

KUML 19
85

KUML 19 85

ÅRBOG FOR
JYSK ARKÆOLOGISK SELSKAB

With Summaries in English

I kommission hos Aarhus Universitetsforlag, Århus

OMSLAG: Kam fra Aarhus Katedralskole

Udgivet med støtte af Statens humanistiske Forskningsråd

Redaktion: Poul Kjerum

Tilrettelæggelse og omslag: Flemming Bau

Special-Trykkeriet Viborg a-s

Skrift: Baskerville 11 pkt.

Papir: Stora G-point 120 gr.

Copyright 1984 by Jysk Arkæologisk Selskab

ISBN 87-7288 046 5

ISSN 0454 6245

Indhold/Contents

<i>Poul Kjærum</i> : Karl Kersten. Worsaae-Medaillen	6
Karl Kersten. The Worsaae-Medal	8
<i>H. Hellmuth Andersen</i> : Hedenske danske kongegrave og deres historiske baggrund	11
Graves of pre-Christian Danish monarchs and their historical background	29
<i>H. H. Andersen og H. J. Madsen</i> : Byudgravning ved Århus Katedralskole	35
Die Domschule in Århus. Eine Stadtkerngrabung	91
<i>H. H. Andersen og H. J. Madsen</i> : Udgravninger i det gamle Vest-Århus	97
Ausgrabungen im alten West-Århus	109
<i>Stig Jensen</i> : Et grubehus fra Darum. Bidrag til keramikudviklingen gennem 6. årh. e.Kr.	111
A pit-house from Darum. A contribution to the study of pottery development through the 6th Century AD	120
<i>Bodil Lewis</i> : Overbygård og Nørre Fjand. En analyse af nogle jernalderlandsbyers tilliggender og økonomi	123
Overbygård and Nørre Fjand	160
<i>Erik Westerby</i> : Da Danmarks ældste Stenalderboplads blev fundet	164
The Finding of Denmark's oldest Stone-Age settlement	185
<i>Niels Abrahamsen og Sæbjørg W. Nordeide</i> : Magnetiske undersøgelser af en middelalderteglovn fra Tønsberg, Norge	187
Archaeomagnetic dating of a Medieval brick kiln from Tønsberg, Norway	197
<i>Register, Kuml 1951-1980</i> . Udarbejdet af Mette Thousgaard Petersen	201
<i>Jysk Arkæologisk Selskab 1985</i>	269

Magnetiske undersøgelser af en middelalderteglovn fra Tønsberg, Norge

Af Niels Abrahamsen og Sæbjørg W. Nordeide

Teglovne i Norge

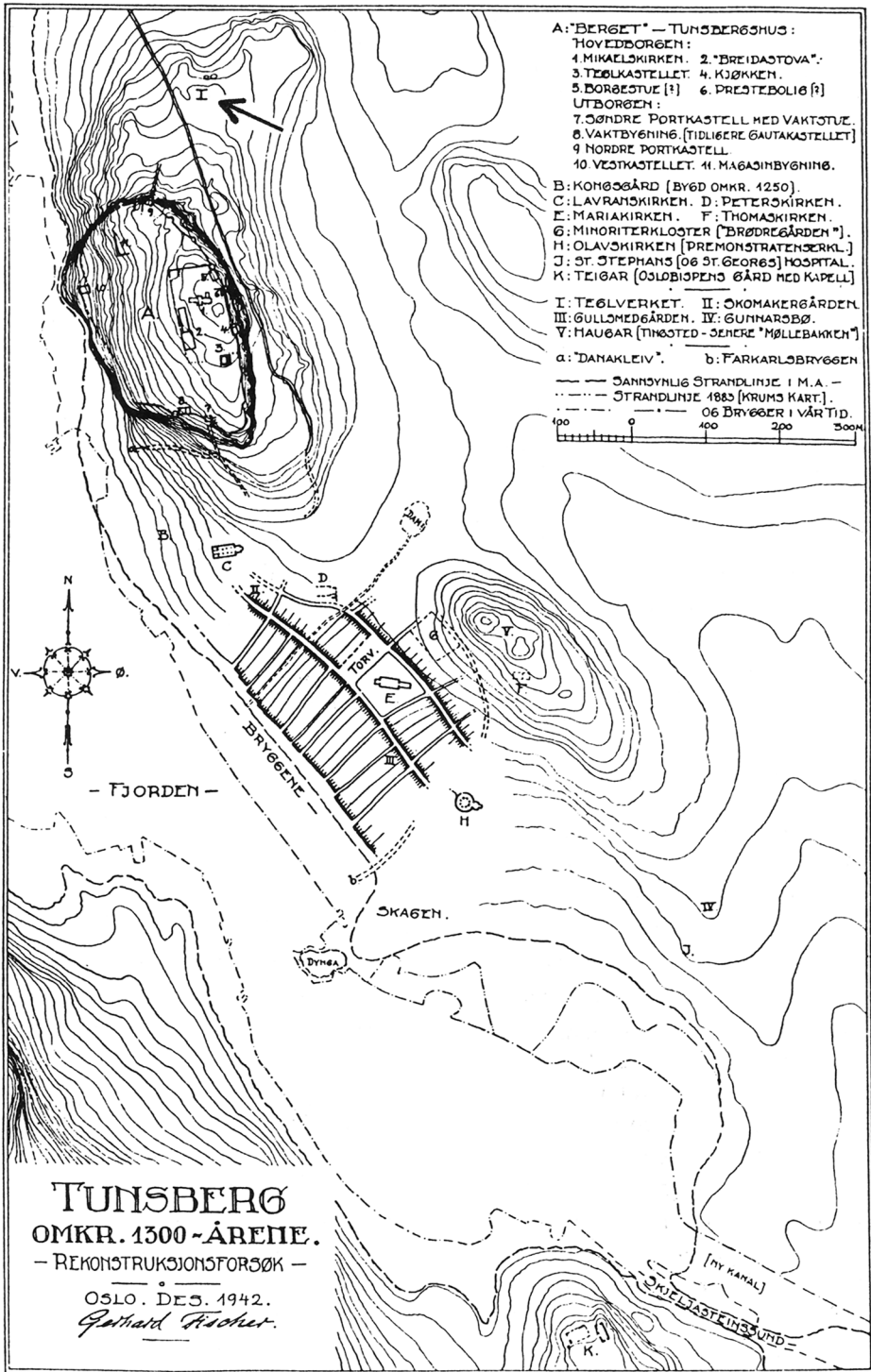
I Norge har tegl aldrig fået så stor en udbredelse som i Danmark. Dette skyldes bl.a. rigelig adgang til andre byggematerialer i træ og sten. Særlig den let bearbejdelige klæbersten eller fedtsten har som byggemateriale været en stærk konkurrent til tegl. Samtidig er mange områder fattige på leraflejringer, f.eks. Vest-Norge. I Norge er der således kun påvist og undersøgt i alt 3 teglovne fra middelalderen, alle i Oslo-fjord-området. Teglmaterialet generelt har heller ikke været gjort til genstand for større undersøgelser. Dette gør, at dateringen af teglovnene og det øvrige teglmateriale i Norge er usikker. For Tønsbergs teglovns vedkommende mangler genstandsfund og skriftlige kilder, som kunne datere ovnen via konventionelle metoder. Da ovnen blev udgravet i 1980-81, ville vi derfor prøve at datere den ved hjælp af den arkæomagnetiske metode (1)

Teglovn i Tønsberg

Teglovn ligger på et lille plateau på nordsiden og i udkanten af middelalderbyen (fig. 1). Kun dele af gulv, fyråbninger og ydre vægsten er bevaret. Til trods for, at ovnen er stærkt fragmentarisk, kan vi slå fast, at den er af en type, som er almindelig i Skandinavien i middelalderen: rektangulær grundplan med fyråbninger i den ene væg. De øvrige 3 vægge er udvendigt afgrænset med store rullesten. Gulvet i denne ovn er helt fladt, og både gulv og frontvæg er bygget i murtegl, som ligger på den store flade i parallelle rækker (fig. 2).

Der er konstateret rester af i alt 5 faser i ovnen, hvoraf fase 1 er den ældste og fase 5 den yngste. Man har altså repareret og bygget ovnen om flere gange, så rester af gulvet fra 5 ovne nu ligger oven på hinanden. Fase 1 og 2 er adskilt med et ca. 20 cm tykt sandlag. Man har også prøvet på at rette tendenser til indsynkning op ved hjælp af nogle få centimeter tykke lerlag ved fyråbningerne mellem fase 4 og 5. Forøvrigt ligger gulvene direkte oven på hinanden (2).

Vi ville prøve at datere ovnens brugstid og var derfor interesseret i at datere både ældste og yngste fase. Orienterede prøver i form af mest muligt hele, uforstyrrede teglsten blev derfor indsamlet fra fase 1 og 5 (3).



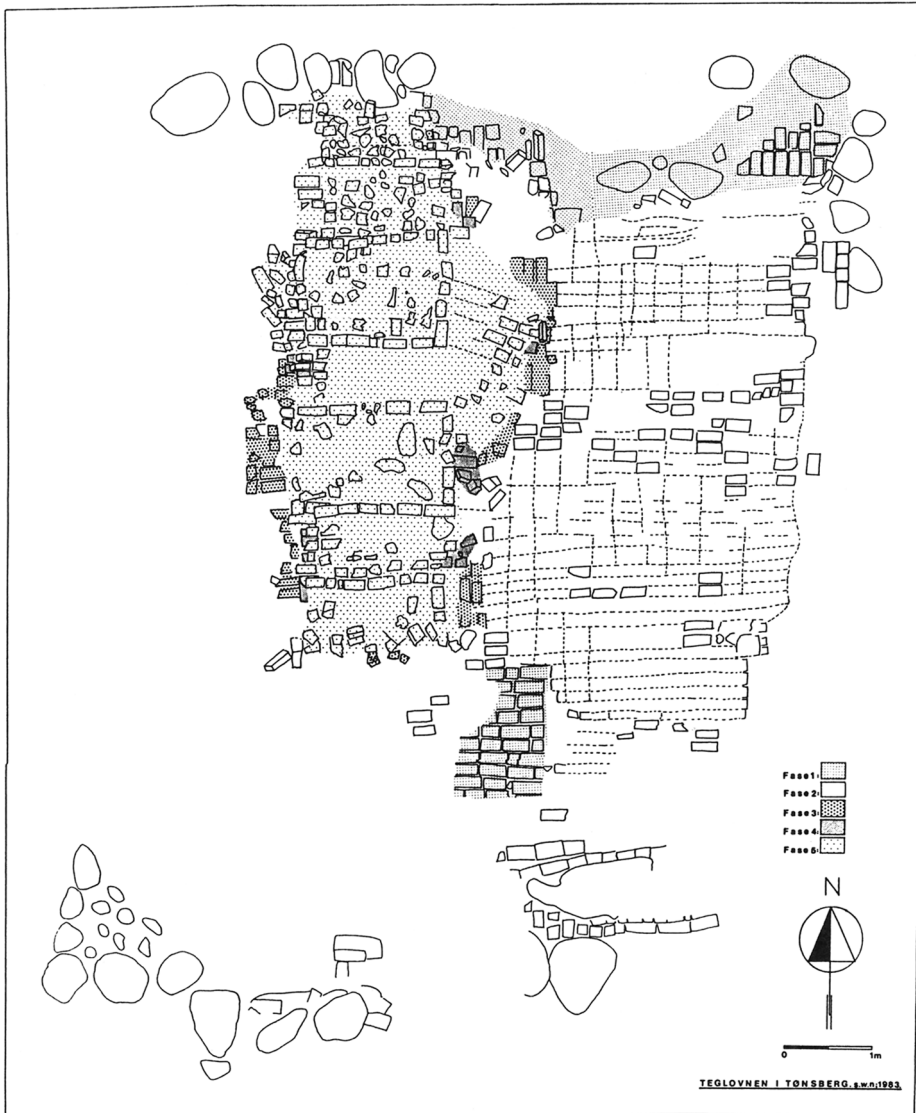


Fig. 2: Teglovnene i Tønsberg i plan. De 5 ovnfaser er vist med forskellig signatur; fase 1 er ældst og fase 5 er yngst.

Plan of the brick kiln in Tønsberg. The 5 kiln phases are shown with different signatures, phase 1 being the oldest.

Fig. 1: Gerhard Fischers rekonstruktionskort over »Tønsberg omkring 1300-årene« (Fischer G., 1951: Norske kongeborger, bd. I, Oslo, s. 102). Teglovnens beliggenhed på et lille plateau på nordsiden og i udkanten af middelalderbyen er vist med en pil.

Gerhard Fischer's reconstruction map of "Tønsberg around the 14th Century". The location of the brick kiln on a small plateau at the northern edge of the Medieval town is shown with an arrow.

Fase 1 havde tidligere kun været afdækket i den nordlige del af ovnen. Men denne del af ovnen er stærkt ødelagt. Vi åbnede derfor et parti i den sydlige del af ovnen, hvor de yngre faser allerede var ødelagt. Her lå fase 1 endnu uforstyrret under sand- og tegllag. Prøverne blev taget både fra den nordlige og den sydlige del. Fra fase 5 tog vi prøverne fra den nordligste fyråbning og lige øst for denne.

Den magnetiske metode

Den arkæomagnetiske dateringsmetode (1,4) er baseret på, at retningen og intensiteten af jordens magnetfelt ændrer sig i tidens løb. Ferromagnetiske stoffer kan optage og bevare (så at sige »huske«) en permanent magnetisme med intensitet og retning svarende til det ydre jordmagnetfelt. Dette kaldes den vedvarende eller remanente magnetisme. Sådanne stoffer findes f.eks. i den brændte ler i teglovnene i form af mineralerne magnetit (sort, reduceret) og hæmatit (rødt, oxideret). Når de ferromagnetiske stoffer varmes op over hhv. ca. 580 og 680°C, som er Curie-punktet for henholdsvis magnetit og hæmatit, vil en eventuel tidligere dannet remanent magnetisme blive slettet. Ved afkøling vil det ydre magnetfelts retning og intensitet »fastfryses« i stoffet – med andre ord: der skabes en ny remanent magnetisme. Det ydre magnetfelt er oftest identisk med jordens magnetfelt, som ændrer sig noget i tidens løb (sekularvariationen (5)). Lokale forhold samt materialeegenskaber spiller dog også ind. Ved brænding af tegl kommer temperaturen normalt op over 1000°C, når brændingen er vellykket (6,7).

Den magnetisme, vi nu kan måle i teglovnens fase 1 og 5, vil altså være parallel med det ydre jordmagnetfelt, da henholdsvis ovnens fase 1 og 5 sidste gang var i brug. Hvis fase 1 har lang brugstid, vil vi altså få et galt (for kort) indtryk af den totale brugstid. Imidlertid har man næppe kunnet bruge hver fase ret mange år på grund af slitage under brugen samt almindelig forvitring og nedbrydning i vejr og vind (2).

De magnetiske målinger

Af hver af de i alt 27 udtagne prøver blev der med vandkølet diamantbor i laboratoriet udboret 4-8 kerneprøver, som var orienteret både horisontalt og vertikalt i forhold til stillingen *in situ*. Kerneprøverne blev igen delt op i 22 mm lange prøver. Det store antal prøver (i alt 136 i dette tilfælde) er nødvendigt for at eliminere fejl ved unøjagtighed og derved minimere den statistiske spredning på gennemsnittet. Hver prøve blev målt på et Digico Spinmagnetometer, som måler både intensitet, deklination og inklination (fig. 3). Endvidere blev den magnetiske susceptibilitet (modtagelighed over for magnetisering) i materialet målt.

Fig. 3: Definition af de magnetiske elementer deklination (D), inklination (I) og intensitet (F).

Definition of the magnetic elements declination (D), inclination (I) and intensity (F).

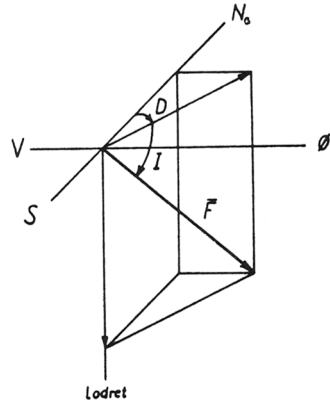
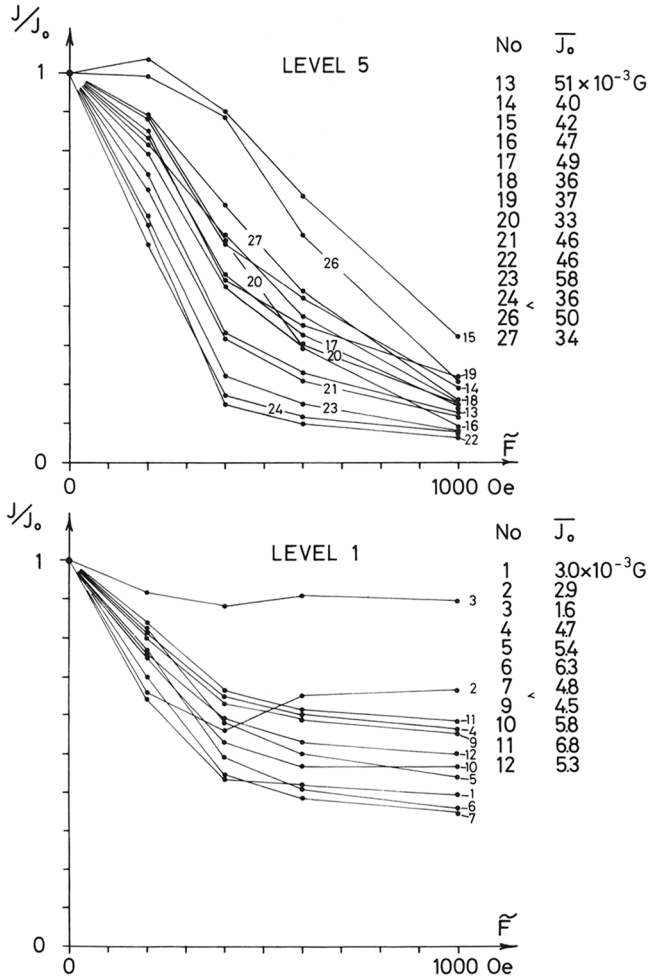


Fig. 4: Ændring af intensiteten J af den remanente magnetisering ved partiel afmagnetisering i et vekselmagnetfelt.

Change in intensity J of the remanent magnetization on partial demagnetization in an alternating magnetic field.



Efter at teglstenene er afkølet, kan der dannes en yngre, remanent magnetisme ved lavere temperaturer. Dette er en fejlkilde, som er søgt fjernet ved at foretage en partiel afmagnetisering af prøverne i trinvist voksende vekselmagnetfelter med maksimale værdier på hhv. 0, 200, 400, 600 og 1000 Ørsted. Efter hvert trin genmåltes den resterende del af den remanente magnetisering (1,4). Intensitetsændringerne ved disse målinger er vist i fig. 4.

Fig. 5: Ændring i retningen af den remanente magnetisering ved partiel afmagnetisering; tallene svarer til feltstyrken af vekselmagnetfeltet i fig. 4 (NRM = naturlig remanent magnetisering, d.v.s. magnetiseringen inden prøven tages under behandling). Stereografisk projektion.

De 4 prøver viser en usædvanlig stor retningsændring af magnetiseringen. Dette tolker vi ved, at sten No. 1 og No. 2 oprindeligt har været brændt i omvendt stilling, og efter en flytning, hvor der er vendt op og ned på stenen, gradvist har fået dannet en ny magnetisering i modsat retning af den oprindelige. Kurverne for sten No. 3 og 4 viser, at disse sten antageligt har været hhv. drejet og vipet ca. 20° siden opvarmningen. Sort kryds viser retningen af nutidens jordmagnetfelt i Tønsberg, mens åben cirkel angiver positiv (normal) inklinasjon, medens åben cirkel angiver negativ inklinasjon.

Change in the direction of the remanent magnetization on partial demagnetization; the figures correspond to the field strength of the alternating magnetic field in fig. 4 (NRM = natural remanent magnetization, i.e. the magnetization before the sample is treated). Stereographic projection. The 4 samples show an unusually large directional change in magnetization. We interpret this as showing that stones 1 and 2 were originally fired in reversed position, and that after being moved into a different position they gradually acquired a magnetization different to the original one. The curves for stones 3 and 4 show that they have presumably been respectively revolved and tipped 20° after heating. A black cross shows the present-day direction of the earth's magnetic field in Tønsberg, a black circle positive (normal) inclination, and an open circle negative inclination.

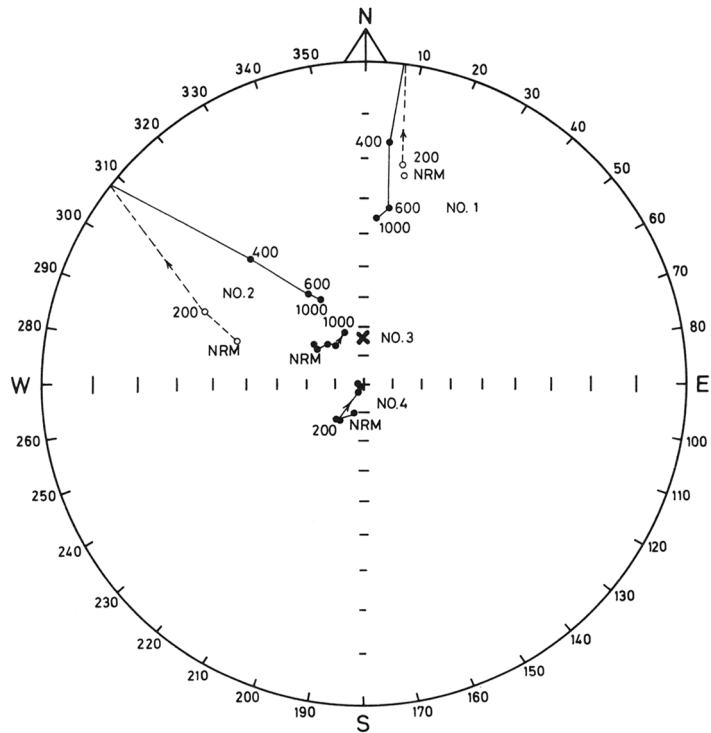


Fig. 6: Remanensretningerne for de 7 teglsten fra ovenfase 1 (ældst) efter afmagnetisering i et vekselmagnetfelt på 600 Ørsted (jvf. tabel 1). Stereografisk projektion.

Remanence directions for the 7 bricks from kiln phase 1 (the oldest) after demagnetization in an alternating magnetic field of 600 Ørsted (cf. table 1). Stereographic projection.

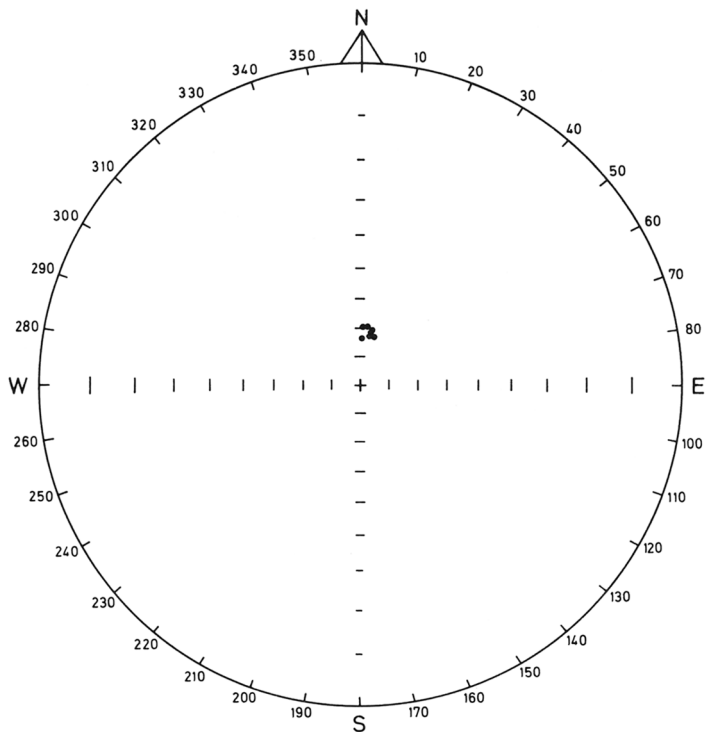
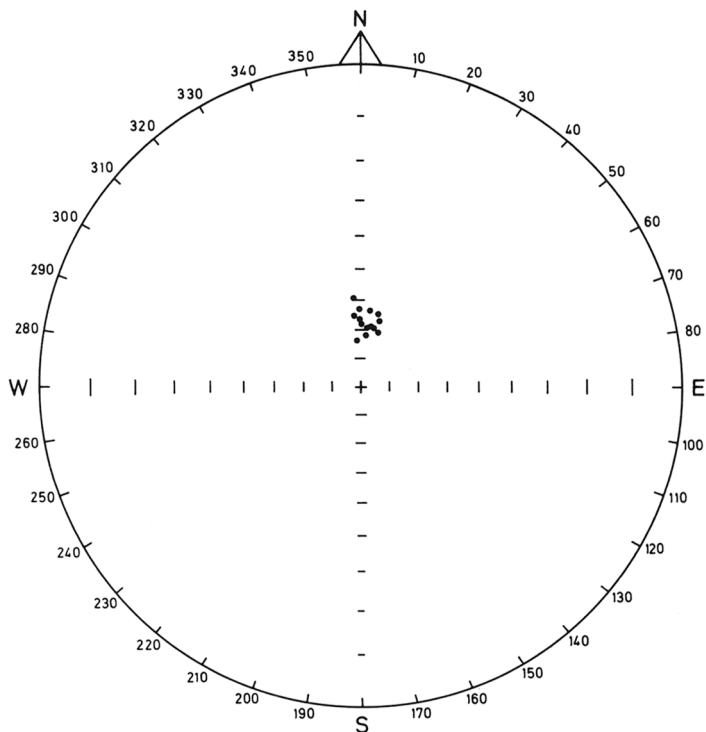


Fig. 7: Remanensretningerne for de 14 teglsten fra ovenfase 5 (yngst) efter afmagnetisering i et vekselmagnetfelt på 600 Ørsted (jvf. tabel 1). Stereografisk projektion.

The remanence directions of the 14 bricks from kiln phase 5 (the latest) after demagnetization in an alternating magnetic field of 600 Ørsted (cf. table 1). Stereographic projection.



Ved målingerne viste det sig, at de 4 prøver fra fase 1 fra den nordligste del af ovnen afveg kraftigt fra de øvrige prøver fra denne fase (fig. 5). De må være blevet forstyrret, siden fasen var i brug. Sten nr. 1 og 2 er antagelig oprindeligt brændt i omvendt stilling, medens nr. 3 og 4 er hhv. drejet og vipet 10 til 20° siden opvarmningen. Dette stemmer godt overens med, at ovnen på dette sted er stærkt fragmentarisk. Vi har derfor udeladt disse prøver fra den samlede vurdering.

De øvrige prøver viste en karakteristisk variation ved afmagnetisering på 2-3 grader for inklinationen og 6-8 grader for deklinationen. På fig. 6 og 7 er vist den optimale remanensretning for hhv. det arkæologisk ældste (fase 1) og yngste (fase 5) produktionsniveau i ovnen, vurderet som middelretningen, svarende til den afmagnetisering (600 Ørsted), der giver den mindste spredning af de partielt afmagnetiserede remanensretninger. Middelværdierne og de statistiske resultater er resumeret i tabel 1. Middelværdierne af deklination og inklination for de 2 ovnfaser er hhv. (7.7°, 71.1°) og (4.5°, 67.0°) med en 95 % signifikanscirkel (d.v.s. en usikkerhed svarende til ca. 2 gange spredningen) på hhv. $\alpha_{95} = 1.6^\circ$ og 2.4° .

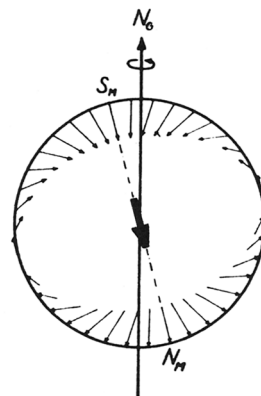
Fortolkning af den remanente magnetiseringsretning

Jordmagnetfeltet er ikke kendt længere tilbage end til 1700-tallet i Syd-Norge (5). Hvis man magnetisk skal kunne datere noget, som er ældre end dette tidspunkt, må man derfor basere det på data fra andre steder. De hidtil mest udførlige geomagnetiske data for Nord-Europa for middelalderen stammer fra England. Geomagnetiske data for tidligere tider end 16-1700 tallet er tidsfæstet ved hjælp af konventionelle, arkæologiske dateringsmetoder og kan derfor ikke blive mere nøjagtige, end disse er (1,8,9).

De nævnte engelske data kan regnes om til Danmark ved at antage, at jordmagnetfeltet har været et simpelt, centralt dipolfelt (fig. 8) (4). Tøns-

Fig. 8: Jorden roterende om sin akse N_G ; jordens magnetfelt kan sammenlignes med magnetfeltet fra en dipol i centrum, som i nutiden danner en vinkel på ca. 11° med rotationsaksen. De små pile angiver jordmagnetfeltets størrelse og retning på jordoverfladen, idet kraftlinierne er udadrettede ved den magnetiske nordpol N_M og indadrettede ved den magnetiske sydpol S_M (de magnetiske poler ligger omvendt af de geografiske poler). Et frit ophængt kompasnål vil stille sig ind parallelt med kraftlinierne retning på det pågældende sted.

The earth rotating on its axis N_G ; the earth's magnetic field may be compared to the magnetic field from a central dipole, presently forming an angle of 11° with the rotational axis. The small arrows indicate the magnitude and direction at the earth's surface, the lines of force turning out at the magnetic North Pole S_M and turning in at the magnetic South Pole N_M (the magnetic poles are located at approximately the same position as the geographical poles). A freely suspended compass needle will be aligned parallel to the lines of force at the place in question.



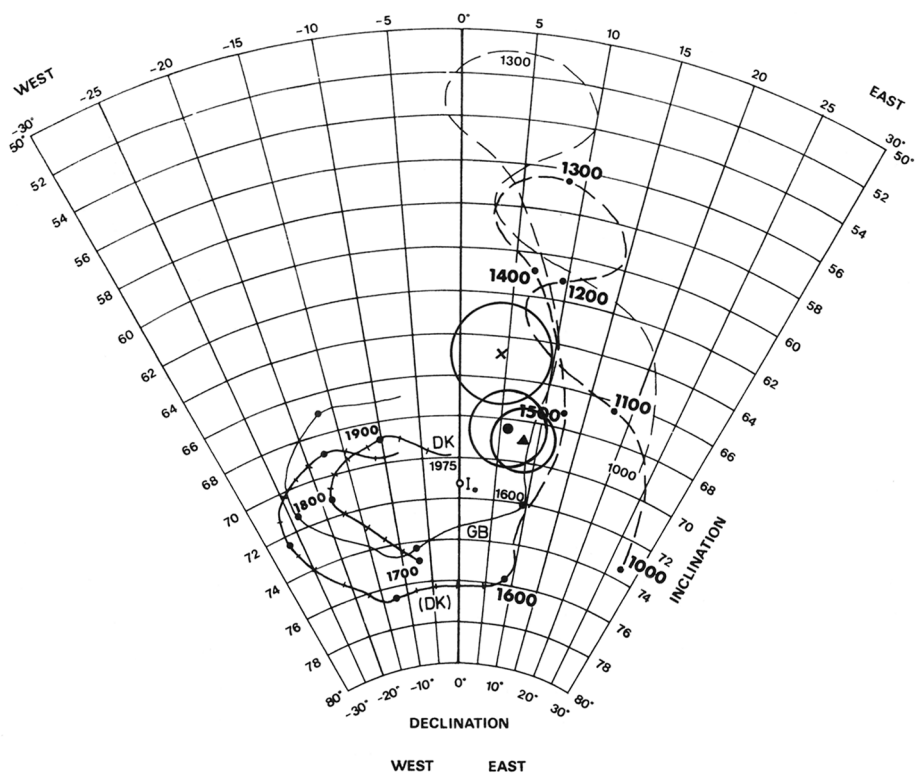


Fig. 9: Middelretningerne for Tønsbergovns remanens af fase 1 (ældst, vist med trekant) og fase 5 (yngst, vist med kryds) samt disses fælles gennemsnit (sort prik) indtegnet på figuren for den magnetiske sækularvariation i Danmark [4], som den kan konstrueres ud fra engelske arkæometriske data [8]. Fede tal angiver årstal på den danske kurve. De viste cirkler er 95 % signifikansområdet for middelværdierne.

The mean direction of the Tønsberg kiln's remanence in phase 1 (oldest, shown with a triangle) and phase 5 (youngest, shown with a cross) and their joint mean (black dot), superimposed on the figure of magnetic secular variation in Denmark,⁴⁾ as it can be constructed from British archaeometric data.⁸⁾ Bold figures give dates for the Danish curve. The circles are the 95 % significance area for the means.

berg ligger på samme længdegrad som Magnetisk Observatorium i Rude Skov i Danmark, medens breddegraden er henholdsvis 59.24°N i Tønsberg og 55.84°N i Rude Skov. Den magnetiske retning i ovnen i Tønsberg kan derfor ved en simpel omregning sammenlignes med data fra England og Danmark. Differensen i inklination for dipolfeltet i Tønsberg og Rude Skov er $\Delta I_0 = 2.2^\circ$. Ved at subtrahere ΔI_0 fra teglovnens inklination kan den korrigerede værdi I_c for Tønsberg sammenlignes med kurven for Danmark (fig. 9 og tabel 1).

På fig. 9 er indtegnet remanensretningen for ovnsens 2 produktionsfaser samt gennemsnittet for begge faser. Dette kan fortolkes som, at fase 1 sidste gang blev opvarmet ca. 1520 ± 20 e.Kr. og fase 5 ca. 1470 ± 30 e.Kr., hvilket strider imod den arkæologiske stratigrafi. Den lille forskel i inklination mellem fase 1 og 5 kan formentlig forklares ved, at fase 1 senere er blevet noget opvarmet under brugen af fase 5. Derved har fase 1 fået en delvis remagnetisering i den yngre retning. Da der dog kun er en lille

forskel i inklinationen mellem de to faser, kan vi tillade os at kombinere de to datasæt (tabel 1) og får derved en magnetisk datering af hele ovnanlægget på 1480 ± 20 e.Kr. Det skal dog her fremhæves, at usikkerhedsangivelsen på ± 20 år alene svarer til den interne, magnetiske spredning i prøverne. Hertil kommer et bidrag til den reelle usikkerhed på alderen fra antagelsen om, at jordmagnetfeltet var et simpelt dipolfelt, samt usikkerhed på den benyttede eksperimentelt bestemte engelske kurve. Disse to bidrag kan godt være væsentligt større end ± 20 år, så en realistisk usikkerhed er nok af størrelsesorden ± 50 år.

Historisk vurdering og konklusion

Hvordan står så denne datering i forhold til det, vi ved om den historiske situation og brug af tegl i Tønsberg? Den første oplysning, vi har om brug af tegl i byen, er i 1276, da det oplyses, at Magnus Lagabøters teglkastel står færdigt (10). Teglkastellet er en del af kongens borganlæg på Slotsfjeldet (se fig. 1: A.3). Analyser af teglmaterialet fra teglovnene og fra byen i øvrigt har sandsynliggjort, at teglovnene har leveret tegl til såvel borgen på Slotsfjeldet som til Kongsgården, Peterskirken og Olavsklosteret nede i byen (2), idet teglmaterialets form, overfladebehandling, størrelse, produktionsmærker og gods er analyseret. I Tønsberg er der i hovedsagen tale om stenbygninger med sekundære tilføjelser eller ombygninger i tegl. Bortset fra kongelige og gejstlige anlæg er bygninger med tegl ikke kendt i Tønsberg.

Anlægget på Slotsfjeldet forfaldt formentlig fra begyndelsen af 1500-tallet. En svensk hær plyndrede og brændte borgen i 1503 (11, 12, 13). Kongen har ikke haft tilstrækkeligt stærke interesser i Tønsberg til at bygge borgen op igen, for byen var ikke længere fæstningsby efter dette (12).

En stor bybrand i 1536 bevirkede også, at de fleste kirker og klostre blev opgivet. I arkæologiske og skriftlige kilder ser det ud til, at kun 2 kirker samt måske Kongsgården og dele af Olavsklosteret har fungeret efter branden (14, 12). Folk flyttede fra byen, og kongen måtte love dem 6 års skattefrihed for at få dem til at flytte tilbage igen (12). Det ser altså ud til, at de fleste potentielle brugere af tegl blev uaktuelle i løbet af de første årtier ind i 1500-tallet. Den magnetiske datering på 1480 ± 50 e.Kr. for sidste brug af teglovnene stemmer derfor godt overens med de oplysninger, vi har fra skriftlige kilder.

Det styrker endvidere antagelsen om, at denne teglovn har været hovedleverandør af tegl til byen, så længe der var et større behov for tegl.

For godt samarbejde takker vi Jan E. G. Eriksson.

SUMMARY

Archaeomagnetic dating of a Medieval brick kiln from Tønsberg, Norway

Medieval bricks and tile were never commonly used in Norway as they were in Denmark. Thus only 3 Medieval brick kilns have hitherto been found and described in Norway, and their products have not been investigated in greater detail. Dating of the bricks is therefore somewhat uncertain. In the case of the Tønsberg kiln, no tools or written sources providing a date have been found. When the kiln was excavated in 1980-81, magnetic dating was therefore planned (1, 2, 3, 4).

The kiln is situated on a small plateau at the northern edge of the Medieval town (fig. 1). Although only partly preserved, the kiln is seen to be of a rectangular shape common in Medieval Scandinavia, the flat floor and the front wall both being constructed in bricks. Five phases of the kiln were found, phase 1 being the oldest and phase 5 the youngest (fig. 2). The remains of the 5 floors are situated one above the other, except for a ca. 20 cm thick layer of sand separating phases 1 and 2.

Magnetic measurements

The magnetic dating method is a relative method based upon the principle that the direction of the earth's geomagnetic field is stored in the iron oxides of the fired clay during the last cooling, all previous magnetic memory being erased by the last heating above the Curie point of some 580°C (1, 4, 8, 9). As the direction of the geomagnetic field varies slowly with time, the secular variation (5) being typically of the order of 1° per 10 years, the direction of the measured remanent magnetization is diagnostic for the time of the last cooling, provided a mastercurve for the secular variation as a function of time is available.

A total of 27 orientated bricks still supposed to be *in situ* from the oldest and youngest kiln phases were collected (3), with the purpose of possibly establishing the age as well as the duration of the use of the kiln. In the laboratory, 4 to 8 cores were drilled from each brick, and the total number of 136 specimens thus obtained magnetically measured in a Digico spinner magnetometer after stepwise AF-demagnetizations up to 100 mT (1000 Oe) to eliminate possible viscous magnetic components. The rather large number of specimens was used to obtain a statistically more reliable mean direction of remanent magnetization.

Four bricks from kiln phase 1 showed anomalous directions and behaviour during the magnetic cleaning (fig. 5), attributed to disturbances after cooling in accordance with the very fragmentary preservation of this part of the kiln. The remaining specimens all showed only small directional changes during AF-cleaning of typically 2-3° in inclination and 6-8° in declination, the least directional scatter being obtained by 60 mT (6000 Oe) cleaning. The mean results and Fisher statistics are summarized in table 1.

The geomagnetic secular variation in Norway is not known further back than to about 1700 AD (5). For comparison, the british archaeomagnetic master curve (8, 9) has therefore been used, after calibration for Denmark (Rude Skov Magnetic Observatory) on the basis of the central dipole hypothesis (1, 4), see fig. 9. The Tønsberg kiln is situated at approxi-

mately the same longitude as Rude Skov, but the latitudes are 59.24°N and 55.84°N, respectively. To make the Tønsberg geomagnetic direction comparable to the direction at Rude Skov, the difference in inclination for the central axial dipole field between the two sites applies as an approximation, i.e. $\Delta I_0 = 73.4^\circ - 71.2^\circ = 2.2^\circ$, as shown in table 1. To compare with the secular variation at Rude Skov, we therefore apply the corrected inclinations for the kiln of 68.9° and 64.8° for kiln phase 1 and 5, respectively.

In fig. 9 these corrected mean directions for phase 1 and 5 are shown, together with their 95 % significance circles. The last cooling of kiln phase 1 appears to have taken place about 1520 ± 20 AD and of phase 5 about 1470 ± 30 AD. The sequence of these two magnetic datings is in conflict with the archaeological evidence; we may therefore conclude that the accuracies of the magnetic dates are not sufficient to distinguish between the age of the two kiln phases.

Combining both datasets, a mean direction (after correction for latitude) of (D, I)=(5.4°E, 68.3°) is obtained, with a 95 % circle of confidence of 1.8°. This suggests a mean magnetic age for the last heating of 1480 ± 20 AD. The indicated statistical error of ± 20 years, however, is most likely too optimistic, since systematic errors originating from the dipole correction and the mastercurve are not included in this; an error estimate of ± 50 years is likely to be more realistic.

Historic Evaluation and conclusion

Comparing finally with historic knowledge, we may remark that the first known use of bricks in Tønsberg was in 1276 AD, when Magnus Lagabøter's fortification was finished, which is a part of the King's castle (10). It has been shown (2) that the kiln most likely produced bricks and tiles for the castle, the king's yard, the church of St. Peter and the monastery of St. Olav in the town. These buildings are mainly stone buildings with later or secondary additions in bricks.

The castle fell into disrepair from 1503 AD, when it was burned by a Swedish army (11, 12, 13). The town was not fortified after this event, hence the King lost interest in rebuilding the castle.

A great town fire in 1536 AD caused most churches and monasteries to be relinquished, and only two churches, perhaps the king's yard and parts of the monastery of St. Olav appear to have been in use after (14,12). People moved away from the town, and the King had to promise 6 years tax exemption to get people to return. It seems that there was no demand for ceramic building material in the town in the early 16th century.

The magnetic dating of the last use of the kiln to about 1480 ± 50 AD thus appears to be in excellent agreement with indirect information from written sources. This also supports the supposition that this kiln was the main source of tiles in Tønsberg as long as there was a major requirement for this material.

NOTER

- 1) Abrahamsen, N.: Arkæomagnetisme: Magnetostratigrafi og datering. Arkæologi og geofysiske sporingsmetoder, pp. 91-108. Nationalmuseet. København 1984.
- 2) Nordeide, S. W.: Tegl i Tønsberg i middelalderen – produksjon og produksjonsforhold. Upubl. magistergradsoppgave ved Universitetet i Oslo, høsten 1983.
- 3) Eriksson, J. E. G.: Innberetning om prøvetakning for paleomagnetisk datering fra middelaldersk teglovn, arkeologiske observasjoner i forbindelse med denne samt tildekning, sept.-nov. 1981. Riksantikvarens arkiv. 1981.
- 4) Abrahamsen, N.: Palaeomagnetic methods and their application in archaeomagnetic dating. Proceedings, Nordic Conf. on TL Dating and other Archaeometric Methods; Research Establishment, Risø, 1977, ss. 153-167.
- 5) Abrahamsen, N.: Magnetic secular variation in Denmark, 1500-1970. Geomag. Geoelectr. 25, 1973, pp. 105-111.
- 6) Abrahamsen, N.: Arkæomagnetiske forsøg med rekonstruerte teglovne. KUMML 1982/83, pp. 265-278.
- 7) Abrahamsen, N., Jakobsen, P. E. & Voss, O.: Arkæomagnetisk detektering og kortlægning. Arkæologi og geofysiske sporingsmetoder, pp. 109-144. Nationalmuseet København, 1984.
- 8) Aitken, M. J.: Dating by Archaeomagnetic and Thermoluminescens Methods. Phil. Trans. Roy. Soc. London A 269, 1970, pp. 77-88.
- 9) Aitken, M. J.: Physics and archaeology. Oxford University Press 1974, 291 pp.
- 10) Gottskalks Annaler; Storm, G. (red.): Islandske Annaler. Kristiania, 1888.
- 11) Daae, L.: Tunsberghus's ødeleggelse. Historisk Tidsskrift I, Kristiania, 1871.
- 12) Johnsen, O. A.: Tønsbergs historie, bd. I, Oslo, 1929.
- 13) Benedictow, O. J.: Fra rike til provins 1448-1536. Mykland, K. (red.): Norges Historie, bd. 5, Oslo, 1977.
- 14) Eriksson, J. E. G.: Stagnasjon eller katastrofe? Eriksson, J. E. G. og Thoresen, P. (red.): Middelalderbyen. Gamle Tønsberg. Tønsberg, 1976.

