsfragment med granitisk sammansättning och glimmerskiffer (fig. 3).

Leran har magrats med organiskt material där de företrädesvis avlånga, smala fragmenten har en maximal längd på 0,9 mm. Mängden är svåruppskattad eftersom det mesta har bränt bort i de oxiderade delarna av godset, men kan rimligtvis ligga mellan 10 och 15 %. Det kan inte avgöras med säkerhet om det rör sig om färskt växtmaterial eller brunnen gödsel.

Godset är dåligt homogeniserat med en hel del körtlar av fin lera, varav den största är 7 mm lång.

#### TS 2

Tunnslipet har gjorts på ett mindre fragment från prov 2. Formen är reducerat bränd med en plan, ljus grå, gjutyta. Formen har gjorts av en grov, sorterad, silt- och finsandrik lera med enstaka sandkorn. Den maximala kornstorleken för lerans steninnehåll är 1,5 mm. Lerans finfraktion är glimmerhaltig och järnoxidhaltig. Finsands- och sandfraktionen innehåller däremot en del muscovit och en stor andel biotitfragment. Dessutom förekommer en hel del mörka mineral – bl.a. hornblende och zirkon – samt korn av ett isotropt mineral. Finsand- och sandfraktionen består i övrigt av kvarts och olika typer av fältspat. Bland sandkornen finns bergartsfragment

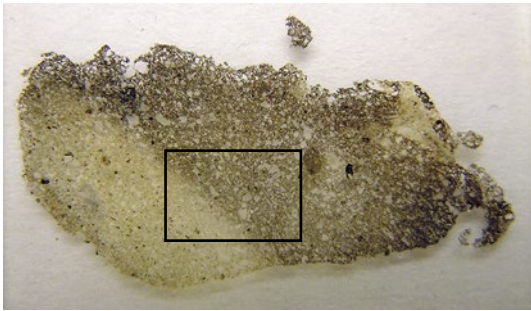
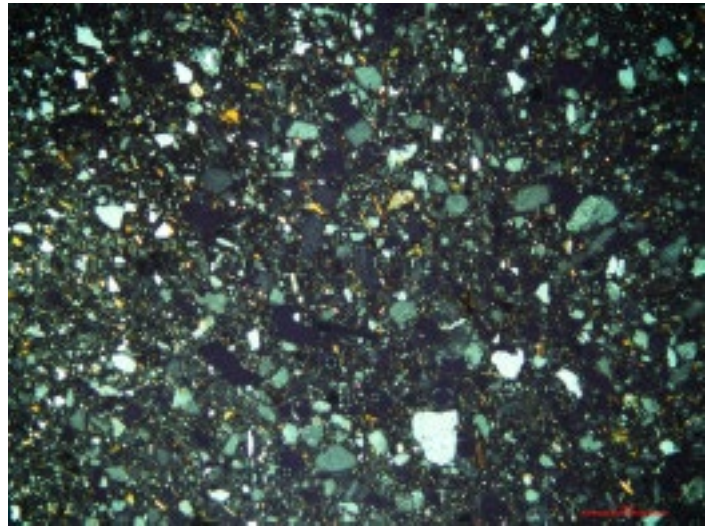


Fig. 4. Foto av provet och mikroskopfoto av godset i TS 2. Krysspolariserad.



med granitisk sammansättning, siltsten och glimmerkiffer (fig. 4).

Leran har magrats med organiskt material där de företrädesvis avlånga smala fragmenten har en maximal längd på 1,2 mm. Mängden är svåruppskattad men kan rimligtvis ligga mellan 15 och 20 %. Det kan inte avgöras med säkerhet om det rör sig om färskt växtmaterial eller brunnen gödsel.

Godset är väl homogeniserat men har enstaka körtlar av fin lera.

### TS 3

Tunnslipet har gjorts på ett mindre fragment av ytterdelen av klockgjutformen. Formen är delvis reducerat delvis oxiderat bränd med en konkav, reducerad gjutyta. Formen har gjorts av en grov, osorterad, silt- och finsandrik lera med en del sandkorn. Den maximala kornstorleken för lerans steninnehåll är 1,6 mm. Lerans finfraktion är glimmerhaltig och jär-

noxidhaltig. Finsands- och sandfraktionen innehåller däremot en stor andel muscovit- och biotitfragment. Dessutom förekommer en del mörka mineral – bl.a. grönerit och zirkon – samt korn av ett isotropt mineral (och ev. sillimanit). Finsand- och sandfraktionen består i övrigt av kvarts och olika typer av fältspat. Bland sandkornen finns bergartsfragment med granitisk sammansättning, siltsten, flinta och glimmerkiffer (fig. 5).

Leran har magrats med organiskt material där de företrädesvis avlånga, smala fragmenten har en maximal längd på 3,2 mm. Mängden är svåruppskattad eftersom det mesta har bränt bort i de oxiderade delarna av godset men kan rimligtvis ligga mellan 25 och 35 %. Det kan inte avgöras med säkerhet om det rör sig om färskt växtmaterial eller brunnen gödsel (fig. 6).

Godset är tillräckligt homogeniserat med en del mindre körtlar av fin lera. Ett optiskt aktivt material

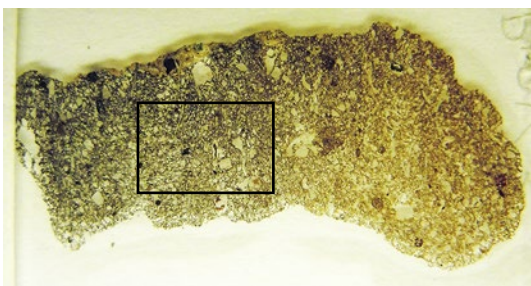
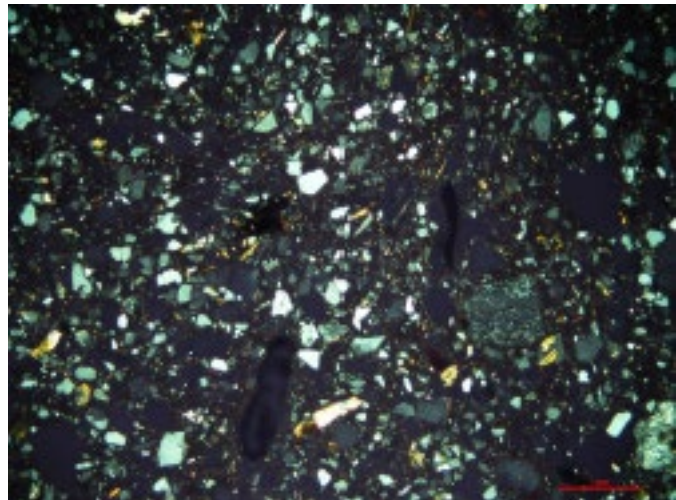


Fig.5. Foto av provet och mikroskopfoto av godset i TS 3. I mitten i mikroskopfotots nedre del ses ett större växtmagringsfragment. Krysspolariserad.



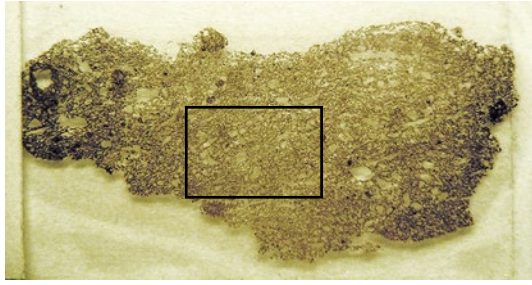


Fig. 7. Foto av provet och mikroskopfoto av godset i TS 4. Krysspolariserad.

har trängt in i fragmentet utifrån – mest på den konvexa sidan, vilket betyder att det knappast är rester efter ett lager som påförts den konkava gjutytan.

#### TS 4

Tunnslipet har gjorts på ett mindre fragment av kärnan av klockgjutformen. Formen är nästan helt reducerat bränd med en konvex, reducerad gjutyta. Formen har gjorts av en grov, osorterad, silt- och finsandrik lera med en del sandkorn. Den maximala kornstorleken för lerans steninnehåll är 1,9 mm. Lerans finfraktion är glimmerhaltig och järnoxidhaltig. Finsands- och sandfraktionen innehåller däremot en stor andel muscovitfragment och en del biotitfragment. Dessutom förekommer en hel del mörka mineral samt korn av ett isotropt mineral. Finsand- och sandfraktionen består i övrigt av kvarts och olika typer av fältspat samt möjligen cordierit. Bland sandkornen finns bergartsfragment med granitisk sammansättning, sandsten, siltsten, glimmerskiffer och amfibolit (fig. 7).

Leran har magrats med organiskt material där de företrädesvis avlånga smala fragmenten har en

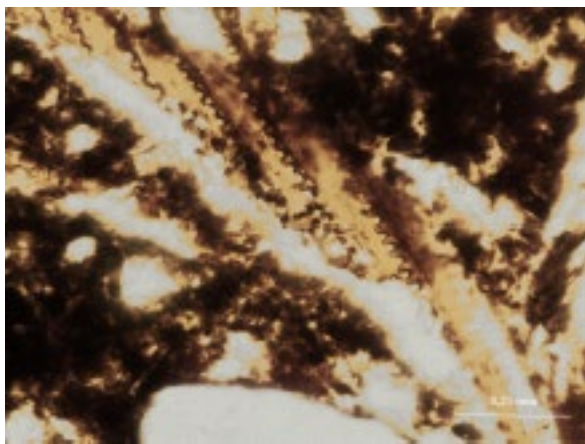


Fig. 6. Mikroskopfoto av växtmagringsfragment i TS 3. Planpolariserad

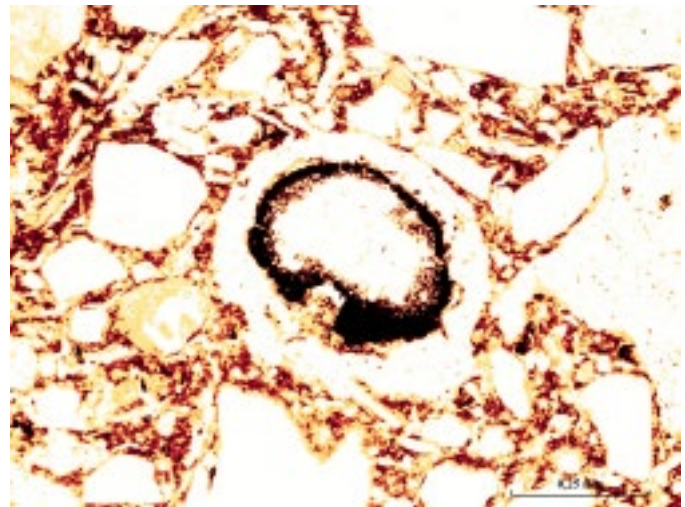
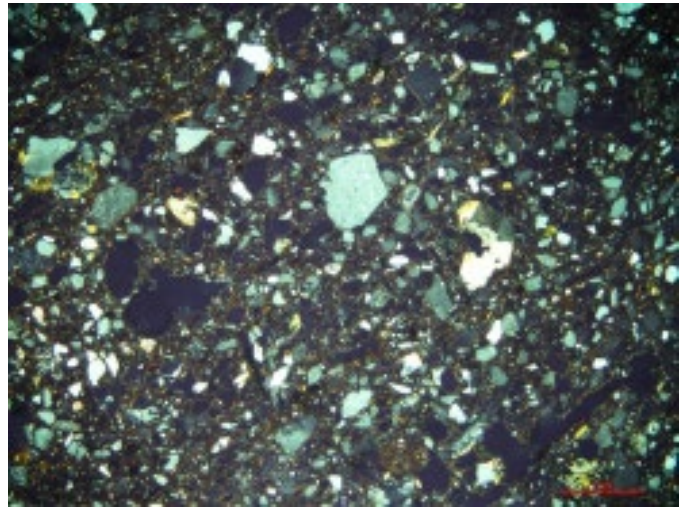


Fig. 8. Mikroskopfoto av växtmagringsfragment i TS 4. Planpolariserad.

maximal längd på 3 mm. En tvärskuren stängel har en diameter på 0,9 mm. Mängden är svåruppskattad men kan rimligtvis ligga mellan 25 och 35 %. Det kan inte avgöras med säkerhet om det rör sig om färskt växtmaterial eller brunnen gödsel (fig. 8).

Godset är tillräckligt homogeniserat med en del mindre körtlar av fin lera.

#### Lerprovet

Cirka ½ dl av lerprovet finfördelades och en mindre del slammades för att tvätta bort lerpartiklarna. Efter slamningen återstod enstaka större sandkorn upp till 6 mm och en ganska stor mängd finsand. Leran är mellangrov till grov, sorterad, med en stor mängd finsand och antagligen även silt samt enstaka större sandkorn. I finsandsfraktionen finns en hel del korn av såväl muscovit som biotit och även sammansatta korn av glimmerskiffer. Korn med granitisk sam-

mansättning har också observerats samt korn som rimligen är någon typ av mörkt mineral. Bland sandkornen finns korn med granitisk sammansättning och två glimmerskifferkorn. Därtill kommer enstaka fragment av träkol, som rimligen har råkat blandas in i leran när den användes för tätning av eldkammaren.

### Diskussion av resultaten

Det framgår med all önskelig tydlighet att såväl klockgjutform som mindre gjutformar/grytgjutform har gjorts av samma lera om än med små variationer i sorteringen och det mineralogiska innehållet. Den maximala kornstorleken för det naturliga sandinnehållet varierar bara mellan 1,5 och 1,9 mm. Den grova lerans mineralogi präglas av ett stort glimmerinnehall och främst finsandsstora korn av glimmerskiffer/gnejs. Enligt SGU är glimmergnejsen (ofta med granatinslag) Södermanlands landskapssten ([www.sgu.se](http://www.sgu.se)). Det isotropa mineralet i gjutformsleran är inte granat, men den glimmerrika bergarten, som gett upphov till lerans grovfraktioner, är helt klart närt besläktad med glimmergnejsen.

Att leran har hämtats från Södermanland är givetvis ingen överraskning. Undersökningen av lerprovet från tätningen av eldkammaren visar emellertid en mycket likartad grovlek (om än med enstaka upp till 6 mm stora korn) och mineralogi med mycket glimmer och fragment av glimmerskiffer/gnejs. Råmaterialet till formerna är således med säkerhet lokalt. Förekomsten av små träkolsfragment i tätningsleran tyder på en verksamhet på platsen innan klockgjutningen, men berättar inget om vilken sorts aktivitet det har rört sig om.

Klockgjutformens gods har magrats med uppskattningsvis 25–35 % växtmaterial med upp till 3,2 mm långa smala växtdelar. Det är inte omedelbart möjligt att avgöra om det rör sig om färskt material eller brunnen gödsel, men form och dimensioner antyder snarare gräs än halm. Gjutformsdelarna, som måste härröra från andra mindre föremål (sannolikt en gryta), har gjorts av samma lera som klockgjutformen och har magrats med samma typ av växtmaterial. Magringsmängden är dock klart mindre (10–20 % uppskattningsvis) och växtmaterialet är mera finfördelat med en maximal storlek på 0,9–1,2 mm – mot 25–35% och 3–3,2 mm i klockgjutformen. Formkonstruktören har använt samma råmaterial men differentierat mängden och kvaliteten av den tillsatta växtmagringen efter gjutformens storlek. Att även fragmentstorleken kontrolleras talar för

att det snarare rör sig om färskt växtmaterial än om brunnen gödsel – med mindre man har kunnat skilja på hästgödsel från olika djur med olika tuggvanor. Homogeniseringen av godset har varierat och särskilt benformen har en direkt dålig homogenisering med en 7 mm stor lerkörtel. Formdelarna till klockgjutningen har homogeniserats bättre.

Inga spår efter flera lager i gjutformernas konstruktion har observerats.

### Konklusioner och svar

Dessa första godsanalyser på en större klockgjutform har gett intressanta inblickar i hantverk och hantverksorganisation.

Till klockgjutformen har använts en grov lokal lera som har magrats ganska rikligt med växtmaterial. Detta stämmer väl överens med studierna av gods i grytgjutformar från Västerås (Stilborg 2006) och Jönköping m.fl. (Stilborg 2008, 2011). Leran hör till de grövre men faller inom variationsbredden för lerkvaliteten i de samtida grytgjuterierna i de två städerna. Att kvaliteten på den tillsatta växtmagringen har anpassats till den större formen är en intressant ny aspekt som tillsammans med formen på växtdelarna snarare talar för ett färskt material än brunnen gödsel. Denna fråga behöver dock studeras närmare.

Samma gods om än med finare växtmagring har använts till former avsedda för andra, mindre föremål (sannolikt minst en gryta).

Vi vet redan från de skriftliga källorna att gjutar-mästarna oftast gjöt såväl klockor som grytor. Vi vet emellertid också att de större klockorna till kyrkorna gjöts nära kyrkan antagligen för att minska transporten. Men i detta fall finns spår som visar på ytterligare gjutning av mindre föremål. Gjutning av andra föremål på en klockgjutningsplats antyds även av undersökningen i Dyhagen, Skänninge utan att det har varit möjligt att bestämma vilken typ av föremål det rör sig om (Lindberg 2009:36). Det finns dock dessutom indikationer på att gjuteriverksamheten har hållit på ett tag i Dyhagen och det är därför inte säkert att det bara rör sig om en engångsgjutning av en klocka borta från det egentliga gjuteriet.

Botkyrka-gjutningen tycks däremot följa mallen med extern gjutning av klockor som vi känner från de skriftliga källorna. Om det rörde sig om en gjutare bosatt i Botkyrka fanns det knappast någon anledning att även gjuta mindre föremål här. Legeringarna som användes till klockor respektive grytor är vanligtvis

olika så tanken att mindre föremål gjutits av överbliven metall från klockgjutningen är inte omedelbart trolig men dock möjlig. Andre föremål än klockor kan gjutas av en klocklegering medan det omvända inte är möjligt. Man skulle kunna tänka sig att gjutaren var en tillresande hantverkare och använde besöket till att göra t.ex. en gryta till försäljning vid sidan om – möjligen på beställning från kyrkan eller en Botkyrkaborgare – medan gjutmästaren ändå jobbade med konstruktionen av klockgjutformen.

#### Referenser

- Lövgren, K., Heimer, O., Ifverson, P., Ingwald, J., Kock, H. & Svensson, M. 2007. Bunkeflo – delområde 2 och Bunkeflo bytomt. Rapport över arkeologisk slutundersökning no 40. Citytunnelprojektet. Malmö Kulturmiljö.
- Seiler, A. & Östling, A. 2008. Bönder, stormän och bronsgjutare. Senneolitikum, bronsålder, järnålder och historisk tid vid Skuttunge kyrka. Riksantikvarieämbetet. UV Uppsala, rapport 2008:25. Stockholm.
- Lindberg, L. & Stibéus, M. 2009. Arkeologisk undersökning – Skänningeprojektet. Dyhagen. Riksantikvarieämbetet. UV Öst, rapport 2009:4. Stockholm.
- Stilborg, O. 2008. Grytgjutformar i Jönköping. En analys av ett keramiskt handverk och dess rötter. KFL rapport 08/210.
- 2011. Linköpings första och enda(?) grytgjuteri. Läroverksgatan, Linköping. SKEA rapport.

Länk

[www.sgu.se/sgu/sv/geologi/landskapsstenar.html](http://www.sgu.se/sgu/sv/geologi/landskapsstenar.html)

