

Fliseovnene fra Bistrup

et rekonstruktionsforsøg

Af Egon Hansen

Indledning

»Bistrup teglværk« blev af Birgit Als Hansen og Morten Aamann Sørensen undersøgt i årene 1975/76, og undersøgelsens resultat blev 1980 fremlagt i hikuin 6.

Der var i årene før denne undersøgelse etableret et samarbejde mellem udgraverne af Bistrupanlægget og en gruppe frivillige med tilknytning til Moesgårdkurserne (1). Gruppen havde opbygget og gennemprøvet en kopi af Fauherholmovnen i forbindelse med genfremstilling af et parti tidlige glaserede middelalderkander (2).

Da Bistrupundersøgelserne fandt sted, havde gruppen påbegyndt en forsøgsrække, hvis mål var, at finde frem til de væsentlige arbejdsmetoder ved fremstilling af glaserede gulvrelieffliser fra slutningen af 1200 årene. Ved et besøg på udgravningen i 1976 opstod der interesse for oven III og IV, som havde været anvendt til fremstilling af lignende fliser.

Besøget på udgravningen blev efterfulgt af en møderække, hvor det blev besluttet, at rekonstruere det pågældende ovenanlæg på et egnet sted på Moesgårds areal. De indledende forsøg havde blot omfattet mindre serier af fliser, medens denne genopbygning ville give mulighed for at efterligne den daværende serieproduktion, og tvinge til den deraf følgende forenkling og rationalisering af fremstillingsprocessen.

Bevillingen til de ca. 3000 mursten, som medgik til

rekonstruktionen blev givet af Forhistorisk Museum på Moesgård. Den daværende leder af Museet, professor Ole Klindt-Jensen, gav tilladelse til, at forfatteren som tjenstlig opgave påtog sig hvervet som forsøgsleder.

Råleret til de indledende forsøg blev skænket af Hammershøj teglværk, og de øvrige materialer og redskaber blev indkøbt og betalt af forsøgsgruppen, som til gengæld fik rådighed over de fremstillede fliser. Måleudstyret blev udviklet af Hugo Rasmussen, Nitro-Electric, Struer, mod betaling af materialeudgifterne.

Både Hugo Rasmussen, Birgit Als Hansen og Morten Aamann Sørensen deltog aktivt i såvel opbygning som afprøvning af ovenanlægget, sammen med den frivillige gruppe, der bestod af Annette Bibby, Lone Schmidt, Inge Sell og undertegnede.

Rammerne for forsøget blev udarbejdet i nært samarbejde mellem forsøgsgruppen og udgraverne, og problemerne blev opdelt i tre hovedgrupper, som dog i nogen grad overlappede hinanden:

A. Formning og stempling af råfliserne

Denne del af forsøget blev i overvejende grad foretaget af den frivillige gruppe, som tidligere havde arbejdet sammen om gennemprøvning af Fauherholmovnen og de dertil hørende glaserede kander.

Træstemplerne blev skåret efter originalopmålinger af de bevarede fliser, stillet til rådighed af udgraverne. Hertil anvendtes lagret egetræ, og de blev skåret med hensyntagen til lerets svind under tørring/brænding.

Fliser kan fremstilles på to måder, enten ved presning eller ved formning i rammer ligesom munkesten.

Den førstnævnte metode kræver et ret fast ler, som presses eller udrulles mellem to træstykker til den ønskede tykkelse, hvorefter de umiddelbart kan stemples og renskæres. Herefter er de klare til at henstille i tørreladen.

Formning kræver et mere smidigt ler, for at kunne slås ud af formene. Fliserne må derfor have en vis tørringsperiode, inden de kan stemples og renskæres, og derved fremkommer en del afskæring, som er for fast til at kunne anvendes igen. Det må altså omælttes, hvilket medfører mere arbejde.

Presningsmetoden blev anvendt i de indledende forsøg, da man mente, at den var mindst arbejdskrævende. Den gav kopier med en vellignende overfladestruktur, men brudflader fremtrådte med vandrette linier, medens fladerne i de originale fliser viste en buet struktur, som man kan se i de fleste munkesten. Presningsmetoden kan altså ikke have været anvendt ved den daværende fliseproduktion.

Forsøgene med formning i rammer er endnu ikke fuldført. Anvender man blødt ler, og slår flisen ud på et tørrebrædt, får man en ret stor variation i flisernes tykkelse. Former man fliserne direkte på tørrebrættet og løfter formen op, spilder man en del plads. Begge metoder kræver en tørringstid før stempeling og renskæring. Vanskeligst er det at opnå den rette lerkonsistens, når forsøget må foregå en aften eller to om ugen. Disse vanskeligheder har ikke eksisteret for de daværende arbejdere, som havde denne produktion sideløbende med en munkestensproduktion, som foregik daglig.

B. Tørring, begitning og glasering

Tørringen voldte ingen problemer, blot den foregik i skygge og med rigelig ventilation. Svindet ved denne del af arbejdet var minimalt, mindre end een % måtte kasseres grundet revnedannelse.

Begitning

Begitningen af de tofarvede fliser blev gennemført ved en overhældning med tynd pibelersslikker straks efter stempelingen. Derefter blev fliserne hensat i lade indtil de var helt tørre. De ophøjede partier blev derefter renskrabet med en stållineal. Mærkerne efter dette arbejde vil let kunne forveksles med den afstrygning af overfladen, som må forekomme, når fliserne formes i rammer. Metoden viste sig velegnet, og der blev kun iagttaget få krakeleringer i og afskalninger af pibeleret. De, som fremkom, var resultatet af en for tyk belægning, forårsaget af en for fed pibelerblanding.

Efter dette var fliserne klare til forglødningen, som beskrives nærmere under brænding.

Glasering

Arbejdet med glaseringen foregik ud fra en opfattelse af, at der skulle anvendes vådglasur, og at denne skulle påføres efter en forglødning.

Forsøget med kanderne, se Skalk 1977:3, havde vist at vådglaseringen var lettest at gennemføre med held, og de to sammenbyggede ovne blev af udgraverne opfattet som en forglødnings- og en glasuovn.

Som glasur anvendtes blymønje tilsat rødler. Den blev påført fliserne med pensel medens de endnu var varme efter forglødningen. Glasuren kan påføres ret tyndt, og overfladen fremstår meget blank, med farver, som er afhængige af varme/iltning/reduktionsforholdet.

C. Bygning af ovnene

Dette arbejde blev hovedsageligt foretaget af Birgit Als Hansen, Morten Aamann Sørensen samt forfatteren, der besad praktisk erfaring gennem opbygning af de tidligere gennemprøvede ovne.

Ovnanlægget blev opbygget af moderne røde mursten i modsætning til det oprindelige, hvortil der hovedsageligt var anvendt brudstykker af munkesten.

Grundlaget for opbygningen var opmålingstegningen fra Bistrup ovn III og IV. For at lette forsøgsrækken blev ovnene opbygget i forholdet 7:10, dvs. ca. 2/3 størrelse. Denne nedskæring af størrelsen medførte, at afprøvningen kunne gennemføres med ca. 600 fliser i glasurovnen i modsætning til den oprindelige, som formentlig har kunnet rumme over 1500. Nedsættelsen svarede i nogen grad til forholdet mellem størrelsen af munkesten og de anvendte moderne mursten.

Mørtel

Til opbygningen anvendtes en lermørtel, bestående af to dele lokal kalkholdig ler (søvindmergel?) til tre dele skarpt grus. Blandingen blev æltet sammen med vand i en ringformet æltegrav, 60 cm bred, 30 cm dyb, ca. 6 m i diameter. Leret blev fordelt først, og overlejret af gruset. Der tilførtes vand under æltningen, som blev udført af en islandsk hest, som trampede rundt i ca. 1,5 time for at blande 2 m³.

Placering

Ovnanlægget blev placeret i en skråning, som var knap så stejl som den i Bistrup. Som fig. 1 viser, havde de to Bistrupovne fælles front- og mellemvæg. Frontmuren var tilsyneladende skudt lidt frem foran ovn IV, men forholdene var uklare, da dette parti var afskåret af et senere anlæg. Det blev besluttet at føre frontmuren igennem i en ret linie ved rekonstruktionen.

Ovn III

Aftræk

Vestenden af ovn III var ligesom frontmuren forstyrret af senere nedgravninger. Der var ingen spor af skorsten eller aftrækshul. Fra ovnens sydside, ca. 1 m fra indfyringsåbningen udgik en tværmur i halvtstens tykkelse. Denne mur adskilte den askefyldte fyrflade fra selve ovnkammeret, hvis gulv var præget af nedlø-

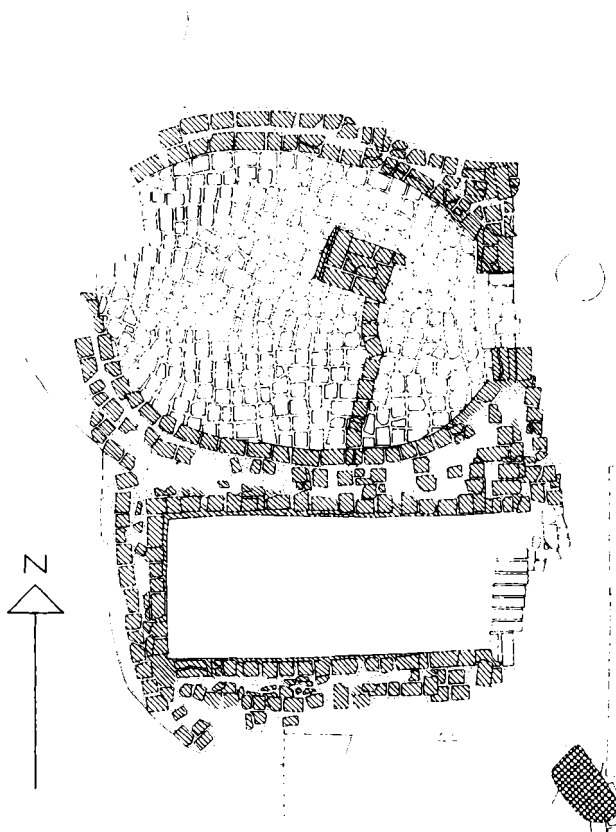


Fig. 1. Oversigtsplan. Efter hikuin 6 side 233.

ben fastbrændt glasur. Den sluttede sig i nordenden til en rektangulær murklods, bevaret i en højde af to skifter. Fra denne og til ovns nordside var ovngulvet uden klar adskillelse af de to kamre.

Den rektangulære murklods kunne opfattes som bunden af en skorsten. Var dette tilfældet, måtte ovnen have virket som en form for horisontal rundtræksovn, og aftræksåbningen måtte da have været i vinklen mellem murklods og tværmur. Der fandtes dog ikke sod og askerester på murklods, og det var vanskeligt at forestille sig en asymmetrisk placeret skorsten ført gennem en oval kuppel, som skulle kunne holde til flere brændinger. Hvis det skulle virke, måtte ovnen have haft lodrette sider, og flad overdækning, og dette harmonerede ikke med den ovale form, og den iagttagne svage krumning af de bevarede skifter i den fælles mellemvæg.

Der fandtes ingen forklaring på den nævnte murklods, men det blev antaget, at tværmuren oprindeligt havde været gennemgående, og at den havde været opbygget og nedbrudt i forbindelse med de enkelte brændinger. Ovn måtte da opfattes som en skræntovn med aftræk i den højeste ende (vestenden), og tværmuren kunne anvendes som gittermur, eller som grundlag for en brænding med overslående flammer.

En gennemgang af tegninger af japanske flerkammerskræntovne viste, at disse havde aftræks/iagttagel-

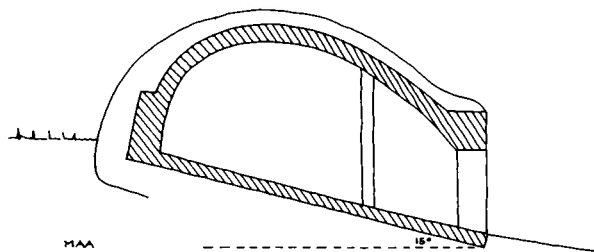


Fig. 2. Rekonstruktionssnit af ovn III

sesåbninger i siderne, og det blev besluttet at gennemprøve virkningerne af lignende åbninger.

Ovn blev derfor i vestenden forsynet med en aftræksåbning på ca. 20 × 20 cm placeret i skifte 3 og 4, og 55 cm herfra blev der i skifte 5 placeret en åbning på 7 × 15 cm i hver side. Den sydlige måtte forsynes med en skråtgående kanal for at komme fri af ovn IVs NV hjørne.

Opbygning

Efter en planering af området efter opmålingsplanen blev opmuringen påbegyndt med de nederste skifter af ovn III og den fælles mellemvæg. Kuplens form blev opbygget efter konstruktionsskitser udarbejdet af udgraverne se fig. 2. Den nederste del af ovnen blev opført i helstensmur efter planen.



Fig. 3. Foto af opbygning af hvælvet af ovn III

Kuplen

Den ovale kuppel blev efter overgang til halvstensmur hvælvet op fra vestenden som en selvbærende konstruktion uden skabelon (se fig. 2). Den blev videreført til den støttede mod buen over indfyringsåbningen (fig. 3). Den burde have været muret som almindeligt hvælv med afslutning i toppen for at give bedre forbindelse med frontmuren.

Ovn IV

Forglødningsovnene blev opfattet som en lille teglovn, og nedsættelsen af størrelsen gjorde, at grundplanen svarede nogenlunde til forholdet mellem munkesten og mursten.

Bund

Den originale ovnbund havde et forbrændt midterfelt, som gik gennem hele længden, og som ved siderne var begrænset af en række rektangulære mørke felter. Disse felter viste, at der under den sidste fyring havde været en åben stabling af kantstillede sten, som havde efterladt reducerede felter mellem dem og ovnbunden. Stenene i denne åbne stabling antoges at have gået 40 – 50 cm op, hvorefter de ved indkragning havde dannet loft over fyrkanalen og bund for den egentlige stabling.

Fyråbning

Fyråbningen blev opbygget i rekonstruktionsmålestokken 7:10, og den blev herved 38 cm bred, og 46 cm høj. Denne åbning fandtes ved fyringen for smal, og den har sikkert fungeret bedre med de originale mål. Dette viser, at størrelsen af en fyråbning, som er opbygget på grundlag af generationers erfaring ikke kan ændres væsentligt, da den er mere afhængig af selve fyringen end af ovnens størrelse.

Højde

Højden blev anslået til godt to m, idet man gik ud fra, at der skulle kunne stables ca. 20 lag kantstillede sten under brændingen.

Ovnene blev opmuret i helstensmur, med samme lermørtel som ovn III.

Afdækning

Ved undersøgelsen af de oprindelige ovne fandtes et fast lag ler i varierende tykkelse omkring begge ovne. Det antoges, at dette lag skulle føres videre op over hele ovnkuplen på ovn III, og at det dels skulle virke isolerende under fyringerne, og dels beskytte mod vejrliget. Det blev udført med samme lermørtel som opmuringen i en tykkelse af ca. 15 cm. Ligesom lergulve måtte dette lag stampes dagligt under hele tøringsperioden, for at hindre en for stærk krakelering. Fig. 4 og 5 viser forskellen på et stampet og et ikke stampet område.

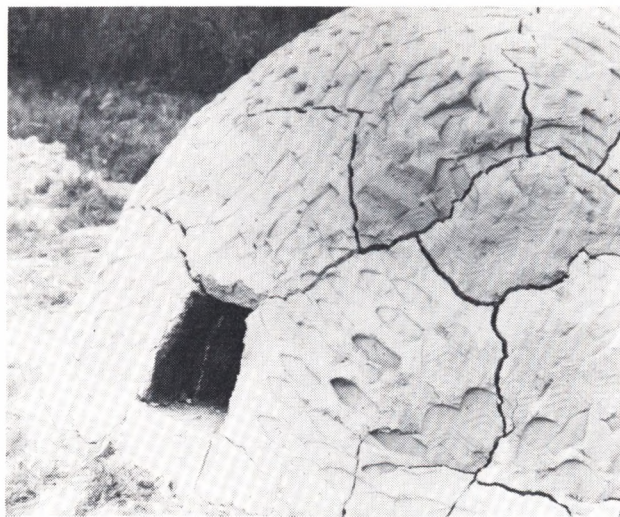


Fig. 4. Lerkappe over ovn III ustampet.



Fig. 5. Lerkappe over ovn III stampet.

Udtørring

Ovnanlægget fik efter opbygningen en udtørningsperiode på godt 3 uger, hvorefter den ved planeringen bortgravede jord blev fordelt over og omkring det, før den første forsøgsfyring. Fig. 6 viser det færdige anlæg.

Brændingsforsøg

Planlægning

Skønt de to ovne havde været sammenbygget, viste deres form, at de havde haft hver sin funktion, som krævede forskellige former for såvel stabling som fyring.

Brændsel

Til fyringen havde forsøgsgruppen af Forhistorisk Museum fået tildelt et parti poppeltræ fra to store vindfælder, skåret i ca. 40 cm lange stykker og nødtørftigt flækket. Udover dette fandtes et parti flere år gammelt egetræ, hvor yderveden var delvis bortråd-

net samt et parti skaller af gran, der kunne bruges til opfyring.

Ved de første brændinger blev der hovedsageligt anvendt poppel, som viste sig meget velegnet, idet det havde en meget stor flammelængde i forhold til eg og gran. Til fyringen i de oprindelige ovne må have anvendt andre former for brændsel, da opskæring af grovt træ med rundsav næppe kan have fundet sted på et så tidligt tidspunkt.

Anvendelse af kvas og tynde stammer fra krat og underskov, afskåret med økse synes at være den mest nærliggende løsning. I så fald ville en fyring med kvas af tjørn og lignende være naturlig for ovn III, og passe til denne ovns indfyringsåbning og fyringsflade.

Til ovn IV ville tynde stammestykker være velegne-

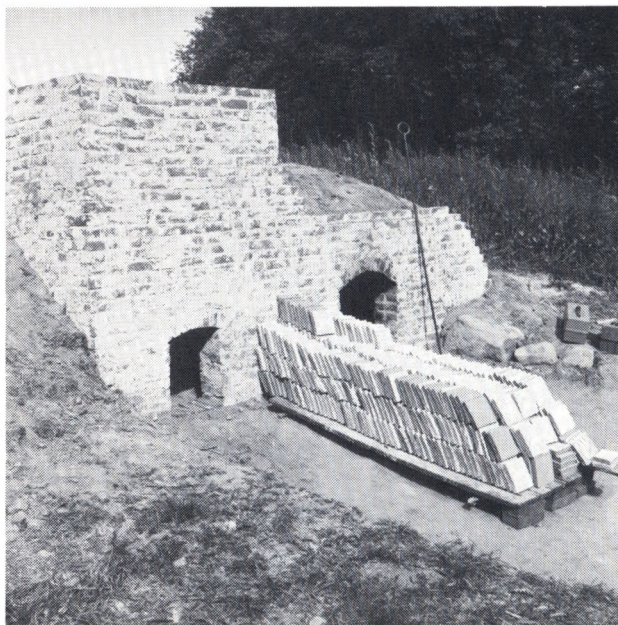


Fig. 6. Det færdige anlæg.

de, selv om man kun behøver at fyre i ovnens yderste trediedel. En indkastning af grove træstykker i denne ovn ville let kunne forstyrre stablingen omkring fyrkanalen, og medføre sammenskridning af de stablede sten. Fyrfladen i denne ovn er påfaldende lille i forhold til den masse, som skal brændes/forglødes, sammenlignet med forholdene i glasurovnen.

Ovn IV

Denne ovn, som af udgraverne er opfattet som en forglødningsovn, måtte stables på lignende måde som en almindelig teglovn. Den vil ved en forglødning kunne rumme fliser nok til flere brændinger i glasurovnen. En enkelt mand ville dog let kunne klare en parallelfyrring af begge ovne, og det må anses for sandsynligt, at denne ovn også har været anvendt til brænding af andet end fliser.

En fyldestgørende gennemprøvning af denne ovn var ikke mulig, da det ville kræve produktion af tusinder af mursten, samt store mængder af brændsel.

Ovnen blev derfor kun prøvet een gang i forbindelse med flisebrændingen 3/6 1980. Den blev stablet med et par tusind færdige mursten samt nogle hundrede ubrændte. Stenene blev stablet i diagonale rækker, vinkelret på hinanden, og aftrækket forsøgtes reguleret ved at lægge jord over det øverste lag tætstablede sten. Der blev under brændingen foretaget reguleringer ved at flytte mindre åbninger i afdækningen, men uden særlig resultat.

Der blev fyret i ca. 30 timer, hvorefter en del af stablingen over fyrkanalen skred sammen grundet sintring af stenene (dårlig fyringskontrol). De målte temperaturer svingede mellem 500 og 815 grader da fyringen standsede. Fyringsperioden var for kort til at gennembrænde lermørtelen i murene, og ovnen er nu brudt ned til godt en meters højde.

Ovn III

Bag tværmuren havde denne ovn talrige steder rester af glasur, som ofte fastholdt små stykker af fastbrændte fliser. Den har utvivlsomt været anvendt til glasurbrændinger, men de nævnte glasurrester kunne ikke fortælle, hvordan stablingen var foretaget.

Stablingen

Stabling af fliser til en glasurbrænding kræver, at ingen af glasurfladerne rører ved hinanden. Dette kan være vanskeligt, når man i den formindskede rekonstruktion skal stable 5 lag over hinanden og i den oprindelige ovn 8 lag eller mere. Stablingen blev yderligere vanskeliggjort af det forhold, at man i forsøget arbejdede med flere flisestørrelser. Forsøg med stablingemetoder var allerede gjort i forbindelse med en mindre brænding i Faurholmovnen. Forsøgene blev videreført i den første forglødning, hvor man tog udgangspunkt i en tro på, at de skrå underskårne kanter på fliserne skulle tilpasses ovenbundens skrånende flade, så alle fliser stod lodret.



Fig. 7. Stabling af fliser til glasering.

Stablingen blev startet bagest i ovnen og fliserne sat i dobbeltrækker, nærmest som et sildebensmønster (se fig. 7). Denne stabling gav små mellemrum mellem dobbeltrækkerne, og de næste dobbeltrækker skulle da stå over mellemrummene. Metoden var besværlig, og der blev derfor indskudt mellemlag af fladt liggende fliser mellem de enkelte stablinger.

Disse mellemlag, blev præget af nedløben glasur under den første egentlige brænding, og da der ikke i udsmidslagene omkring de oprindelige ovne fandtes lignende fliser måtte denne metode forkastes.

Ved de senere brændinger blev stablingen foretaget med omvendt sildebensmønster, hvor den første flise i rækken blev støttet af tværmuren, som herved fik endnu en funktion.

Temperaturmålinger

Til måling af de opnåede temperaturer blev der konstrueret et apparatur, som kunne tilslutte ialt 12 følere. Disse var sammensvejsede tråde af crom/allu – crom/nikkel, som i svejsepunktet opbygger en temperaturafhængig målelig spænding. Måleområdet gik fra 0 – ca. 1250 grader celsius. Der kunne skiftes manuelt imellem disse, og aflæsningerne blev foretaget hver halve time. Nøjagtigheden var angivet til $\pm 5\%$. Følertrådene blev lagt frit i ovnrummet, og dette bevirkede, at enkelte knækkede under brændingerne.

1. brænding

Den første brænding omfattede ca. 600 rå fliser, som skulle forglødes. Fliserne blev stablet i 5 lag i det tidligere nævnte mønster, adskilt af mellemlag. I forbindelse med stablingen blev anbragt 7 følere, 3 mellem lag 1 og 2, 3 mellem lag 4 og 5 samt en bagest i ovnen nær aftrækket. Tværmuren blev opbygget som gittermur i halv stens tykkelse. De enkelte sten lå med en

afstand af 3/4 stens længde, og muren var ført helt op mod hvælvingen.

Fyringen, som også skulle udtørre ovnen blev påbegyndt 16/7 1979 kl. 22.30 og varede 18½ time. Der blev fyret med poppel, og efter 14 timer var temperaturen nået op på 800 grader. Der blev fyret yderligere 3½ time uden væsentlig stigning, men disse timer gav en vis udjævning. Temperaturen var ret jævn midt i ovnen, medens den i bundlaget lå ca. 100 grader lavere. Gennemsnitstemperaturen ses på kurveplan fig. 8.

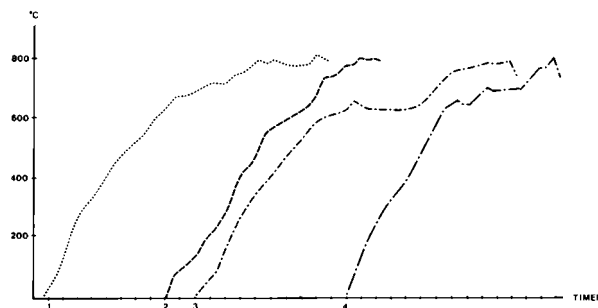


Fig 8. Kurveplan over temperatur i brænding 1 - 4.

Tømning

Ovnen blev tømt om morgenen 19/7, og der blev iagttaget tre områder hvor brændingen ikke var gennemført. Det drejede sig om to områder mellem ovnens sideåbninger og det egentlige aftrækshul. Disse områder var ved bunden ca. 40 cm brede, og aftog gradvis opad. Endvidere var der et mindre område lige inden for aftrækket, som ikke var gennembrændt. Fliserne fremtrådte mest røde, men med nogen mørkfarvning udfor hullerne i gittermuren.

Glasering

Efter udtagningen blev fliserne børstet rene, og blyglasuren blev påført med flade lakpensler. Ovnbunden blev ligeledes renfejet, og fliserne blev igen stablet på samme måde som ved forglødningen. Der blev placeret 7 følere, 3 mellem lag 1 og 2, og 4 i lag 3. Gittermuren blev opbygget som ved forglødningen.

2. brænding

Fyringen blev påbegyndt kl. 19.30 og fortsatte 13½ time. Der blev igen fyret med poppel, som kunne anvendes i store stykker, op til 30×30×40 cm. Der blev fyret kraftigere end første gang, og temperaturen steg jævnt. Der kunne som ved 1. brænding iagttages en udfladning af kurverne mellem 6- og 700 grader. Denne udfladning forstærkedes af en overfyring i denne periode (se fig. 9). Der kunne iagttages større forskelle mellem temperaturen i top og bund end ved 1. fyring. Forsøg med lukning af sidehullerne viste, at de påvirkede hele ovnen, og de blev begge lukket lidt før sidste påfyring, for at få bedre udjævning af varmen.

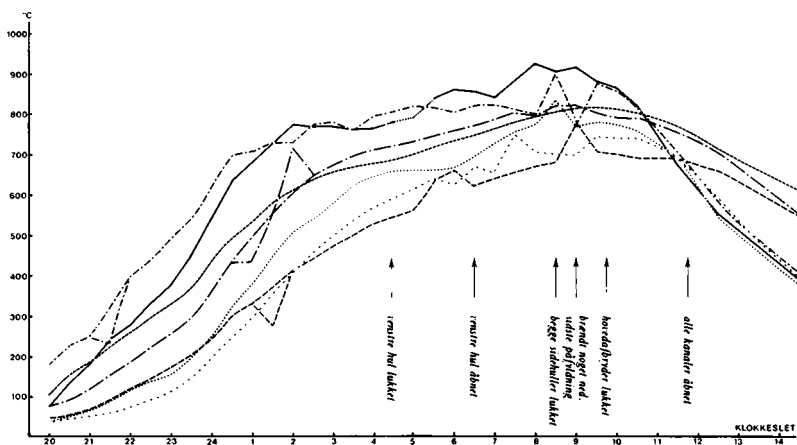
Tømning

Efter et døgn afkøling blev ovnen tømt. Resultatet var en spændende, men ikke særlig ensartet samling fliser. Mange i det øverste lag var ensartet rødbrændte med gulligt skær. De, som vendte de glaserede flader ud mod ovnens sider, var flere steder matte.

Områderne mellem side- og midteraftæk havde ligesom ved første brænding ikke opnået den ønskede temperatur, og fremtrådte uglaserede. Længere nede i ovnen havde den kraftige fyring medført en reduction, som efterlod et mørkere parti i flisernes midte, hvor de ikke, grundet glasuren, var blevet iltet i afkølingsperioden. Disse partier var let grønlig, og ved knækning

Fig. 9. Temperaturkurver over brænding nr. 2.

- 1. venstre side 50 cm fra gitter mellem lag 1 og 2.
- 2. midt i ovn bagtil mellem lag 1 og 2.
- · - · - · 3. venstre side 50 cm fra gitter midt i lag 3.
- · — · — 4. midt i ovn 80 cm fra gitter midt i lag 3.
- · · · · 5. højre side 50 cm fra gitter mellem lag 1 og 2.
- 6. midt i ovn 80 cm fra gitter i overkant af lag 3.
- 8. højre side 50 cm fra gitter i overkant af lag 3.



af fliserne kunne det iagttages, at den reducerede zone under glasuren kun var 1 – 3 mm tyk.

Udfor hullerne i gittermuren var der fremkommet svidning af fliserne med cintring tilføje. Hvor et hul i muren havde været udfor et mellemrum mellem rækkerne, kunne denne svidning strække sig op til 65 cm fra gittermuren. Lavest havde temperaturen været ved bunden, indenfor muren, hvor askelaget havde dækket åbningerne. Der var sket en nedflydning af glasuren, som var kraftigst på de indskudte mellem-lag. Denne stablingsmetode kunne altså ikke have været anvendt oprindeligt.

3. brænding

Der var igen tale om glasurbrænding, og fliserne blev stablet på samme måde som før, men uden mellem-lag. Før brændingen var der sket en ombygning af aftræksforholdene. Hovedaftrækket var ført helt ned til ovnbunden og udvidet til 16 x 42 cm, opdelt i to kanaler af kantstillede sten, som også bar loftet over røgkanalerne, som var 90 cm lange, og havde en stigning på ialt 36 cm, før de mandede ud i kanten af jordpakningen omkring ovnen.

Tværmmuren blev opmuret massiv, og sluttede 5 cm under kanten af det øverste fliselag. Ovnen virkede nu som en skræntovn med overslående flamme.

Fyring

Der blev igen fyret med poppel i grove stykker, og brændingen tog 20 timer. Se gennemsnitstemperaturen i fig. 8. Ovn IV blev gennemprøvet samtidigt. Se ovenfor. En mand kunne let passe fyringen i begge ovne. Temperaturen var mere jævn, men med kraftig udflydning omkring 700 grader, igen forstærket af overfyring. Sidehullerne var lukket under hele perioden, men blev åbnet under afkølingen.

Tømning

Ved tømningen kunne det konstateres, at brændingen havde været mere jævn. Fliserne var ensartede, med stedvis reduction. Køllest ved bunden bag tværmuren, hvor temperaturen dog steg i sidste del af fyringen. Sidernes yderfliser var ikke alle færdigbrændt. Afstanden fra ydervæggen skulle være mindst 5 cm, for at hindre afkøling fra væggene. Der synes ikke at være varmepåvirkninger ovenne imellem. De tidligere kuldezoner mellem trækhullerne fandtes ikke. Også det mindre felt lige indenfor aftrækket var gennembrændt. Afskærmningen af røgkanalen havde hindret kuldestråling fra luften/rummet.

4. brænding

Brændingen omfattede enkelte nyglaserede fliser, samt en mængde ombrændinger. Denne gang blev stablingen foretaget omvendt, således, at den første flise i rækken hvilede mod tværmuren, som herved fik endnu en funktion. Fliserne lænede sig mod hinanden uden anden støtte end de skarpe kanter. De stod mere stabilt på denne måde, og kunne stables tættere, så stablingen af de overliggende lag blev lettere. Tværmuren var massiv, men ved siderne blev hveranden flise trukket 10 – 12 cm ind fra muren, for at skaffe flammegennemgang her, og give bedre brænding af de yderste fliser.

Muren blev ført op til 8 cm over de øverste fliser. Der blev kun stablet 4 lag, og monteret 20 følere, der alle blev boret 4 cm ind i fliserne. De tidligere målinger havde vist store udsving afhængigt af de varierende trækforhold, da følerne her var anbragt mellem fliserne. Tværmuren var muret vinkelret på grundfladen, og hældede udaf, støttet af ovnens sider. Den stod stabilt, selvom den ofte blev ramt af store brændestykker.

Fyringen

Grundet den tørre ovn blev fyringsperioden kun 14 timer. Se gennemsnitstemperatur fig. 8. Der anvendtes halvt eg og halvt poppel. Efter 7 timer var der samlet et meget tykt lag aske og gløder. Fyringen blev standset $\frac{1}{2}$ time, og efterfulgt af 3 timers svag fyring, for at udjævne temperaturerne. Efter endnu $2\frac{1}{2}$ times fyring var den ønskede gennemsnitstemperatur opnået. Højeste temperatur var 865 grader bagest i lag 4. Se fig. 10, som viser gennemsnitstemperaturen i de enkelte lag. Man må forvente, at jævnlig brug af ovnen vil give bedre udtørring af ovnbunden med en forbedring af varmem fordelingen til følge.

Resultat

Denne 4. brænding gav et smukt resultat, hvor kun det øverste lag fliser var lidt for pænt. Flertallet stod med svag reduktion, og al glasuren var uds smeltet, også langs ovnsiderne. Indboringen af følerne gav roligere aflæsninger. Trods den lavere temperatur nederst bag tværmuren var glasuren uds smeltet.

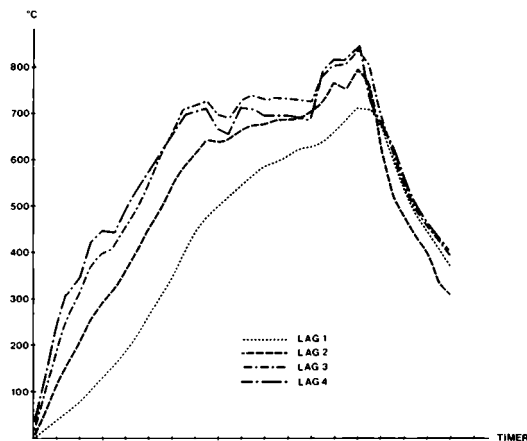


Fig. 10. Temperaturkurver over brænding nr. 4.

5. og sidste brænding

Medens temperaturregistreringen under de foregående brændinger var foretaget hver halve time, blev det besluttet, at gennemføre endnu et forsøg, med elektronisk registrering af ialt 30 følere hvert femte minut. Forsøget skulle give et mere detaljeret billede af varmem fordelingen, og opløse de ofte meget kantede kurver i forståelige buer, som måske kunne sættes i forbindelse med variationer af fyring, såvel som vindpåvirkninger. Et apparatur til dette blev udviklet af Hugo Rasmussen, og anvendt ved den afsluttende brænding 24-25/10 1981. Brændingen blev gennemført udelukkende af hensyn til de nævnte temperaturanalyser, og havde ingen produktionsmæssig hensigt.

Denne sommer havde været meget regnfuld, og hele ovnen var gennemtrukket af vand. Det blev derfor nødvendigt, med en længere langsom udtørring af ovnen, før det egentlige forsøg.

Stabling

Sommerens fugtighed havde forhindret en egentlig produktion af fliser. Der var blot arbejdet i det små med formning i rammer, og antallet af fliser var derfor ikke stort nok til at fylde ovnen. Da en sådan brænding er afhængig af en fuld ovn, idet trækforholdene ellers bliver forstyrrede, blev ovnen denne gang stablet med brændte mursten i samme mønster som fliserne. Der blev efterladt et mindst 5 cm bredt hulrum mellem de yderste sten og ovnvæggene, ligesom ved 4. brænding, og tværmuren blev opført, massiv til 5 cm over de øverste sten.

Stenene blev stablet på kant i 6 lag, og der blev placeret 8 følere i lag 1, 8 i lag 3, og 6 i lag 5. Endvidere blev der indmuret 4 følere i tværmuren. Se skitse (fig. 11) over følerplacering.

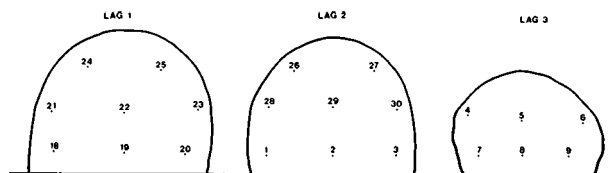


Fig. 11. Følerplacering i brænding nr. 5.

Fyring

Med henblik på udtørring af ovnen, blev der fyret meget svagt de første timer. Den egentlige opvarmning og temperaturregistrering blev påbegyndt kl 14, og varede i 20 timer, svarende til de tidligere brændinger med kold ovn.

Der blev overvejende anvendt gammelt kærnetræ af eg, og det må antages, at opvarmningen var sket hurtigere med det langflammende poppel. Fyringen blev udført med store stykker træ, og der medgik godt 1½ rm til udtørring og brænding. De sidste timer blev besværliggjort af en kraftig vind, som i retning mod ovnens trækretning, sugede flammerne ud af indfyrringsåbningen. Denne var en del af tiden skærmet af

en løst ophængt jernplade, som syntes at forbedre varmeafgivelsen. En sådan kan dog næppe have været anvendt, dersom den oprindelige ovn har været fyret med kvas.

Resultat

Det anvendte måleapparat, som her blev gennemprøvet, havde de normale begynderfejl. En ledningsfejl i det fælles nul, bevirkede fejlmålinger i følerne nr. 16 – 29 i de første timer.

Varmefordelingen var god, og viste det kendte mønster fra brænding 3 og 4. Kun to af følerne nr. 18 i bundlagets venstre side samt nr. 30 i højre side af midterlaget – viste uforståelige målinger. Temperaturen steg hurtigst i de områder, hvor flammerne slog igennem, og her vistes også de mest varierende kurver. Ovnens nederste del havde ligesom det område, som skyggedes af tværmuren den langsomste stigning. Der var placeret 4 følere i selve muren, een i hver side, 20 cm fra ovnsiden i 12 og 50 cm højde. Disse følere var i fin harmoni med resten.

Kurveregistreringen fig. 12 – 15 viser varmfordelingen i samtlige lag samt i tværmuren.

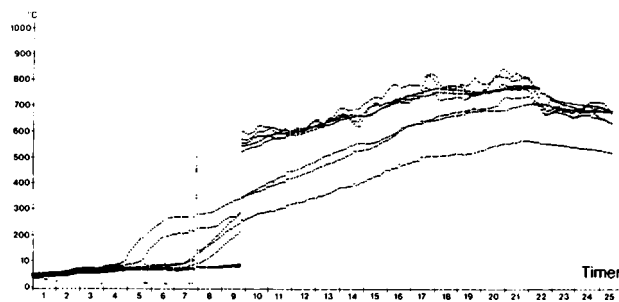


Fig. 12. Temperaturkurver i lag 1 brænding nr. 5.

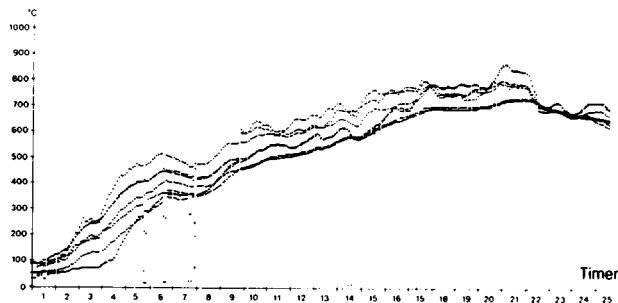


Fig. 13. Temperaturkurver i lag 2 brænding nr. 5.

Ovnenes holdbarhed

Ovnene har nu stået i tre år, uden anden afdækning end lerlaget og den planeringsjord, som dækker ovn III.

Ovn III

Denne ovn måtte have en mindre reparation efter to år. Den fejlagtige opmuring af hvælvet gav en for dårlig forbindelse mellem indfyringsåbning og hvælv. Dette sted er kritisk, fordi spændingerne mellem kold frontmur og overophedet fyrkammer mødes her. Ved hver brænding sker der en svækkelse, som forstærkes af frostens påvirkning på den fugtige ubrugte ovn. Frontmuren var efter to år presset 12 cm ud i en meters højde, og dette bevirkede, at de nederste skifter mellem front og hvælv måtte skiftes. Under dette arbejde viste det sig, at lerlaget over den murede kuppel var fast rødbrændt i 10 – 14 cm tykkelse.

Selve hvælvet var stabilt, og vil kunne anvendes endnu nogle år.

Det må formodes, at jævnlig brug af ovnen ikke vil forkorte dens levetid væsentlig. Vinterens påvirkning

på ovnen er kraftigere end den, som fremkommer ved de enkelte brændinger, og fugten holdes borte ved jævnlig brug.

Ovn IV

Denne ovn er aldrig blevet stabiliseret af brændinger, og er derfor nedbrudt af vejrliget. Den opkastede jord omkring den har presset siderne ind mod ovnrummet. En stadig anvendelse ville have modvirket dette. Ovnen er nu nedbrudt til ca 1 m højde.

Sammenfatning

Fliscovnene fra Bistrup blev rekonstrueret af en frivillig arbejdsgruppe på et areal tilhørende Forhistorisk Museum, Moesgård.

Anlægget blev opbygget i forholdet 7 : 10 og der er gennemført ialt 5 forsøgsbrændinger i glasurovnen og een i forglødningsovnen. Ovnene blev opbygget som et led i en forsøgsrække over flisefremstilling i 12 – 1300 årene. Disse forsøg er beskrevet i indledningen, men er endnu ikke afsluttet.

Kun ovn III er reelt gennemprøvet. Den anvendes til glasurbrændinger, og havde i første del af forsøget

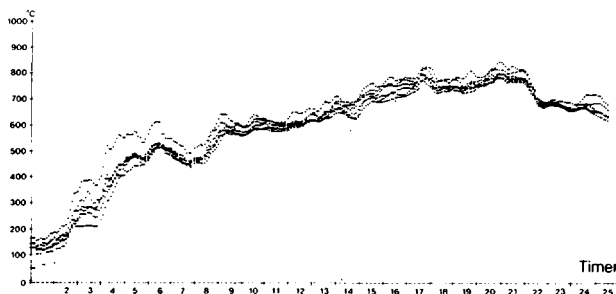


Fig. 14. Temperaturkurver i lag 3 brænding nr. 5.

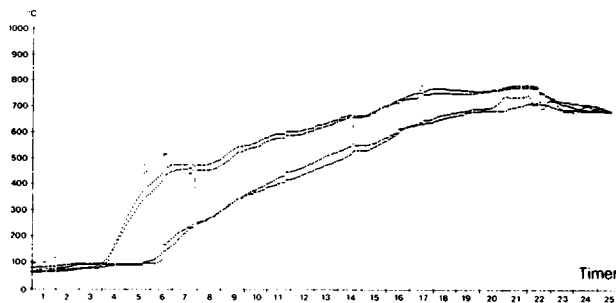


Fig. 15. Temperaturkurver i tværmur brænding nr. 5.

sideåbninger som de japanske skræntovne. Disse åbninger måtte lukkes, da de ikke virkede efter hensigten.

Derefter blev ovnen fyret som skræntovn med flammen slået gennem en gittermur, men denne form bevirkede partielle svidninger med delvis cintring til følge, og måtte opgives.

Fyring med overslående flamme og passende åbninger mellem den massive tværmur og siderne for at modvirke kuldestråling fra ovnsiderne har vist sig at virke bedst. Kurveplanerne over den afsluttende brænding fig. 12 – 15 viser varmefordelingen.

Den opnåede gennemsnitstemperatur på ca 800 grader er tilstrækkelig til såvel forglødning som glasurebrænding med blyglasur. Der er ikke gjort forsøg på at opnå højere varmegrader.

Ovnen fungerer tilfredsstillende på denne måde. Den virker økonomisk, sammenlignet med for eksempel Faurholmovnen og la Tencovnene (3). Til udtørringen og det sidste brændingsforsøg blev anvendt ca 1,5 m træ, hovedsageligt eg.

Forsøget har ikke omfattet egentlige registreringer af energiforbrug, da dette kræver helt ensartet brændesamt vejning af forbruget og analyser af brændselsmaterialet.

En fyringsperiode på 10 – 12 timer har formentlig været det normale ved kontinuerlig brug af ovnen.

Det må sluttelig nævnes, at der ikke er fremkommet forklaringer på den iagttagne murblok ved tværmurens afslutning, og man må også være opmærksom på, at fyringen dengang har været gennemført med andre former for brændsel.

Dele af forsøget, herunder også ovenbygningen blev optaget på videocassette i samarbejde med Århus Amtsentral for undervisningsmidler(4).

Noter

1. Moesgårdkurserne er Forhistorisk Museums kursusvirksomhed, som ud fra de her gennemførte forsøg i tekstil- og keramikfremstilling formidler de indvundne erfaringer til interesserede grupper af voksne.
2. Niels Knud Liebgott: Medieval Pottery Kilns at Faurholm in Northzealand, Denmark. I: Acta Archaeologica. Vol. 46. 1975 samme: 900° C. I Skalk nr. 4 1975. Lone Schmidt: Pottemagere. I: Skalk nr. 3 1977.
3. Faurholmovnen: se note 2. La Tene ovnen: Paul Fasshauer: Technologischer Auswertung. I: Jahresschrift Halle. Bd. 43. 1959. Begge ovne er gennemprøvet på Moesgård.
4. Båndet med titlen »Glimt af et forsøg« kan rekvireres hos Århus Amtsentral for undervisningsmidler.