

# Mikroskopiske fortællinger

(i 40-630x forstørrelse)



## 1. Kiselbundet sandsten.

Billedet er et mikrofoto af et såkaldt tyndslib af en prøve af en middelalderlig arkæologisk fundet møllekværnsten fra Næsbyhoved Borgbanke ved Odense. Kværnstenen var brudt i flere stykker men kunne stadig samles så meget at diameteren kunne måles til 172 cm - altså en meget stor kværnsten. Opgaven var at finde ud af hvordan den kom fra. Derfor tyndslibet. Hvis man sliber en stenprøve til meget tynde dimensioner (standard for tyndslib er 30  $\mu\text{m}$  = 0,03 mm), så bliver de fleste mineraler gennemsigtige og ved at bruge dobbelt polariseret lys kan man

bibringe slibet falske farver, der hjælper med identifikationen og bestemmelse af krystalorientering. I det aktuelle slib kan man se, at det består hovedsageligt af kvartskorn - og af de er kiselbundne. Dvs. at i sandstenens dannelsesperiode er mellemrummene mellem sandkornene udfyldt med udfældet kvarts (kisel) som er der samme som sandkornene er lavet af. I det centrale mørkegrå korn kan man se det "originale" sandkorn aftegnet som en trekant med afrundede kanter, men det opløste kvarts fra omgivelserne har bygget udenpå samme krystalstruktur og udfyldt hulrummet. Samme fænomen kan man se på mange af de andre korn, når man får øje for det.

Og hvad betyder det så for vores møllesten - jo, det eneste sted man i middelalderen fremstillede møllesten af kiselbundet sandsten var i nogle stenbrud nord for Malmø, hvorfra stenen så med stor sandsynlighed stammer fra. Hvilket giver god mening da Skåne hørte under Danmark i en stor del af middelalderen.



## 2. Sølvulfid i krystalform.

Krystallen stammer fra en museumsudstillet sølv mønt, der i sin montre tilsyneladende var blevet lidt mystisk "uldne" på overfladen. Det viste sig, at i samme montre var der også af formidlingsmæssige grunde udstillet noget sølv malm, som en nærmere undersøgelse afslørede indeholdt store mængder svovl. Noget af dette svovl var i tidens løb undsluppet malmen som hydrogensulfid og havde forbundet sig med møntens sølv og dannet krystallinsk sølvulfid.

Den "uldne" overflade bestod af utallige små "sølvulfidhår" som på billedet.



### 3. Taks.

I nogle træsorter har de langsgående celler forstækninger i form af skruefortykkelser. Skruefortykkelser i ekstrem grad er hvad vi kan se i længdesnittet (radialsnit) på taks. Samtidig ligger cellerne helt jævnt ordnede og som det ses med meget udprægede fortykninger. Faktisk minder billedet i udseende en del om tentorstål, der med samme type ribber bruges som armeringsjern i beton.

Ydermere er det også tankevækkende at netop taks og elm med deres fællestæk, skruefortykkelserne, traditionelt

anses for at være godt træ at lave buer af. Måske er deres gode egenskaber som buetræ fundet i skruefortykkelserne?



### 4. Nedbrudt træ i tværsnit I.

Erosionsbakterier nedbryder træ i de indledende stadier med tilstedeværelse af ilt. Bakterierne angriber de indre celledele (S2) som her ses som en grumset blålig masse. Snittet er et indfarvet tværsnit af gran med farvestofferne Safranin O = Rød og Astra Blue 6G II = blå. Billederne er fra et forskningsprojekt hvor svampenedbrudt træ skulle karakteriseres og årsagsbestemmes.. Hertil bruger man ud over mikroskopet også ofte forskellige specifikke indfarvninger, hvor træveddets elementer reagerer forskelligt på farvestoffet (her cellulose og lignin - 2 af træes væsentli-

ge grundsubstanser (matriks og "lim")). Safranin farver lignin rød, mens Astra Blå farver cellulose blå, hvor lignin er fraværende - typisk ædt af svamp og/eller bakterier - altså det vi kalder nedbrudt.



## 5. Nedbrudt træ i tværsnit II

Softrot er en svamp, der nedbryder træet i den videre nedbrydning uden tilstedeværelse af ilt. Svampene angriber de indre celledele (S2) som her ses som deformerede krøllede strukturer. Snittet er et Indfarvet tværsnit af gran med Safranin O = Rød og Astra Blue 6G II = blå. Billederne er fra et forskningsprojekt hvor svampenedbrudt træ skulle karakteriseres og årsagsbestemmes.. Hertil bruger man ud over mikroskopet også ofte forskellige specifikke indfarvninger, hvor træveddets elementer reagerer forskelligt på farvestoffet (her cellulose og lignin - 2 af træets

væsentlige grundsubstanser (matriks og "lim")). Safranin farver lignin rød, mens Astra Blå farver cellulose blå, hvor lignin er fraværende - ædt af svamp og/eller bakterier.



## 6. Slagge i jern.

Billedet er et eksempel på en dendritisk størkningsstruktur. Her som en slaggeindeslutning i et polerslib fra en jernkniv fra vikingetid. Den gule farve på det rene jern skyldes den belysningssteknik der er brugt i mikroskopet (lysfelt). Under udvinding af oldtidsjern dannes store mængder af slagge - her repræsenteret ved de brune farver. Slagge er urenheder, der hovedsagelig består af oxider af jern, silicium (kvarts) og calcium, og som oldtidssmeden gjorde sig store anstrengelser for at raffinere væk under den efterfølgende behandling. Heldigvis smelter slagge ved lavere temperaturer end jern, så det meste kan fjernes i essen, men de rester der lades tilbage i jernet, får så den karakteristiske dendritiske størkningsstruktur. Her wüstit (et jernoxid  $\text{FeO}$ ) i en glasmatrix (det mørke - formentlig anorthit ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ))



## 7. "Borderpits"

- i mangel af et godt dansk navn. Perforeringer mellem de aflange transportceller i træveddet, der sørger for den langsgående vandtransport. Borderpits sørger for at vand (og næringsstoffer) også kan transporteres på tværs af veddets struktur. Denne transport er styret af membraner i perforeringerne. Relativ høj forstørrelse 630x



## 8. Hassel - stigeformet perforation

Træs mikrostrukturer er en verden af finurlige løsninger på det at være et træ. I mit fag benytter vi os af tynde snit i de tre strukturelle retninger, tværsnit, radialsnit og tangentialsnit til at bestemme træarten i mikroskopet. For at kunne transportere væske og næringsstoffer fra rod til blad, danner træet lange transportrør ved at stable celler kontinuerligt oven på hinanden med en gennembrydning - eller perforation - i hver ende. Perforationens udformning er med til at karakterisere træet. Som det kan ses på billedet, er der hos Hassel et lille gitter eller stige i gen-

nembrydningen - Stigeformet perforation.

**Planer (mikrobilleder under produktion):**  
**9. Dendritter i kobberlegering (bronze).**

Dendritter kan også dannes som karakteristiske strukturer i smelter, der afkøles relativt langsomt. Billedet viser et højglanspoleret, ætset slib af bronze. Dendritternes "arme" følger krystalstrukturen og har derfor samme retning i de enkelte korn, mens kornenes orientering i forhold til hinanden er tilfældig. Metalkorn er netop defineret ved samme krystalstruktur og giver sig her udtryk i områder med forskellige farver.

**10-15. Sæt af 6 billeder af sommerfuglestøv**

**10.** Ethvert barn kender sommerfuglestøv (eller i hvert fald gjorde vi det, da jeg var barn). Historien gik at sommerfuglen ikke kunne flyve, hvis den mistede sit "støv" på vingerne. Om det er rigtigt, ved jeg ikke - men gad vide, hvad det i grunden er for noget "støv" på sommerfuglens vinge???

Det viser sig, som man kan se af billederne, at det ikke er støv - men små farvede skæl, der ligger taglagt; som i et skifer- eller spåntag.

**11.** Går man lidt tættere på, kan man tydeligt se de enkelte skæl, og det virker som om, at de lyse skæl er halvt gennemsigtige - man kan ane en farveforskel, der følger baggrunden.

**12.** Endnu tættere på kan man se, at det enkelte skæl er stribet. Man kan også se, at det begynder at knibe for lysmikroskopet at stille skarpt over hele skællet, idet skarphedsdybden her ved 630x forstørrelse er yderst ringe. Vi nærmer os også grænsen for lysmikroskopets formåen, idet man i praksis ikke kan komme meget over 1000x forstørrelse pga. det synlige lys' relativt lange bølgelængde. Hvis man skal forstørre yderligere, må man bruge lys med en meget kortere bølgelængde - Scanning elektron mikroskopet, SEM, der bruger røntgen som "lyskilde" (strålingskilde egentlig)

**13.** I SEM'et, her ved 500x, kan man tydeligt se, at skarphedsdybden er meget større, ligesåvel som kontrast og detaljerigdom er større, så striberne træde tydeliger frem her. Farverne er imidlertid forsvundne. Farver sanses ved "synligt lys", og eksisterer altså ikke i røntgenområdet.

**14.** Ved 5000x forstørrelse kan man se, at "striberne" faktisk er ribber, der er udspændt af et gitter, og at materialet ikke som antaget i lysmikroskopet er halvtgennemsigtig, men faktisk er en åben struktur, som man kan kigge igennem. Det giver jo også god mening med en gitterstruktur i en sommerfuglevinges "beklædning" - den er konstruktionsmæssig stabil samtidig med, at man sparer vægt.

**15.** Giver vi den for alvor gas og zoomer ind til 50.000x forstørrelse, får vi ikke så mange nye informationer, idet SEM'et, som jeg har "kørekort" til, er syddansk Universitets gamle SEM, hvor alderen begynder at trykke en del i de høje forstørrelsesgrader. Man kan dog ane, at en ny gitterstruktur begynder at vise sig, men om det fortsætter sådan med nye gitre indtil molekylenniveau... tjah, hvem ved?

**11.** Gran. Tangentialsnit indfarvet med Safranin 0 og Astra Blue for at skelne mellem ligninindhold i prøven. Forstørrelsen er meget høj, og vi er helt nede i de små detaljer, for at finde de karakteristika, der helt entydigt karakteriserer og identificerer træarten; nemlig udformningen af de små åbning mellem cellerne (pits), der er en af træets transportveje for vand og næringsstoffer.