

# Kan datorn hjälpa oss förstå mer om hur vår benvävnad fungerar?

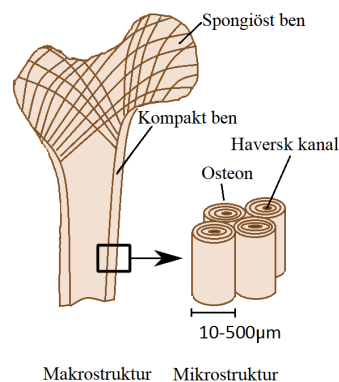
Elin Törnquist

Vårt skelett är uppbyggt av olika typer av benvävnad, vilka alla har komplex struktur och olika egenskaper. Benvävnadens struktur motverkar på olika sätt att en spricka växer till en fraktur. Exakt hur detta går till är ännu inte förstått men man vet att strukturerna, från på nanometernivå till i full skala, på olika sätt bidrar till att stå emot benbrott.

I det här projektet utvecklas en ny metod för att titta på storleken och riktningen hos den kompakta benvävnadens mikrostruktur, alltså de benstrukturer som är mindre än ett hundratal mikrometer. Metoden gör att analysen går snabbare och resultatet blir lättare att jämföra, vilket förenklar för forskare som vill förstå hur benbrott sker.

## Hur ser bens mikrostruktur ut?

Benen i vårt skelett är uppbyggda av två typer av benvävnad: spongiöst ben, vilket är poröst och har en tvättsvampliknande struktur, och kompakt ben, vilket är tätare och har en mer ordnad struktur. Det spongiösa benet finns i ändarna på de flesta av våra långa skelettben, medan det kompakta benet finns i ben-skaftet och i skalet runt benändarna, vilket illustreras i figur 1.



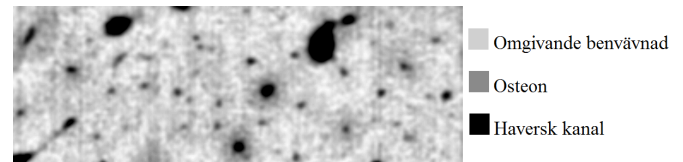
Figur 1: Till vänster visas övre delen av ett lårben, med höftkulan till höger. Till höger visas mikrostrukturen i den kompakta benvävnaden.

På mikronivå är det främst två strukturer i kompakt ben som är intressanta att studera: Haverska kanaler och osteoner. Haverska kanaler är ihåliga kanaler som innehåller blodådror och nervfibrer. Kring de Haverska kanalerna finns osteoner, vilket är en vävnadsstruktur som har något lägre mineralhalt än den omgivande benmatrisen.

## Vilken information kan man få från röntgenbilder?

Medicinska bilder av ben tas vanligen med röntgenbaserade metoder, dvs. slätröntgen i 2D eller datortomografi (CT) i 3D. Med röntgen kan man identifiera ben eftersom ben har högre mineralhalt än omkringliggande vävnad. Om man använder sig av röntgenmikrotomografi kan man titta på mikrostrukturerna i benet på samma sätt som man kan titta på ett skelettben i stort. Precis som CT ger röntgenmikrotomografi en samling

2D bilder i gråskala som kan sättas ihop till en 3D-bild. I sådana bilder av mikrostrukturen i kompakt benvävnad har osteoner, Haverska kanaler, och omgivande benvävnad olika gråa toner, eftersom de har olika mineralhalt. Figur 2 visar ett exempel på en sådan bild. Just mineraldelen i ben är det som gör benvävnaden styv och hållfast, och den varierande mineralhalten i mikrostrukturerna ger dem något olika mekaniska egenskaper.



Figur 2: Ett exempel på hur mikrostrukturen i ett koben kan se ut när den avbildas med röntgenmikroskopi.

För att kunna studera osteonerna och de Haverska kanalerna i det här projektet har röntgenmikrotomografi-bilder segmenterats, vilket betyder att man delat upp dem i olika delar: osteoner, Haverska kanaler, och omgivande benvävnad. Bilderna har delats upp i olika grupper, eller kluster, med en speciell metod som kallas *K-means*. Grupperingen görs med avseende på de olika gråa nyanserna och resultatet är nya bilder som bara innehåller en typ av struktur, i det här fallet kanaler eller osteoner. Dessa bilder kan användas för att mäta storlek, till exempel diameter eller längd, och riktning på strukturerna.

## Är datorn bättre än människan?

Tidigare har segmenteringen gjorts för hand, dvs. någon har manuellt ritat ut konturerna på de olika strukturerna. Detta tar lång tid och påverkas av vem som segmenterar eftersom att det ofta är svårt att se tydliga gränser mellan mikrostrukturerna. Genom att använda en dator sparar man tid och det är möjligt att titta på många olika benprover på kortare tid.

Ett problem med metoden som utvecklats i det här projektet är att det ibland är svårt att hitta alla Haverska kanaler och osteoner, och att skilja på vad som är mikrostruktur och vad som inte är det. Eftersom *K-means*-metoden bara tittar på gråskalor och inte tar hänsyn till hur strukturerna "brukar se ut", eller hur tätt strukturerna "brukar ligga", så som en människa gärna gör, gör datorn ibland fel. En bättre metod skulle kunna vara att använda sig av maskininlärning, där datorn lär sig känna igen strukturerna på samma sätt som en människa, t.ex. att osteoner finns runt kanaler, och att strukturerna är runda till formen. Med en sådan mer komplex metod skulle det vara möjligt att komma närmare en ideal segmentering som samtidigt är så snabb att det är möjligt att titta på stora mängder bilder på kort tid.