

I to artikler fortæller Karin Margarita Frei den spændende historie om, hvordan hun vha. strontiumisotop-analyser afdækkede Egtvedpigens overraskende liv. I artikel 1 skildres baggrunden for fundet og analysemetoden forklares, og i artikel 2 skildres brugen af metoden på Egtvedpigens. Her bringes artikel 1.

Egtvedpigens overraskende liv

Egtvedpigens – indbegrebet af dansk bronzealder – voksede op flere hundrede kilometer fra Egtved og kom til "Danmark" kort tid før sin død. De overraskende forskningsresultater bygger på tværfaglig forskning med udgangspunkt i strontiumisotopanalyser af pigens selv og flere fund fra hendes grav.

Af Karin Margarita Frei, seniorforsker, ph.d.,
Nationalmuseet

Siden fundet af Egtvedpigens grav i 1921 har hun været et nationalt ikon for Danmarks oldtid [1]. Egtvedpigens var 16-18 år, da hun døde [2] og dendrokronologiske analyser af egekisten hun lå i, viser, at hun blev begravet en sommerdag i år 1370 før vor tidsregning, hvilket placerer fundet i den ældre del af bronzealderen. Egtvedpigens grav vidner om, at hun tilhørte bronzealderens elite, og hendes berømte klædedragt bestående af bl.a. et knælangt snoreskørt, en kort bluse og en bronzebælteplade udsmykket med spiraler antyder, at hun muligvis var en "solpræstinde" [3].

Nye metoder inden for strontiumisotopanalyser har nu gjort det muligt for første gang at udføre en højdetaljeret kortlægning af et forhistorisk menneskes rejseaktivitet [4].

Fundet af Egtvedpigens

Den 24. februar 1921 fandt gårdejeren Peter Platz, Egtvedpigens kiste, mens han var i gang med at fjerne en høj, der lå på hans mark. Peter Platz indså hurtigt vigtigheden af dette fund og henvendte sig derfor til Nationalmuseet:

"Da jeg ved flytning af en gammel kæmpehøj på min mark i dag, er stødt på en udhulet træstamme med låg, formoder

jeg, at det er en gammel begravelse, og hvis samme har nogen interesse for museet, har jeg standset arbejdet ved udgravningen, indtil jeg hører nærmere fra dem, hvilket jeg håber, snart sker."

Nationalmuseets inspektør, Thomas Thomsen, tog til Egtved og foretog udgravningen. Kisten blev afdækket på sin plads i højen, mens den endelige udgravning og konservering af fundet senere blev foretaget på Nationalmuseet, figur 2.

Egtvedpigens kiste var lavet af en afbarket udhulet egestamme, ca. to meter lang, der var spaltet på langs. Dendrokronologiske analyser har vist, at træet blev fældet i 1370 f.v.t. En røllikeblomst i kisten indikerer, at begravelsen fandt sted om sommeren [1]. Egtvedpigens lå på en kohud med hårsiden opad og var iklædt en trekvartlange-ærmet uldbluse, et knælangt uldsnoreskørt og et uldbælte med en bronzebælteplade udsmykket med spiraler. Derudover havde hun nogle lapper på fødderne - også lavet af uld. Til sidst var hun dækket af et uldtæppe.

Til påklædningen hørte også nogle bronzesmykker bestående af en ørering og to armringer. Derudover fandtes ved hovedet en lille barkæske med en speciel uldsnøre med indviklet halehår fra en ko eller hest og en lille bronzesyl. Ved hendes fødder fandtes en lille barkspand med en honningsødet gæret drik, bl.a. af hvede, tyttebær, tranebær og porse. Man mener, at det kan have været en slags øl. Men Egtvedpigens blev ikke begravet



Figur 1. Egtvedpigens i kisten, set ovenfra, sådan som hun ligger i museets udstilling. Foto: Roberto Fortuna, Nationalmuseet.

alene, idet kisten også rummede de forkullede rester af et barn på fem-seks år, der var delvist anbragt i en tøjbylt ved Egtvedpigens fødder og delvist ved barkæskens ved hendes hoved.



Figur 2. Egtvedpigens kiste på sin stenlægning i 1921, inden låget løftes og kort efter, at gårdejereren Peter Platz fandt hende. Foto: Nationalmuseet.

Egtvedpigens betydning i forhistorien

Egtvedpigens og de øvrige egekistegrave regnes blandt de mest spektakulære fund fra den europæiske bronzealder. Den nordiske bronzealder var storhøjenes tid, hvor det nuværende danske land i løbet af kort tid (nogle hundrede år) blev dækket af mindst 50.000 gravhøje [5]. I bronzealderen opstod der en vis opdeling af samfundet, som på sin vis blev tydeliggjort gennem udførelsen af højene, figur 3, side 8, bygget for at mindes sine døde og samtidigt vise omgivelserne en slags ejerskab af området. Både mænd og kvinder blev gravlagt i de store høje, og ofte blev højene genanvendt til nye begravelser over en længere tidsperiode. Det nye samfunds sociale og økonomiske situation blev især skabt af langdistance-handel og udveksling af f.eks. metaller som tin (Sn), kobber (Cu) og guld (Au) eller af organiske materialer såsom rav ($C_{10}H_{16}O$).

Disse materialer krydsede kontinentet som råstof eller i form af færdige genstande såsom bronzevåben og smykker. Man har ofte antaget, at det var mandlige krigere, der rejste, og at kontaktnettet var etableret for at sikre handel med råmaterialer såvel som med færdige genstande [3]. Men hvordan denne handel eller udveksling foregik, dvs. hvem der rejste og over hvor lange afstande, har indtil nu været et stort åbent og ubesvaret spørgsmål. Nogle forskere mente, at kontakten foregik gennem et netværk af nærtboende høvdinge, mens andre har argumenteret for, at ikke bare genstande, men også menneskene selv bevægede sig over store afstande mellem Sydsandinavien og Kontinentet. Nu har studiet af Egtvedpigens endvidere vist, at folk har kunnet bevæget sig frem og tilbage over ret lange afstande og i endda i et hurtigt tempo. ▶

Sikrer analyserent laboratorieudstyr med intelligent og effektiv rengøringsproces

NYHED laboratorieopvaskemaskine PG 8536

- ▶ **Grundig og effektiv teknik** kan rengøre meget kraftigt tilsmudset glasapparatur
- ▶ **Intelligent måling** sikrer at det ønskede niveau for renhed opnås
- ▶ **Effektivt flow** af udstyr ved hjælp af hurtig og effektiv tørring (op til 115°C)
- ▶ **Kompakt** og kan placeres direkte i laboratoriet
- ▶ **Brugervenlig og doseringsanlæg** med plads til 4 stk. beholdere

Lad vores dygtige specialister hjælpe med at finde den optimale løsning på, hvordan I sikrer rengøringsprocessen af laboratorieudstyret – sikkert og økonomisk fordelagtigt.



Miele Professional A/S · Erhvervsvej 2 · 2600 Glostrup
Tlf. 43 27 15 00 · www.miele-professional.dk

Miele
PROFESSIONAL



Figur 3. Rekonstruktion af Storhøjen, hvor Egtvedpigens blev begravet. Foto: Karin Margarita Frei, Nationalmuseet.

Særlige geokemiske forhold bevarede fundet

Selvom Egtvedpigens betragtes som en af bronzealderens mest velbevarede fund, findes der kun meget lidt af selve pigens bevaret. Hår, små dele af hjernen, tandemaljen (dvs. den ydre del af tænderne), hendes fingre- og tånegle er, hvad vi faktisk har tilbage af Egtvedpigens, figur 4.

Hendes knogler er blevet opløst pga. det sure miljø (lav pH), som opstår i graven via udfældning af den såkaldte al-kappen eller jern-kappen, som forhindrer vandet i at dræne væk. Hvordan jernkappen er dannet, er endnu ikke fuldstændig afklaret, men eksperimentelle undersøgelser viser, at forskelle i højens fyld (dvs. forskellige jordtyper) ser ud til at være årsagen til dannelsen af jernlaget [6].

Jernlaget ser ud til at dannes, når den centrale del af højen består af en meget fugtig, mørk, fedtet jord, mens den ydre del består af muldblandet sand. Imellem de to slags højfyld udfældes et par cm tykt hårdt jernlag, som omslutter kisten på alle sider og forhindrer, at liget, og den omsluttende kiste, rådner. Den meget fugtige jord i højmidten har ofte en blågrå farve, som er tegn på iltfattigt (anaerobt) miljø.

Det sure miljø i højens kerne muliggør bevarelsen af keratinrige dele, såsom hår og negle, men er samtidig årsagen til, at knogledelene opløses. Dog er de forkullede rester af det fem-seks årige barn bevaret på grund af de ændringer, som sker i krystalstrukturen under kremering [2].

Trods de få humane dele, som er bevaret i Egtvedpigens tilfælde, har det været muligt at opnå banebrydende resultater af hendes oprindelse og liv ved hjælp af nye proveniens strontiumisotopmetoder [4].



Figur 4. Egtvedpigens prøver af hår, tandemalje (dvs. den ydre del af tænderne) og tommelfingernegl. Fotos: Karin Margarita Frei, Nationalmuseet.

Hvordan undersøger man mobilitet af et forhistorisk menneske?

Studier af forhistoriske menneskers mobilitet bliver i dag undersøgt ved hjælp af avancerede naturvidenskabelige analysemetoder, der bl.a. omfatter fossilt-DNA, strontiumisotoper og nogle gange ilt- og blyisotoper. Som regel er det knogler og/eller tænder, som undersøges, da der kun meget sjældent er bevaret både hårde og bløde humane dele (knogler og tænder versus hud og hår). Det begrænser mulighederne for at undersøge forskellige mobilitetsperioder i et givet individs liv. Generel nedbrydning og graden af kontaminering af forhistoriske humane rester kan ligeledes være en hindring eller begrænsning for at opnå brugbare og pålidelige resultater.

Fossil DNA-undersøgelse af Egtvedpigens hår har desværre vist, at DNA'et var for nedbrudt til at kunne give brugbare resultater omkring hendes genetiske arvemasse [4]. Til gengæld har nye strontiumisotop-kemiske protokoller til proveniensbestemmelse af arkæologiske hår- og plantefibre, bidraget med pålidelige og meget overraskende resultater ved analyser af Egtvedpigens hår, tandemalje fra en kindtand, en tommelfingernegl, hendes klædedragt af uld samt det tæppe, hun fik over sig og det oksekind, hun hvilede på i kisten [4].

Strontiumisotop-sporemetoden

Når man nævner sporstofelementet strontium, får det de fleste mennesker til straks at tænke på strontium-90 og Tjernobylulykken. Dette skyldes, at strontium-90 (^{90}Sr) er et høj-radioaktivt stof, der dannes som affaldsprodukt i atomværker. Dermed er strontium-90 ikke en naturlig isotop. Derimod findes der fire andre naturlige isotoper: ^{88}Sr (82,53%), ^{87}Sr (7,04%), ^{86}Sr (9,87%) og ^{84}Sr (0,56%) [7], som indgår i fødekæden, figur 5. Det forholder sig faktisk sådan, at strontium er en helt naturlig del af vores kroppe, hvor den substituerer for calcium og som har vist sig at være en vigtig del i vores knoglevæv/skelet, idet den styrker knoglernes densitet [8].

Tre af de fire naturligt forekommende strontiumisotoper er stabile, mens den fjerde, ^{87}Sr , er delvist radiogen. Dvs. en del af det ^{87}Sr , som findes på jorden, er et produkt af et radioaktivt henfald af naturligt forekommende ^{87}Rb (halveringstid på 48.800 millioner år) [7].

Strontiumisotoper bruges ofte som en sporingsmetode, der bygger på anvendelsen af to af de fire "naturligt forekommende" isotoper, nemlig ^{87}Sr og ^{86}Sr - og især på variationerne i deres forhold som betegnes: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Derudover relateres dette forhold (og ikke koncentration) til den naturlige mængde af disse to isotoper i jorden og betegnes derfor ofte som en værdi i størrelsesordenen $\sim 0,7$ ($\sim 7\%$ ^{87}Sr / $\sim 10\%$ ^{86}Sr).

Samtidig er disse variationer direkte relateret til det geologiske materiale, som de stammer fra (bjergartstype, alder,

bestemte mineraler osv.). Kombinationen af det oprindelige ^{87}Sr samt den, som dannes gennem tiden ved radioaktivt nedfald fra ^{87}Rb , kan derfor relateres direkte til geologien. For eksempel er de fleste bjergarter i jordens kontinentale skorpe granitiske, og de indeholder betydelige koncentrationer af rubidium og strontium, normalt i størrelsesordenen titusinder til flere hundrede dele per million (ppm). Modsat højt differentierede magmatiske bjergarter (fra kappen), der fra starten har lave rubidium- og strontiumindhold, hvilket medfører mindre ændringer over tiden, end dem vi ser i granitiske bjergarter. Strontiumisotopisk

Strontium hos mennesker

Mennesker, dyr og planter optager strontium på en kontinuerlig måde gennem vand og føde. På den måde virker strontium lidt som en slags geologisk GPS. Ved at analysere strontiumisotoperne i de arkæologiske rester kan man dermed bestemme, hvor i verden mennesker og dyr levede, fordi deres strontiumisotopsignatur vil afspejle den region, de levede i, figur 5. Fordi knogler, tænder, negle og hår dannes på forskellige tidspunkter i livet, kan analyser af forskellige dele af kroppen påvise, hvor personen har levet gennem forskellige perioder af sit liv. Indtil

Egtvedpigens nye studie har man typisk udført proveniensundersøgelser af forhistoriske mennesker via strontiumisotopanalyser af tænder og knogler, figur 6.

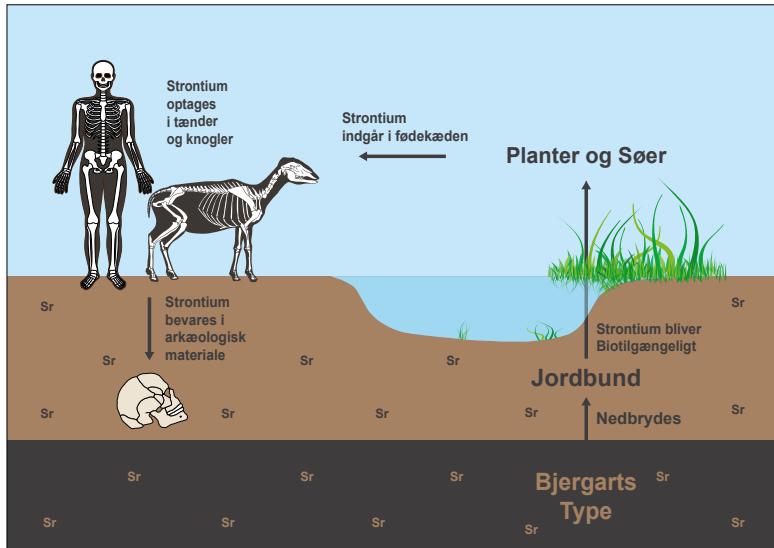
Tandemaljen i tænderne dannes i barndommen og fungerer dermed som et *blue print* af det område, hvor personen voksede op. Omvendt omdannes knoglerne gennem hele livet og afslører dermed de sidste år af et individs liv. Dermed fungerer tandemalje og knogler som arkiver for et bestemt antal år af et individs opholdssted under henholdsvis begyndelsen og slutningen af et individs liv.

Ved hjælp af den nyudviklede metode på menneskehår og negle [4], hvor Egtvedpigens er det første forhistoriske menneske, som det blev udført på - kan man nu opnå en meget højere grad af præcision helt ned til enkelte måneder.

Læs om de spændende resultater, der blev opnået med metoden i artiklen "Afsøringen af Egtvedpigens dynamiske liv", der bringes i Dansk Kemi nr. 12.

E-mail:

Karin Margarita Frei: Karin.M.Frei@natmus.dk



Figur 5. Strontiumcyklus. Tegning: Michael Jørgensen, Karin Margarita Frei og Merete Rude.

udvikling gennem jordens lange geologiske historie er kompliceret, hvilket især skyldes den kendsgerning, at jorden fungerer som et kontinuerligt genbrugssystem, hvor tidligere dannede sten undertiden genanvendes (ved f.eks. subduktionszoner) og rekonstrueres og kombineres til at skabe nye [7].

Alt i alt er alder og bjergartstyper de vigtigste parametre, der styrer strontiumisotopsammensætningen. Derudover er det et faktum, at der ikke sker nogen fraktionering gennem fødekæden, dvs. at $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -forholdet forbliver det samme fra bjergarten til sedimentet, til jorden, til planterne, til dyrene som spiser og drikker i det bestemte geologiske område. Det er disse egenskaber af strontium, som gør den til et meget nyttigt sporingssystem - også inden for arkæologien. I denne sammenhæng er det vigtigt at pointere, at $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -forholdet betragtes som invariant over den arkæologiske tidsskala, idet ^{87}Rb -halveringstid er så stort.



Figur 6. Karin Margarita Frei i laboratoriet på Dansk Center for Isotop Geologi ved Københavns Universitet. Foto: Karin Margarita Frei.

Litteratur

1. Thomsen, T. 1929. Egekistefundet fra Egtved fra den ældre Bronzealder (La trouvaille de ciste en chene d' Egtved, de l'ancien âge du bronze). Nordiske Fortidsminder. Copenhagen: Nordiske Fortidsminder.
2. Alexandersen, V., Bennike, P., Hvass, L. & Nielsen, K.-H.S. 1983. Egtvedpigens - nye undersøgelser (Die Egtved Frau - neue Untersuchungen). Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie 1981. Copenhagen: Nationalmuseet.
3. Kristiansen, K. & Larsson, B.T. 2005. The Rise of Bronze Age Society, Cambridge, Cambridge University Press.
4. Frei, K.M., Mannering, U., Kristiansen, K., Allentoft, M.E., Wilson, A.S., Skals, I., Tridico, S., Louise Nosch, M., Willerslev, E., Clarke, L. & Frei, R. 2015. Tracing the dynamic life story of a Bronze Age Female. Scientific Reports, 5, 10431.
5. Holst, M.K., Rasmussen, M., Kristiansen, K. & Bech, J.-H. 2013. Bronze Age "Herostrats": Ritual, Political and Domestic Economies in Early Bronze Age Denmark. Proceedings of the Prehistoric Society, 79, 265-296.
6. Breuning-Madsen, H., Holst, M.K., Rasmussen, M. & Elberling, B. 2003. Preservation Within Log Coffins Before and After Barrow Construction. Journal of Archaeological Science, 30, 343-350.
7. Faure, G. 1986. Principles of isotope geology. New York. John Wiley.
8. Reginster, J.Y., Seeman, E., De Vernejoul, M.C., Adami, S., Compston, J., Phenekos, C., Devogelaer, J.P. & Diaz, M. 2005. Strontiumranelate reduces the risk of nonvertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis: Treatment for Periphereal osteoporosis (TROPOS) study. Journal of Clinical Endocrinological Metabolism, 90, 2816-2822.

SKANLAB Retsch Solutions in Milling & Sieving

www.retsch.dk
birte@skanlab.com