Arkæologisk Forum nr.24, maj 2011

# Hard Science og Bløde tekstiler

## – nye naturvidenskabelige metoder inden for tekstilforskningen

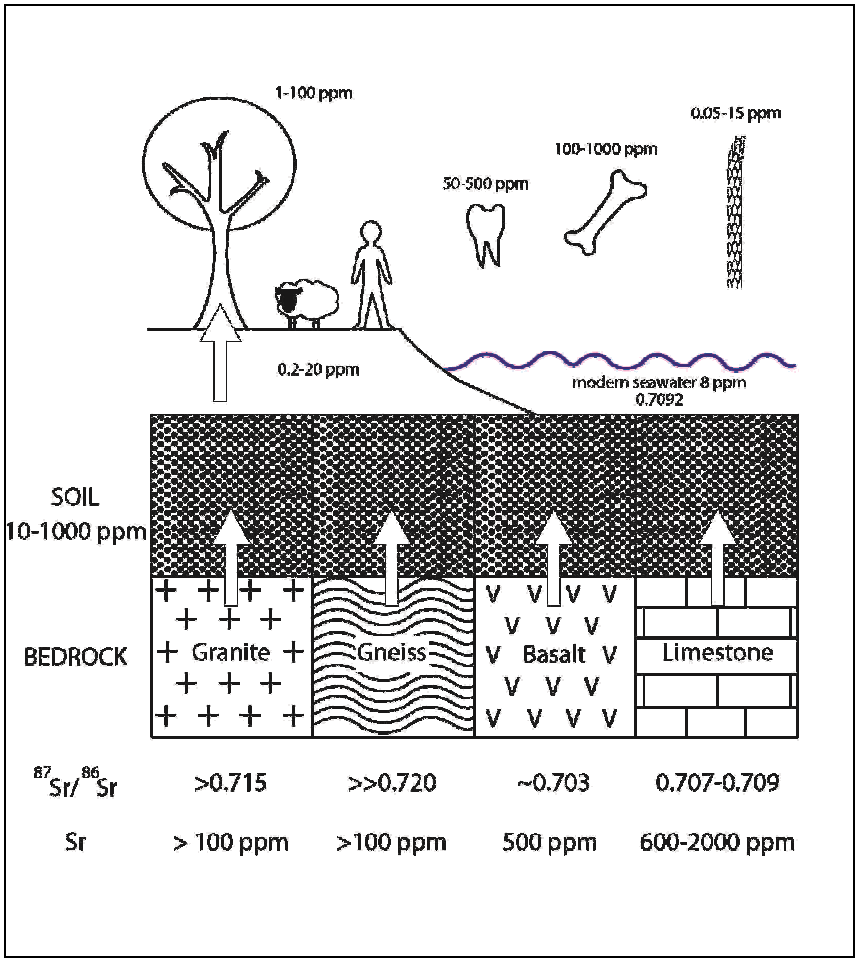
**Karin Margarita Frei, Ph.d., Danmarks Grundforskningsfond Center for tekstilforskning CTR**

*I løbet af de seneste årtier er et afgørende antal værker blevet udgivet vedrørende emnet arkæologisk kemi. Disse bøger beskæftiger sig dybest set med ethvert emne, som slår bro mellem naturvidenskab eller Hard Science, og arkæologi. Generelt benytter arkæologer sig i større omfang af moderne videnskabelige teknologier verden over. Samtidig er tekstilforskningen blevet et vigtigt felt inden for arkæologien. Selv om disse discipliner hver for sig er i besiddelse af mange veletablerede og specialiserede analysemetoder, har deres tværfaglige samarbejde vist et stort potentiale for at kunne belyse arkæologiske spørgsmål, som vi ikke var i stand til at besvare før.*

Vigtigheden af tekstiler såsom beklædnings-genstande, tæpper, sejl, gulvmåtter eller andre genstande er tidligere blevet undervurderet i nogen grad inden for den arkæologiske verden. Studiet af tekstiler og dermed "tekstilforskning" er dog blevet udført siden de første egyptiske antikvarer. Men i dag er arkæologisk tekstilforskning et voksende felt, som har vist sig at være en vigtig informationskilde til forhistoriske samfund (Andersson Strand et al 2010). Nu udvikler den arkæologiske tekstil-forskning nye metoder med henblik på at løse en række spørgsmål. Mange af disse nye metoder, der udføres på arkæologiske tekstilfund, har deres rødder inden for Hard Sciences såsom fossilt DNA, farveanalyser (HPLC) og trådtal. Da Danmark er i besiddelse af en ekstraordinær samling af for-historiske tekstiler (Bender Jørgensen 1986; Hald 1980), er nogle af de nye metoder blevet udviklet i danske institutioner såsom Københavns Universitet, Center for Tekstilforskning, Center for GeoGenetik og Nationalmuseet. En af disse nye banebrydende metoder er den, der leverer oplysninger om tekstiler-nes råvarers proveniens, strontium isotop-analysen.

Denne artikel vil koncentrere sig om sidstnævnte metode, da den kan bidrage med vigtige nye op-lysninger til arkæologer som er interesserede i sociale netværk og mulige handelsruter. Ydermere kan denne sporingsmetode levere nye oplysninger med hensyn til tekstilernes råmateriale, der ikke altid kan ses eller bliver evident gennem andre arkæologiske fund. Nu kan vi for første gang determinere om uldet eller plantefibrene, der blev taget i brug til fremstillingen af tekstilerne, var lokal eller fremmed. Strontium isotop-analysen er baseret på det såkaldte strontium isotop sporingssystem, som har sine rødder inden for geologi.

Strontium (Sr) isotop værdier har inden for arkæologien de sidste 20 år tjent som mobilitets-indikatorer på forhistoriske mennesker og dyr (Price et al. 2007). Strontium isotop værdier fungerer som et geokemisk signatur, der kan bruges til at udpege et bestemt geologisk område og dermed en geografisk lokalitet. Grundidéen er, at strontium isotop værdier overføres fra eroderende geologisk materiale til jorden og siden hen gennem fødekæden til menneskets eller dyrets skelet, hvor strontium erstatter calcium i skelettets mineralske gitter. Variationerne i 87Sr/86Sr-forholdet er afhængige af det geologisk materiales alder og type og ændres ikke gennem fødekæden. Selv om denne metode de sidste to årtier er blevet taget i brug i studier af mennesker og dyrs migration i forhistorien, er den ikke blevet brugt til at spore tekstiler før. Dette skyldes de store vanskeligheder, som forekommer under analysen af strontium isotoper i hår/uld, fordi strontium-koncentrationerne i disse materialer er ekstremt lave. Det drejer sig om meget få dele per million (0,05-15 ppm). Til sammenligning inde-holder tænder eller knogler meget højere strontium-koncentrationer på ca. 50-1000 ppm. Figur 1 er et forsøg på at illustrere en forenklet version af strontium-koncentrationens og isotop-sammen-sætningens sti fra de geologiske lag til menneskers og dyrs væv (Frei 2010).




*Figur 1: Diagram som illustrerer sporstoffet strontiums vej fra de geologiske strata, gennem fødekæden og til sidst i menneskers/dyrenes skelet og hår (Frei, 2010)*

I forbindelse med udvikling af en proveniens metode til forhistoriske tekstiler, blev mange eksperimenter udført med henblik på at udforske strontium isotop-analysens potentiale samt muligheden for at finde en kemisk protokol, som vil gøre det muligt at udvinde forhistorisk, forfaldende ulds strontium til en proveniensbestemmelse. Særlige bestræbelser er blevet gjort for at dekontaminere prøverne, da de er blevet udsat for forurening af det omkringliggende jord samt vand i den tid de har været nedgravet i jorden (Frei 2010). Et kraftig flusyre bad (HF) kombineret med saltsyre(HCl) har vist at kunne fjerne den mulige forurening uden at helt opløse prøven (Frei et al. 2009a). Ud over den forurening som sker ved nedgravningen findes der en anden kontaminationskilde som er vigtigt at nævne, nemlig farvestoffer. I forhistorien anvendtes både organiske og uorganiske materialer til farvning af tekstiler. Disse kan have anden proveniens end selve tekstilets råmateriale og dermed bidrage med et strontium isotop værdi som er anderledes end råmaterialets. For at tage hensyn til dette har udvikling af et ekstra trin i dekontamineringsprocessen vist sig at være muligt vha. et dybt oxiderende stof, amoniumperoxidisulfat (Frei et al. 2010). Derudover er måleusikkerhed og præcision vigtige faktorer når vi arbejder med naturvidenskabelige analyser. Disse afhænger af både den metode man bruger samt det anvendte instruments reproducerbarhed. I tilfældet som beskrives herinde er måleusikkerheden oftest i femte decimal. Til sidst skal der nævnes at det er nødvendigt at have kendskab til de lokale biologiske grænseværdier for 87Sr/86Sr-forholderne. Dette kan gøres på forskellige måder, for eksempel ved at analysere strontium isotop værdier af den lokale arkæologiske fauna, moderne fauna (smådyr) eller overfladevand fra søer eller åer.

Forhistoriske tekstiler er hovedsageligt fremstillet af to typer af naturlige fibre: Dyre og plantefibre. Animalskfibre består af proteiner, som i nogen grad er modstandsdygtige over for forrådnelse i vanddrukne og sure miljøer, hvorimod plantefibre er lavet af cellulose, og er i nogen grad modstandsdygtige i tørre og basiske miljøer. De hyppigst anvendte råmaterialer til tekstilproduktion i Skandinavien gennem forhistorien synes at være uld og hør. Uld forekommer oftest af de to, men det skyldes formentlig bevaringsforholdene. Som tidligere nævnt har Danmark en usædvanlig samling af bronze- og jernaldertekstiler, men der er også eksempler på flere vigtige tekstiler, som kan dateres til stenalderen, for eksempel tekstilfibrene af bast fra Tulstrup Mose fra den neolitiske tragtbægerkultur og tekstilfibrene af pilebast og græsser fra Tybrind Vig fra den mesolitiske Ertebøllekultur. Dog er det kun i bronzealderen, at hele beklædningsdele begynder at dukke op i det danske arkæologiske materiale. Nogle få vigtige tekstiler er allerede blevet analyseret med den nye udviklede strontium isotop metode (Frei et al. 2009a) og det har ført til uventede resultater. For eksempel blev tråde af både uld og plantefibre fra Huldremose I, Huldremosekvinden fra førromersk jernalder (som i øjeblikket er udstillet på Nationalmuseet), analyseret for deres strontium isotop værdier. Det ternede uldtørklæde viste sig at være af lokal proveniens, mens plantefibertrådene, der blev opdaget under udtagelsen af prøver til strontium isotop-analyserne, viste sig at være fremmed (Frei 2010, Frei et al. 2009b), figur 3. Plantefibertrådene blev fundet af KMF i tørveprøver samt ved moseligets overkropsdele, ved armhulerne og mellem benene, figur 2.

*Figur 2; Karin Margarita Frei tager prøver af tørverester samt plantefibertekstilrester fra Huldremose I i Brede, Nationalmuseet Konseveringsafdeling.*

På nuværende tidspunkt er det ikke muligt at udpege præcis det område hvor de planter der blev brugt til at fremstille plantefibertekstilet er importeret fra, da der mangler en kortlægning af strontium isotop værdier fra resten af Skandinavien samt andre dele af Nordeuropa (et arbejde som er under udførelse i samarbejde med Prof. T. Douglas Price). Dog må planterne være vokset på geologisk gamle områder, som dem vi finder i det midterste og nordlige Sverige, eller i dele af Norge. Dermed påviser dette enestående fund at der må have været en form for tekstilnetværk over lange afstande. Et andet eksempel er Huldremose II, et enkeltdeponeringsfund af et temmelig stort, rørformet uldtekstil. Fra dét ene tekstil viste 11 tilfældigt udtagne prøver, at den ellers homogent spundne beklædningsgenstand (personlig oplysning fra Irene Skals, Nationalmuseet) er heterogen med hensyn til uldens proveniens. Strontium isotop-analysernes resultater af uldprøverne viste at den anvendte uld

til denne beklædningsgenstande kommer fra mindst tre forskellige steder og at to af dem er hentet uden for den danske grænse, som vi kender den i dag (Frei et al. 2009b). Endnu en gang demonstrerer disse resultater en uventet fundkompleksitet og med denne kompleksitet opstår mange nye spørgsmål; for eksempel: Hvorfor har de blandet uld af så forskellig oprindelse? Havde de ikke haft nok uld af høj kvalitet selv eller blev det gjort af andre grunde? Det er nogle af de spørgsmål, som det ville være meget interessant at se nærmere på i fremtiden. Blandt andre tekstiler der også allerede er blevet analyseret er et uldklæde, der var svøbt om en kvindes krop, det såkaldte Corselitze-tekstil (14C-dateret til 210-410 e.Kr.(Mannering et al. 2010)), og Haraldskær, ligeledes et uldklæde fundet sammen med en kvindes krop (14C-dateret til 800-350 f.Kr.(Mannering et al. 2010)). Begge disse tekstiler er sandsynligvis af lokal proveniens, da strontium isotop-forholdet fra uldet afslører en dansk signatur.

Andre vigtige Hard Science-metoder der er blevet anvendt og udviklet med henblik på tekstiler i løbet af Centret for Tekstil Forsknings eksistens er fiberidentifikationsteknikker, mtDNA-analyser, farve-analyse (HPLC) og trådtal analyser. En af de seneste plantefiberidentifikationsmetoder, der blev udviklet med henblik på at skelne mellem hør- og nældefibre (hvilket i mange tilfælde ellers er umuligt), består af at måle den fibrillære orientering af fibrene ved hjælp af polariseret lysmikroskopi og kontrol af tilstedeværelsen af calcium oxalat krystaller i forbindelse med fibrene (Bergfjord og Holst, 2010).

*Figur 3; Rester fra Huldremose I af det plantefibertekstil, som blev fundet i forbindelse med udtagelsen af prøver til strontium isotop-analyserne.*

Plantefibertrådene fra Huldremose I, som ved en strontium isotop-analyse viste sig at være af fremmed proveniens, bliver i øjeblikket analyseret ved hjælp af denne nye metode. Desuden er uldfibre gennem flere år blevet undersøgt og målinger af fibrenes diameter foretaget ved gennemlysnings-mikroskopi for at studere udviklingen af fåreracer og forskelle imellem typer af råuld. En ny metode til at fortolke den sidstnævnte metode indenfor fiberanalyser er i øjeblikket ved at blive udviklet på Nationalmuseet med det formål at identificere forarbejdningstrinnene fra den rå uld til det færdige produkt (personlig oplysning fra I. Skals, National-museet). En anden vigtig kombination af Hard

Sciences og "bløde tekstiler" er farveanalyser. Selv om de fleste uldtekstiler fra bronze- og jernalderen i dag synes at være gjort i forskellige brune nuancer viser overraskende nye farveanalyser af tekstiler fra jernalderen at de fleste tekstiler blev farvet med plantefarver (Vanden Berghe et al. 2009).

Endvidere er der for nylig gjort forsøg på at determinere fåreulds potentiale i fossilt DNA-analyser (Brandt et al. 2011). Disse undersøgelser, som er foretaget på en række arkæologiske og historiske danske, flamske og grønlandske uld-tekstilprøver, tyder på, at uld er en lovende kilde til fremtidige fossilt mtDNA-analyser, som kan tilvejebringe vigtig information med hensyn til avl.

Kombinationen af Hard Science, arkæologi og "bløde tekstiler" har meget at byde på og nye muligheder tilbyder sig hele tiden. Disse fremgangsmåder kan sammen føre til ny viden om tekstilproduktion og -forbrug og belyse nye sider af netværket i forhistoriske samfund.

**Litteratur**

Andersson Strand, E., Frei, K.M., Gleba, M., Mannering, U., Nosch, M.L., and Skals 2010
Old textiles New possibilities.
*European Journal of Archaeology*, v. 13, p.149-173.

Bender Jørgensen, L., 1986
*Prehistoric Scandinavian textile*
København. Det Kongelige Nordiske Oldskriftselskab.

Bergfjord, C., and Holst, B., 2010
A procedure for identifying textile bast fibres using microscopy: flax, nettle/ramie, hemp and jute.
*Ultramicroscopy*, v. 110, p. 1192.

Brandt, L.Ø., Tranekjer, L.D., Mannering, U., Ringgaard, M., Frei, K.M., Willerslev, E., Gleba, M., and Gilbert, M.T.P., (in press)

Characterising the potential of sheep wool for ancient DNA analyses.
*Archaeological and Anthropological Sciences*.

Frei, K.M., 2010
*Provenance of Pre-Roman Iron Age textiles - methods development and applications*.
Phd. Afhandling, Copenhagen, University of Copenhagen.

Frei, K.M., Frei, R., Mannering, U., Gleba, M., Nosch, M.L., and Lyngstrøm, H., 2009a
Provenance of ancient textiles- a pilot study evaluating the strontium isotope system in wool.
*Archaeometry*, v. 51, p. 252-276.

Frei, K.M., Skals, I., Gleba, M., and Lyngstrøm, H., 2009b
The Huldremose Iron Age textiles, Denmark: an attempt to define their provenance applying the Strontium isotope system.
*Journal of Archaeological Science*, v. 36, p. 1965-1971.

Frei, K.M., Vanden Berghe, I., Frei, R., Mannering, U., and Lyngstrøm, H., 2010
Removal of organic dyes from wool - implications for ancient textiles provenance studies.
*Journal of Archaeological Science*, v. 37, p. 2136-2145.

Hald, M., 1980
*Ancient Danish Textiles from bogs and burials*.
Publications of the National Museum of Denmark.

Mannering, U., Possnert, G., Heinemeier, J., and Gleba, M., 2010
Dating Danish textiles and skins from bog finds by means of C-14 AMS.
Journal *of Archaeological Science*, v. 37, p. 261-268.

Price, T.D., Ambrose, S.H., Bennike, P., Heinemeier, J., Noe-Nygaard, N., Petersen, E.B., Petersen, P.V., and Richards, M.P., 2007.
New information on the stone age graves at Dragsholm, Denmark.
*Acta Archaeologica*, v. 78, p. 193-219.

Vanden Berghe, I., Gleba, G., and Mannering, U., 2009
Towards the identification of dyestuffs in Early Age Scandinavian peat bog textiles.
*Journal of Archaeological Science*, v. 36, p. 1910-1921.

**CTR s hjemmeside**
http://ctr.hum.ku.dk/