

# Keramikken og ovnen fra Hellum samt en beskrivelse af brændingsforløbet

Af Annette B. Bibby og Inge Sell

## 1. Almindelige betragtninger over rekonstruktioner

I studiet af oldtidens lerkar er den rekonstruktionsmæssige anskuelsesvinkel kun en af mange.

Arbejdet med rekonstruktioner går ud på at opbygge nye lerkar efter gamle forskrifter. Der er altså ikke tale om kopier eller afstøbninger, der udelukkende koncentrerer sig om form, ornamentik, overfladebehandling eller farve, men om forskning i materialevalg, arbejdsmetoder og redskabsbrug.

Formålet med rekonstruktioner er derfor ikke kun at fremstille en ting, i dette tilfælde et lerkar, der i det ydre ligner så godt som muligt, men også at efterprøve de skjulte kvaliteter, der udgøres af tingens brugsværdi og holdbarhed. Det er derfor vigtigt, at rekonstruktionen bruges efter dens formodede oprindelige formål, og bruges helt op! Herved kan man kontrollere teknik og metode i alle faser, også når lerkarret er gået i stykker.

Studiet af en serie potteskår, som samlingen fra Hellum-udgravningen frembyder, peger på en hel del problemer og spørgsmål. Ud fra et mangeårigt arbejde med rekonstruktion af dansk oldtidslertøj og dermed indhøstede erfaringer, vil vi forsøge at give forslag, til hvorledes problemerne kan løses og spørgsmålene besvares.

Det er vigtigt at understrege, at der er tale om forslag til løsning, og at en egentlig bevisførelse er vanskelig. Et rekonstruktionsforsøg, der falder ud til hel-

digste side, kan kun antyde, at det valgte materiale og den dertil brugte metode er en mulig vej til opgavens løsning. Derimod kan der om negative resultater med nogen ret siges, at de kan modbevise en eventuel teori.

Endelig er der tale om håndlag, hvilket medfører individuelle arbejdsmetoder, der ikke altid direkte kan benyttes af andre.

## 2. Keramikken fra Hellum

### *Beskrivelse af de originale skår fra Hellum*

Keramikken fra Hellum består af skår og brudstykker fra mange forholdsvis ensartede kar. Ingen af skårene viser tegn på særlig omhu under fremstillingen. Tværtimod viser den mangelfulde overfladebehandling samt ligeegyldigheden overfor en uensartet godstykkelse, at der er tale om hurtigt og monotont arbejde. Man må gå ud fra, at vi har med en storproduktion at gøre, hvorfor det er vigtigt, at man i rekonstruktionsfasen inddrager tidsfaktoren.

Der er ikke blevet fundet hele kar, og der er heller ikke blevet samlet noget helt kar af skårene. Det er derfor umuligt at beskrive formerne præcist. Da der imidlertid er stor forekomst af skår fra mundingsrandene og overhovedet ingen skår af bunde, er det nærliggende at konkludere, at alle originale kar har været rundbundede.

Ingen af skårene har drejeriller og der er heller ingen spor af egentlig oppølsning. Man må derfor gå ud fra, at karrene har været trukket og banket op. Bankningen udjævner spor fra opbygningen og strammer overfladen op. Samtidig hermed kan man forøge karrets størrelse fordi lervæggen bliver tyndere. Der findes tegn på bankning på alle bugskår fra Hellum.

Mundingsrandene er udkrængede og i de fleste tilfælde forsynet med en opbukket kant.

Den manglende færdiggørelser ses på såvel mundingsrandsskårene som på bugskårene, selv om mundingsranden har gennemgået en afsluttende udjævning med vand ved formgivning. For alle skår gælder det, at de helt mangler:

- overfladebehandling som glatning og glitning,
- indvendig udglatning af ujævnheder og fingeraftryk, samt
- reparation af uheld som oprads og fingermærker.

Karakteristisk for alle mundingsrandsskår er en valk under udkravningen på indersiden af lerkarret. Denne vulst kan muligvis afsløre noget om opbygningen. Se herom under afsnittet om opbygningen.

Størrelsen af karrene afsløres af mundingsrandsskårene. Disse forekommer med alle mulige individuelle mål på mundingsrandens diameter fra ca. 10 cm til ca. 30 cm, med tilsvarende forskellig størrelse af de tilhørende skår.

Konkluderende må man fastslå, at originalproduktionen fra Hellum har bestået af mange, hastigt fremstillede kuglepotter af mange forskellige størrelser. Den endelige udformning af rekonstruktionsproduktionens lerkar byggede på sammenligninger med andre, samtidige, hele fund.

### *Leret*

Lerets struktur og magring kan undersøges nærmere ved at se på skårenes brudflader. Her konstateredes på de originale Hellumskår bl.a. forekomst af større sten, ca. 3 mm, med afrundede, slidte kanter. Der er tale om sten, der naturligt findes i urenset ler. Hvis leret, som en del af forbehandlingen havde været slæmmet op, ville disse sten være sunket til bunds sammen med andre urenheder, og på den måde være rensed ud. Opslæmningen af ler giver ligeledes en mere kompakt skærv, der ikke ses på Hellumskårene. Vi antager derfor, at lerkarrene er lavet af naturligt ler, der kun er æltet, og dermed har bevaret sin kornede struktur.

Der er dog foretaget en manuel rensning under opæltningen. Der forekommer nemlig spor af bortbrændt organisk materiale, der viser sig som huller og striber på ca. 1 mm. Disse stammer fra små roddele, småpinde og pollen. De større dele er fjernet manuelt under æltningen sammen med generende store sten.

Derefter er leret blevet magret. Dette konstateres ved forekomsten af knust kvarts og granit, ca. 1 mm. Knusningen forgår ved at smuldre ildskørnede kvarts- og granitsten. Der er tale om sten, der har ligget i eller ved et bål, og ved varmemåvirkningen har opløst sig i krystaller. Disse sten er så møre, at de let knuses med hånden, og de blanke sider på krystallerne ses endnu blinke som nye i skærven på de originale skår.

Der har været foretaget slib på tre originale skår i forbindelse med rekonstruktionsundersøgelsen. Analyserne er udført af laboratorie föreståndare Anders Lindahl, Lund, Sverige, og der henvises til resultaterne i hans artikel s. 281. Vort eget skøn er en magring på mindst 10%.

Magring foretages for at stabilisere leret under opbygningen og brændingen. Den forholdsvis moderate magring antyder, at det originale ler har været magret fra naturens hånd.

Farven på originalskårene var gråbrun, altså en farve fremkommet ved en reduceret brænding. Det er derfor umuligt umiddelbart at sige noget om tyden på den anvendte ler. Ved at brænde et af de originale potteskår ved min. 600° i fuld iltet atmosfære, kan man brænde reduktionen ud og derefter vurdere farven. Efter en sådan behandling af nogle småskår fra Hellum var deres farve dyb mørkerød.

Det rigtigste ler at udføre rekonstruktionerne i vil derfor være uslæmmet, groft rensset rødler, moderat magret med knust granit.

#### *Beskrivelse af værktøjet*

Det er ovenfor allerede foreslået at Hellumkarrene har været bankede. Til dette formål kræves et banketræ. Dette består af et tildannet fladt stykke træ, som er svagt hulet på den ene flade og forsynet med et skaft, således at det mest af alt minder om en kraftig træspatel. Indersiden af hulningen skal være glat og fri for spor efter tilskæringen, der kan efterlade aftryk på leret. Banketræet bruges nemlig til at banke lerkarrets vægge med. Formålet hermed er

- at formgive lerkarret,
- at banke lerpartiklerne sammen, hvilket giver lerkarret større stabilitet, og endelig
- at give en form for overfladebehandling, da alle ujævnheder fra opbygningen bliver jævnet ud ved bankningen.

Banketræet bruges, når leret har nået en vis stabilitet under opbygningen og kan tåle bankningen uden at klistre til træet og uden at virke levende. Fra indersiden af lerkarret holder man imod med den

anden hånd, på det sted hvor man banker. På den måde undgås deformationer.

Herudover er der på mange skår spor af at en kniv, eller andet skærende redskab har været brugt. Der er tydelige mærker i overfladen, hvor kniven har kradset magringsmaterialet op. Kniven kan ligeledes have været brugt, når kanten skæres ren, inden mundingsranden tildannes og krænges ud.

Til formgivningen af mundingsranden har man brugt vand som smøremiddel, som man i dag bruger det, når der arbejdes ved en drejeskive. Enten har hånden været dyppet i vand, eller den har holdt om en våd klud, idet både aftryk af våde fingre og tynde riller fra en klud kan observeres på overfladen. Nogle af bugskårene viser, at den hånd, der har holdt imod indersiden under bankningen, i nogle tilfælde har holdt om en våd klud.

Våde klude bruges ligeledes til at lægge over det halvfærdige lertøj, hvis der er fare for, at leret udtørres, når man stiller det fra sig. Da Hellumlerkarrene er rundbandede kan de ikke stilles til tørre på et bord, før de er stabile nok i mundingsranden til, at den kan bære hele karret, når det stilles på hovedet. Derfor må det sættes i en form, eventuelt en fordybning, udhullet i jorden. Hertil bruges fugtige klude som mellemlag.

Endelig bruges våde klude til at lægge over det ler, der endnu ikke bliver brugt, for at holde det smidigt og fugtigt.

Med så primitive redskaber i hænde er det åbenlyst, at håndværkerens evner og erfaring har været det vigtigste værktøj. Nok er Hellumlerkarrene groft forarbejdede, men der er ingen tvivl om, at det har krævet et godt hånddelag at få arbejdet til side i et rimeligt tempo. Det er klart, at disse lerkars primitive udseende ikke skyldes håndværkerens manglende



*Fig. 1. Bankningen af potterne foregår ved, at banketræet slås mod ydersiden af karret, mens der holdes imod med den anden hånd fra indersiden. Det ses tydeligt, at overfladen strammes op.*

evner, men det faktum, at det ikke har drejet sig om pyntegenstande, men om emballage, hvorfor der ikke har været brugt tid på færdiggørelse.



*Fig. 2. Annette Bibby siddende på en taburet iført forklæde forarbejder karret der hviler på lårene. Mundingsranden bøjes udad ved at presse levet ned over tommelfingeren.*

### *Opbygningen*

Karrene er, som omtalt, antagelig formet i et stykke, af lerklumper af forskellig størrelse. De færdige kar

har da fået deres individuelle mål alt efter startklumpens størrelse. For de helt store kars vedkommende kan der have været tale om på et tidspunkt at påføre mere materiale. Dette er ikke sket i form af tynde ringe, men som tykke pølser, der æltes omhyggeligt sammen med kanten af det oprindelige materiale, hvorefter der formes videre. Tilføjelse af nyt materiale sker kun, hvis karret er planlagt så stort, at startklumpen ville være vanskelig at styre i et stykke.

Af startklumpen er lerkarrets bund og bug trykket og banket op. Den omtalte lervalk under mundingsrandens udkravning kunne tyde på, at karret først har været opbygget til en grundform med tykke vægge. Mens bug og bund er blevet formet og banket tynde, har man sørget for, at den tykke væg stod urørt helt oppe ved mundingsranden (fig. 1). Af dette materiale er udkravningen så siden blevet lavet.

Bugskårene er alle på indersiden bulede og ujævne, med spor af fingeraftryk, hvorimod de er banke og stramt formede på ydersiden. Bugens og bundens endelige udformning er altså sket ved, at man på lerkarrets yderside med banketræet har slået imod der, hvor man fra indersiden har trykket imod med hånden. Lerkarrets omkreds bliver på denne måde større, væggen tyndere, overfladen på ydersiden jævnere, og på indersiden vil fingeraftrykkene stå som fordybninger.

Herefter er mundingsranden så formet af det materiale, der er gemt ved karrets overkant. Udkravningen er formet med tommelfingeren som en krog på indersiden og pegefingeren på ydersiden bøjet under kanten. Fingrene har skullet vædes ofte under arbejdet. Ved at lad hånden køre frem og tilbage over mundingsranden er denne klemmt i facon. Hele lerkarret drejes under denne proces langsomt i skødet, således at man når hele kanten rundt.



*Fig. 3. De færdige potter stilles til tørre med bunden i vejret, indtil de er stabile nok til at kunne vendes og tørre færdigt med mundingsranden opad.*

Til formningen af mundingsranden har der tilsyneladende altid været rigeligt ler (fig. 2). Hvis der efter udkravningen har siddet for meget ler tilbage på ydersiden, er dette, som omtalt, blevet skåret af med en kniv som en sidste afpudsning, hvorimod overflø-



Fig. 4. Ovnens grundrids og fyrgraven er blevet udgravet. Midt i ovnen er den sten anbragt, der skal danne centrum for de tykke lerbjælker, der som efter kommer til at strække sig ud mod ydervæggen.

digt ler på indersiden, som det ses af valken, har fået lov at blive siddende.

Der kan muligvis argumenteres for, at udbankningen af bug og bund er sket efter formgivningen af mundingsranden, idet der tilsyneladende har været tradition for en sådan arbejdsgang hos de senere jydepottekoner. Den tykvæggede grundform er da opbygget som beskrevet, hvorpå mundingsranden straks er formet af den tykke overkant. Først herefter er lerkarrets bug og bund banket ud.

Vi vil dog mene, at hvis udbankningen af bug og bund foregår efter, at mundingsranden er formet og har efterladt valken på indersiden, da ville man også have brugt dette materiale i lerkarrets bug og bund. Vi mener altså, at det, at lervalken overhovedet forekommer på indersiden, viser, at formningen af mundingsranden er den sidste arbejdsgang, før karret stilles til tørre, og at den altså er tildannet, efter at bug og bund er banket i facon (fig. 3).



Fig. 5. Inge Sell i gang med at beklasse ovnenes underste del, fyrkammeret, med ler. Til højre på plastikken ligger yderligere ler til beklædningen og forrest køller til at banke leret med.

### Rekonstruktionsarbejdet

Ved fundet af Hellumovnen var ovnkappen ikke bevaret, og det er derfor ikke muligt at sige noget om dens oprindelige udseende og størrelse.<sup>1</sup> Det er derfor også vanskeligt at gisne om, hvor stor en kapacitet ovnen har haft. En optælling af de fundne potteskår ved ovnen anslog skønsmæssigt, at der var fragmenter af ca. 70 lerkar. Rekonstruktionsproduktionen havde et antal på 100-150 i forskellige størrelser som mål, men nåede på grund af dårligt ler kun op på ca. 80 stk. Dette var dog nok til at give indtryk af en storproduktion.

Der er flere grunde til at inddrage en sådan egentlig storproduktion i et rekonstruktionsforsøg:

– Den oprindelige ovn har ud fra det fundne angiveligt kunnet rumme en mængde lerkar i den nævnte størrelsesorden. For at vise et brugbart forskningsresultat, skal den rekonstruerede ovn gerne kunne rumme og brænde en lignende mængde lerkar.

– For at det oprindeligt har kunnet betale sig at have bygget en sådan ovn, må der jævnlige have været behov for at brænde en stor mængde lerkar. Man må derfor antage, at der oprindeligt har været tale om storproduktion.

– Tidsfaktoren spiller en rolle i en storproduktion, idet den afgør, hvor megen vægt der skal lægges på færdiggørelse og udseende. En realistisk rekonstruktion af hvert enkelt lerkar opnås derfor bedst ved en storproduktion, da man der ikke fristes til at pusle unødigt om et enkelt kar.

– Den menneskelige faktor belyses også bedst ved en storproduktion, idet alle aspekter af monotoni (med deraf følgende erfaring og hurtighed), såvel som trætheden (og den deraf følgende laden stå til over for småuheld), altsammen direkte lader sig aflæse i skårenes udseende.

Da leret i nyopæltet tilstand er for fugtigt og ustabil til at tåle bankning, kan lerkarrene ikke færdiggøres i een arbejdsgang. Man må derfor antage, at man har arbejdet på flere lerkar på forskellige stadier ad gangen.

Først formes en række tykvæggede gundformer. Dette gøres ved at slå en knyttet hånd ind i en startklump af vilkårlig størrelse. Herefter klemmes væggen op med tommelfingeren imod håndens øvrige fingre. Derpå stilles grundformerne til tørre på hovedet, alt imens man arbejder videre, enten med at lave flere grundformer eller med andre gøremål.

Når leret i grundformen er stabilt nok til at kunne tåle bankning, bankes i første omgang kun bunden således at den bliver rund. Lerkarret holdes under denne proces på skrå i skødet. Herefter trækkes eventuelt overflødig ler fra bankningen med fingrene op ad karrets sider, og bugen bankes på samme måde som bunden. Den øverste kant skæres derefter

lige og mundingsranden formes. En sidste afpudding med kniven på ydersiden, hvis der sidder overflødig ler tilbage, og det færdige lerkar kan stilles til tørre i en form eller en fordybning i jorden. Herpå fortsætter man med at banke og færdiggøre den næste grundform.

Tørringen foregår først med mundingsranden opad, men når denne er stabil nok til at bære resten af karret, vendes dette om og tørrer indtil brændingen på hovedet stående på et brædt. På denne måde sikres, at tørringen sker jævnt.

### *3. Rekonstruktion af Hellumovnen*

#### *Betragtninger over det arkæologiske fund*

Da arkæologerne fra museet i Aalborg viste os tegninger og billeder fra udgravningen af Hellumovnen og spurgte os om rekonstruktionen af denne ikke var en opgave, vi kunne tænke os at være med til, var vi meget interesserede, men også noget skeptiske.

Materialet viste, hvad der var fundet under jordoverfladen.<sup>2</sup> Der var tale om et fyrkammer, en indfyringskanal, en fyrgrav samt noget af gulvet i ovnkammeret.

Det vi var mest betænkelige ved, var det noget specielle gulv i ovnkammeret. Det lignede et stort hjul med tykke eger lavet af ca. 15 cm tykke lerbjælker. Hjulet var i midten støttet af en stor lerbeklædt granitsten, der fungerede som støttepille for gulvet, og under dette gulv var så fyrkammeret.

Vor første tanke var: Hvordan kan man få disse lerbjælker til at holde, både i opbygningsfasen, under tørringen og igen under selve brændingen, hvor ovnkammeret er fyldt op med krukker?

Et andet spørgsmål var stablingen af krukkerne i ovnen: Hvordan ville vi kunne få stablet krukkerne over de temmelig store åbninger, der var imellem

lerbjælkerne? Det eneste fuldt bevarede stykke af ovngulvet havde en åbning mellem to bjælker på 56 × 40 cm. Der skulle derfor nogle store potter til for at spænde over dette gab, selv om man placerede krukkerne så de støttede mod hinanden og således stod i spænd.

Det tredje punkt var: Hvordan har overbygningen taget sig ud? Fundet gav ikke svar på dette spørgsmål, idet intet var tilbage af det, der måtte have befundet sig over jordoverfladen. Der måtte have været et rum eller kammer til potterne, samt en mulighed for at kunne komme ind i kammeret, således at potterne kunne stables, ligesom der må have været en aftræksåbning.

Vi har tidligere arbejdet med ovne, der var gravet ind i en skrænt. Her fyrede man under et ovnkammer, der kunne fyldes igennem et hul, der var øverst i kammeret, og som samtidigt tjente som aftræksåbning. Det var derfor naturligt for os at tænke i samme baner ved rekonstruktionen af Hellumovnen. Vi forestillede os en kuppelformet ovnkappe med en aftræksåbning, der samtidig var indsætningsåbning foroven. Denne skulle være stor nok til, at en person kunne komme ned at stå på støttepillen under første del af stablingen af potterne.

Hellumovnen måtte således betegnes som en lodret dobbeltkammerovn, hvor fyrkammer og ovnkammer er adskilt.

#### *Rekonstruktionen af fyrkammer, ovngulv og indfyringskanal*

Afmærkningen af ovnens og fyrgravens grundrids, forbundet med fyrkanalen, blev foretaget på det sted, hvor rekonstruktionen af ovnen skulle opføres. Herefter kunne vi begynde udgravningen af den underjordiske del af fyrkammeret. Dette havde nær-

mest form som en hestesko, ca. 2 m langt, 1,3 m på det bredeste sted og en dybde på ca. 60 cm.

Fyrgraven blev ligeledes udgravet, men kun ca. 40 cm dyb. Den originale ovn har en fyrgrav, der er ca. 80 cm dyb, men vore erfaringer fra tidligere ovnrekonstruktioner viste, at strålevarmen gør det vanskeligt at arbejde tæt på indfyringsåbningen under brændingen. Vi frygtede, at den dybe fyrgrav ville give problemer, og muligvis også være for farlig at komme ned i og op fra under fyringen og valgte derfor den noget lavere fyrgrav. Det viste sig dog senere, under brændingen, at der ikke kom væsentlig strålevarme fra fyrkammeret, idet trækket i ovnen fungerede så fint, at varmen blev inde i ovnen.

Fyrkammeret blev uddybet yderligere 10 cm til i alt ca. 70 cm, idet der skulle være en foring på ca. 10 cm ler i bund og sider op til jordoverfladen. Til denne foring, ligesom til opbygningen af resten af ovnen, blev der brugt en lerblanding, fremstillet af 2 dele rødler og 3 dele sand, svarende til analysen af originalfundets lerprøver.<sup>3</sup>

Før vi kunne begynde at beklaske fyrkammerets vægge og gulv, måtte vi finde en granitsten, der var ca. 40-50 cm høj og ca. 30-40 cm bred. Den skulle bruges som støttepille for ovngulvet (fig. 4). Da den rette sten var fundet og placeret i midten af fyrkammeret blev gulv, vægge og sten beklasket med 10 cm ler (fig. 5).

Efter et par døgn var gulvet så stabilt, at vi kunne stå på det, og vi kunne påbegynde opbygningen af ovngulvet. Dette bestod af tykke lerbjælker, der strålede som eger ud fra stenen i midten og hvilede på fyrkammerets indervæg. Nogle tykke lerpølser på ca. 20 cm i diameter blev formet og efterladt, indtil de havde »samlet« sig og var så stabile, at to mand med forsigtighed kunne bære dem over til deres endelige





Fig. 6. Lerbjælkerne er ved at blive monterede. Stenen i centrum er, ligesom ydervæggene, blevet beklasket med ler. For at genskabe ovnen så nøje som muligt blev rekonstruktionstegningen, se s. 238, flittigt kontrolleret.

placering. Medens den ene holdt bjælken, fæstnede den anden enderne af bjælken til henholdsvis støttepillen og indersiden af fyrkammerets væg (fig. 6). Vi var blevet enige om at forsøge at forme undersiden af bjælken som et buhvælv, da vi mente, at det ville give bjælkerne mere stabilitet. Det var en lidt besværlig opgave, men viste sig at være umagen værd, – de blev virkelig stabile.

Bygningen af ovngulvet påbegyndtes i venstre side af ovnen, idet vi der havde det eneste sikre forlæg fra udgravningen af Hellumfundet.<sup>4</sup> Vi skønnede, at denne åbning, der som omtalt var 56 × 42 cm, måtte være den absolut største imellem bjælkerne. De øvrige bjælker blev derfor sat en anelse tættere fordelt jævnt over den plads, der var til rådighed. Der blev anbragt i alt 6 bjælker.

Efterhånden som vi arbejdede os frem, understøttede vi de bjælker, der var anbragt med et brædt for en sikkerheds skyld. Denne forholdsregel blev taget,



Fig. 7. Gulvet i ovnkammeret er færdigkonstrueret og arbejdet med selve ovnkappen er netop påbegyndt. Den meget brede bjælke øverst i billedet er overdækningen af indfyringsåbningen.

fordi pladsen var trang, og vi ville let kunne komme til at støde til de færdiglavede bjælker under det videre arbejde. Understøttelsen blev fjernet efterhånden som bjælkerne tørrede og blev så stabile, at de kunne bære sig selv.

Ovngulvet afsluttedes med en overdækning ved indfyringsåbningen (fig. 7). Denne blev formet som en bred trekantet bjælke, der svævede hen over den forreste del af fyrkammeret. Den hvilede på støttepillen og på indfyringskanalens to vægge, der stod med en afstand af ca. 35 cm. Formålet med denne brede bjælke var at tvinge flammerne ind i fyrkammeret, så de ikke under brændingen havde mulighed for at gå lige op på de forreste lerkar.

Endelig skulle indfyringskanalen bygges. I den originale ovn var der ved udgravningen fundet en del ildskørnede sten netop i fyrkanalen, og disse var formodentlig blevet anvendt som forstærkning i kanalens lervæg.<sup>5</sup> Vi indmurede derfor en del granit-



Fig. 8. Indfyrringsåbningen er færdig og der arbejdes på ovnkappen. Kappen blev opbygget i lag med en tykkelse på 10-15 cm. For at undgå revnedannelser mellem de enkelte lag var det nødvendigt, at de to lag blev æltet ordentlig sammen. Hertil var tommeltotten et meget velegnet redskab. Men øm blev den.

sten i indfyrringskanalens vægge og gulv. Kanalens dimensioner var 40 cm i længden, 40 cm i højden og 35 cm i bredden. Loftet over indfyrringskanalens højde på de 40 cm blev bestemt ved et skøn, da den ikke kunne bestemmes ud fra fundet. Det viste sig, at kanalen kom til at fungere fint.

#### *Opbygningen af ovnkappen*

Ovnen skulle nu forsynes med det egentlige ovnkammer og dermed kunne opbygningen af ovnkappen tage sin begyndelse (fig. 8). Vi havde som omtalt besluttet at bygge kappen som en kuppel. Denne skulle hvælve sig over ovngulvet og snævreres ind til en åbning på ca. 75 × 55 cm i 75 cm's højde. Denne åbning skulle tjene både som adgangsvej til ovnkammeret, indsætningsåbning og aftrækshul.

Væggen i ovnkammeret blev bygget i en tykkelse på 15 cm og blev under opbygningen afstivet fra



Fig. 9. Et blik ned i ovnkammeret. Under opbygningen af ovnkappen opstod der problemer i den ene side. Kappen blev for stejl og trueede med at styrte ned i ovnkammeret. Der måtte derfor understøtning til. Det kan endvidere ses, at der er lagt fugtige klude over bjælkerne for at sikre, at der ikke opstår revner under tørringen.

indersiden med et skelet af træ. Dette skelet, fordi væggen, på grund af vejrligets ugunst, tørrede meget uensartet, og på et tidspunkt lænede især den ene side faretruende indad, og foranledigede, at afstivningen blev nødvendig (fig. 9).

Væggen blev bygget op med ét lag ler ad gangen, hvorpå der blev holdt pause indtil leret var stabilt nok til at kunne bære endnu et lag. I pauserne blev lerkanten afdækket med et vådt tøjstykke, således at strålende sol og stærk blæst ikke dannede skorper på den øverste kant og forhindrede, at det nye lag ler kunne sammenælttes med det forrige.

Efter at ovnkappen var færdigbygget blev den tilset dagligt i 14 dage (fig. 10). Under disse eftersyn blev den repareret for smårevner, der opstod ved tørringen. Efter et par dages stærk sol opstod der nogle alvorlige, lodrette revner fra jordoverfladen og helt op til indsætningsåbningen. Der kom samti-

digte revner i ovngulvet og i bjælkerne. Heldigvis var ingen af disse revner særlig dybe, og de blev fyldt op med ler, der æltedes godt sammen med kappens og gulvets ler og banket let.

Da ovnen havde tørret i ca. en måned, tændte vi op i den for at udtørre den endeligt. Dette foregik ved at tænde et lille bål i indfyriingskanalen og holde det ved lige i 8 timer, hvorefter fyringen standsedes og gløderne blev skubbet godt ind i fyrkammeret. Under denne første opfyring afsløredes det allerede, at ovnen havde et fint træk og fungerede meget godt.

Nu skulle de tekniske måleapparater installeres; der blev af forsøgets tekniske medarbejdere indsat i alt 16 følere forskellige steder i ovnen.

Derpå blev ovnen igen fyret op. Den første opfyring havde tørret godt på bjælkerne, mens gulvet i fyrkammeret stadig var noget fugtigt. Opfyringen varede også denne gang ca. 8 timer, men var kraftigere end den første. Efter nogle timers fyring kunne der aflæses en temperatur på 200 grader fra en føler i den inderste del af ovnen. Vi kunne tydeligt følge fordampningen omkring ovnen; der blev et stadigt større område omkring ovnen, der var tørt. Gløderne blev skubbet godt ind omkring støttepillen da fyringen afsluttedes. Herefter skulle ovnen stå i fred i 2 døgn, hvorefter vi ville foretage stablingen og brændingen af lerkarrene.

#### 4. Brændingen

##### Stabling

De helt tørre lerkar transporteredes til ovnen før brændingen, således at vi kunne danne os et indtryk af den samlede mængde og af størrelserne før stablingen.

Kuglepotter er lette at stable; den runde bund fra ét lerkar passer i mundingsranden på et andet, såle-



*Fig. 10. Ovnkappen på Hellumovnen er færdig. Det ses tydeligt, at den ene side er mere stejl end den anden. Efter tørringen var der dog ingen problemer med stabiliteten.*

des at den første optræder som låg for den anden (fig. 11). Dette gælder både, hvis den øverste skal stilles på skrå, og hvis de ikke har helt samme størrelse. Denne egenskab er i høj grad vigtig, hvis kug-



*Fig. 11. Hellumovnen er udtørret og klar til at blive fyldt med potter. Den person, der skal fylde ovnen, står på det massive stykke gulv ovenpå stenen. De store potter står på bjælkerne.*



*Fig. 12. Det nederste lag af potter er fyldt i ovnen og hele ovnen er dækket. Potterne står dels på bjælkerne, dels er nogle hængt i spænd over hullerne i bjælkerne. Ovnen er ved at være fyldt med flere lag af kuglepotter.*

lepotterne skal betragtes som opbevaringskar, idet de uden besvær som stabelvare kan tilpasses selv de mest irregulære rum. Som eksempel kan tænkes lastrummet på et handelsskib eller en jordgravet kælder. Stabet behøver kun den øverste et tilpasset trælag for at beskytte indholdet. På et plant gulv bør de underste potter stilles tæt for at støtte hinanden og eventuelt klodses op eller stilles i en halmring.

At kuglepotter er lette at stable gælder i høj grad også, når de skal fyldes i ovnen ved brændingen. Der er nogle hensyn at tage, før stablingen påbegyndes:

- Da de rundbundede lerkar under brændingen ikke skal indeholde noget, er det sikrest at stille dem på hovedet.

- Gulvet i ovnrømmet på Hellumovnen er ikke et regulært fladt gulv, men består af tykke bjælker, der udgår fra et fast punkt, den lerbeklaskede sten i midten. Imellem bjælkerne er der åbent ned til fyrkammeret.

- Der er ikke fundet rester af afstøtningsmidler eller hjælpebjælker i forbindelse med udgravningen. Man må derfor gå ud fra, at sådanne ikke har været brugt.
- Det fundne ovngulvs omkreds er så stor, at man, uanset hvorledes ovnkappen end udformes, ikke kan række lerkarrene på plads i ovnkammeret. Den person, der skal fylde ovnen, må altså ind i ovnen og pladsen på stenen i midten synes nærliggende som ståsted.

- Luft udvider sig under opvarmning, og man må derfor under fyldningen påse, at de lerkar, der stilles oven på det første lag, ikke, hvis de også stilles på hovedet, passer så godt om bunden på de underste lerkar, at der lukkes lufttæt. Hvis det sker, kan det således helt tillukkede lerkar sprænges under brændingen.

- Ler svinder under brændingen og man må derfor være opmærksom på, hvis nogle lerkar sættes i spænd mellem andre, at pladsen ikke under bræn-



Fig. 13. Opfyring i Hellumovnen. Der fyres kun i indfyriingsåbningen, røggasserne trækker så ind i fyrkammeret.



Fig. 14. Ovnens lukkes ved at skubbe pladerne helt til for aftræksåbningen og der mures til for indfyriingsåbningen.

dingen udvider sig så meget, at lerkarret glider ned, med skred i hele stablen til følge.

Man begynder med at stille de lerkar, der skal dække åbningerne, der er ned til fyrkammeret, tæt sammen på bjælkerne så de støtter hinanden hen over åbningen. Det kan dreje sig om tre til fire store kar. Der kan muligvis være plads til et mindre kar, der hænges i spænd over åbningen. På den måde arbejder man sig rundt fra åbning til åbning, og fylder ovnen fra ydervæggen og ind til støttepillen.

På denne stilles lerkarrene til sidst ganske tæt, støttende sig op ad hinanden og op ad lerkarrene på bjælkerne. Dermed er det første lag udfyldt, og personen, der stabler, har forladt ovnen og må fylde resten i udefra (fig. 12).

Det er det første lag, der kræver overblik og koncentration, da man let kan tabe lerkarrene ned i fyrkammeret eller forregne sig med hensyn til svind og spændinger. Det mest kritiske er naturligvis de kar, der skal balancere i fri luft over fyrkammeret.

Har man imidlertid fået dette lag sat i system, synes der ingen grænser for, hvor mange kar, der er plads til. Der er i denne ovn god mulighed for at udnytte erfaringer fra stabling i pottemagermiler. Hvis man tager behørigt hensyn til ikke at få lukket lufttæt mellem karrene, og har man kar nok at tage af, således at man kan lægge små kar inden i større, har Hellumovnen en enorm kapacitet.

### Brændingen

Brænding af ler til keramik skal ske med stor forsigtighed. Især er optændingen et kritisk tidspunkt (fig. 13). Ler tåler ikke temperaturchok, og de første 100 ° må fyringen holdes på et moderat niveau. Ved 600 ° fordamper det kemisk bundne vand og keramikken begynder at gløde. Herefter bliver farven lysere og lysere til gullig, indtil sintringspunktet nås ved 1000-1300 ° og leret smelter ud. Lerkar fra dansk oldtid er brændt ved 800-900 °, og i rekonstruktionsforsøget brænder vi til denne temperatur ved en lysende orangerød farve.<sup>6</sup>



Fig. 15. Ovnens åbnes og gløderne rages ud. Der dannes mængder af trækul ved den ufuldstændige forbrænding.

På rekonstruktionsmodellen af Hellumovnen er indsætningsåbningen og aftræksåbningen som omtalt den samme. Når stablingen er bragt til ende og opfyringen påbegyndes, skal åbningen derfor indsnævres. Dette foregår ved, at store lerplader lægges over åbningen og eventuelt mures fast med fugtigt ler. Ved at have et tilstrækkeligt antal plader, kan man regulere aftræksåbningens størrelse og placering indenfor indsætningsåbningens mål.

Rekonstruktionsmodellens kuppelformede ovnkappe holder godt på varmen, men også på damp, der udvikles ved brænding med vådt brænde. Denne damp skal slippes ud, så der ikke sker skade på det ubrændte lertøj.

Opfyringen begyndes altså ved, at man tænder et lille bål i indfyringsåbningen, der passes og holdes ved lige, mens man kontrollerer røgens temperatur og fugtighed. Dette gøres let ved at holde hånden over aftræksåbningen, hvorved man kan føle om røgen er for varm eller om den gør hånden fugtig. Ef-

ter en time kan fyringen gøres kraftigere, og hvis røgen føles tør, kan aftræksåbningen indsnævres til ca.  $10 \times 10$  cm. Når fyringen har stået på i tre til fire timer, vil lerkarrene begynde at gløde, og herefter kan der fyres så kraftigt man kan, indtil den ønskede temperatur er nået. Aflæsningen sker sikrest, hvis opfyringen er begyndt om eftermiddagen og maksimumtemperaturen nås efter mørkets frembrud, idet farven på gløden bedst bedømmes på mørk baggrund.

Som omtalt havde vi under forsøgsbrændingen herudover også teknisk kontrol af vores temperaturmåling, idet der var indsat følere i ovnen.<sup>7</sup>

Når den ønskede maksimumtemperatur er nået, lukkes ovnen af med sten klinet op med fugtigt ler for indfyringsåbningen, og ved at lægge plader helt tæt over aftræksåbningen (fig. 14). Dette sker for at sikre en langsom afkøling. På denne måde holdes maksimumtemperaturen over et stykke tid, hvilket stabiliserer leret yderligere. Samtidigt hermed sker der en udjævning af temperaturfordelingen i ovnen.

Der sker også en reduktion af ilt i ovnen, således at forbrændingen af træet forbruger den ilt, der er, hvorefter jernpartiklerne i leret suger kulstof. Efter brændingen vil lerkarrene fremtræde som mørke. Reduktionsgraden kan reguleres alt efter hvor tæt lukningen af ovnen gøres.

Ovnen afkøler nu i ca. 2 døgn, hvorefter den åbnes og gløderne rages ud (fig. 15). Efter yderligere et døgn afkøling kan den tømmes. Tømningen sker i omvendt rækkefølge af fyldningen.

Den rekonstruerede Hellumovn er en pålidelig ovn. Nok er stablingen af lerkarrene forbundet med noget besvær, men til gengæld er opfyringen let, der er godt træk i den, den er økonomisk i brændeforbrug og den er holdbar.

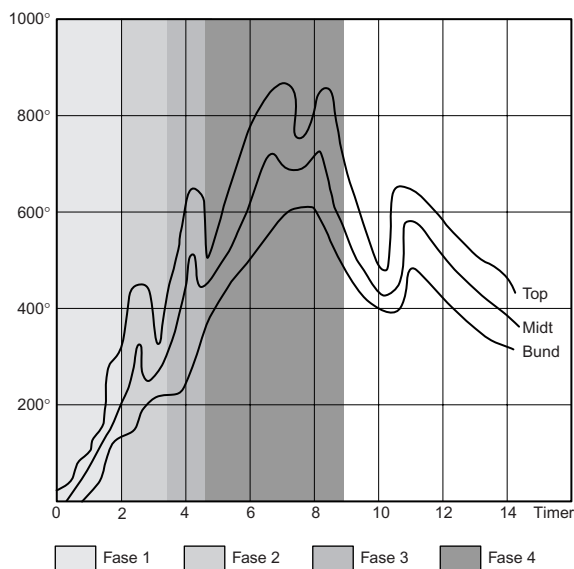


Fig. 16. Analyse af brændingsforløbet i Hellumovnen på grundlag af kalibrerede temperaturkurver.

Fase 1: Stille fyring med lukket aftræk (ca. 100 cm<sup>2</sup>) de første 2 timer. Ujævn temperaturstigning til ca. 130°-300°. Det er formentlig de enkelte fyringer, der kan læses af kurvernes spring.

Fase 2: Herefter stærk fyring i 1 1/2 time. Temperaturen stiger flere gange til 190°-435° med fald på ca. 55°, ind imellem på den højeste temperatur. Efter 1 times stærk fyring er ovnen fyldt med damp og temperaturen er 200°-325°. Efter yderligere 1/2 times stærk fyring uden nævneværdig temperaturstigning åbnes aftrækket.

Fase 3: Kraftig fyring i 1 time. Jævn hurtig stigning af højeste temperatur til 635°. Dampen forsvinder og der lukkes igen for aftræk. (Åbning ca. 100 cm<sup>2</sup>).

Fase 4: Med uforandret fyring sker der et drastisk fald i temperaturen til 370°-465° i løbet af 1/2 time. (Højeste temperatur faldet 160°). Herefter stiger temperaturen jævnt i løbet af 2 timer til 590°-820°, hvor den stabiliserer sig med et enkelt fald i den højeste temperatur til 720°. Krukkerne gløder nu, og temperaturen bedømmes visuelt til ca. 820°. (Pænt sammensald med de målte kalibrerede temperaturer).

Tilsyneladende har aftræksåbningens størrelse stor indflydelse på brændingsforløbet – en indflydelse, der bliver større og større jo stærkere der fyres. Når der er lukket, d.v.s. åbning ca. 100 cm<sup>2</sup> kan man formentlig se de en-

kelte fyringer på kurvernes flaksen, og samtidig stopper temperaturstigningen på grund af den ophobede damp.

Når der er åbent aftræk (500-700 cm<sup>2</sup>) forsvinder dampen og temperaturen stiger. Når der derefter lukkes igen, sker der et markant fald, der først er udlignet efter godt en times fyring. Den totale brændingstid var ca. 9 timer.

#### Konklusion

Åbent aftræk giver kortere brændingstid (formentlig ca. 6 timer), ingen op-hobning af damp og dermed bedre brændselsøkonomi samt færre revnede lerkar.

Med hensyn til økonomien er det vanskeligt at give præcise detaljer, idet brændet til forsøgsbrændingerne var ekstremt vådt. Fugtighedsgraden blev målt til 22-28 %. Det kan oplyses, at forbruget lå på 210 kg, hvilket er under det halve af, hvad de andre rekonstruerede ovne hver især brugte. Brændet var meterlange grene af løvtræ.

Ovnen opførte sig under brændingen særdeles forudsigeligt, brændte jævnt og stille, og havde kun brug for regulering i forbindelse med en voldsom dampudvikling, der var betinget af det våde brænde. Ved brug af tørt brænde vil dette problem være fjernet, og man vil med øvelsen kunne forvente i Hellumovnen at have en meget pålidelig og økonomisk keramikovn, der kun fordrer lerkar af en vis størrelse til det nederste lag, for at stablingen kan praktiseres over åbningerne til fyrkammeret.

Forsøgsbrændingen påbegyndtes kl. 14.30 med stille opfyring, der blev holdt ved lige indtil kl. 16.30. Herefter fyredes kraftigere og gløder og brænde blev skubbet ind i fyrkammeret. Indtil kl. 19.00 var aftræksåbningen helt åben, men derefter indsnævredes den til ca. 10 × 10 cm, da røgen føltes rimeligt tør. Kl. 23.00, da alle lerkar glødede, og temperaturen blev anslået til gennemsnitligt at ligge på 820°, blev indfyringsåbningen muret til, og pladerne over

aftræksåbningen skubbet helt til, men ikke muret (fig. 16).

Temperaturfordelingen var som forventeligt sådan, at der var varmest forrest og køligst bagest i ovnen, og reduktionen var fordelt således, at den var kraftigst i bageste, nederste tredjedel og opløstes jævnt op imod forreste, øverste tredjedel, hvor farven på de færdige lerkar var uden reduktion. Denne fordeling skyldes den utilmurede aftræksåbning.

#### Noter

1. Kock 1984 s. 9 og nærværende artikel om ovnen fra Hellum, s. 17.
2. Se artikel af Jan Kock om ovnen fra Hellum, s. 17.

3. Se analyseresultat i artikel af Birgit Als Hansen og Morten Aaman Sørensen, s. 244.
4. Se billede i Jan Kocks artikel om ovnen fra Hellum, s. 21 fig. 5.
5. Se billede i Jan Kocks artikel om ovnene fra Hellum, s. 23 fig. 8.
6. Liebgott 1975, s. 3.
7. Se Hugo Rasmussens artikel om temperaturmålingerne.

#### Litteratur

- Bibby, Annette, Lone Schmidt & Inge Sell: Optænding, *Skalk* 1980: 1 s. 9-15.
- Kock, Jan: Hellum-potter, *Skalk* 1984: 3 s. 9-13.
- : Ler i flammer, *Skalk* 1989: 3 s. 10-15.
- Liebgott, Niels-Knud: 900 grader C, *Skalk* 1975: 4 s. 3-8.
- Reinholdt, Helle: Pottemager ved Hærvejen, *Skalk* 1986: 1 s. 12-15.
- Schmidt, Lone: Pottemagere, *Skalk* 1977: 3 s. 7-11.