







Sanna Alwmark i skiktformat. Från ovan: med Hedeskogameteoriten som föll 1922 utanför Ystad; mikroskop med universalbord; vid Rieskratern i Tyskland framför bergarter som skapades i nedslaget; en skiva chockad kvarts; och vid vår intervju utanför Geologiska institutionen i Lund.



## SVERIGE

460 miljoner år sedan

**LOCKNE**

25 KM SÖDER OM ÖSTERSUND

460 miljoner år sedan

**MÅLINGEN**

3 KM SYDOST OM HACKÅS

89 miljoner år sedan

**DELLEN**

35 KM NORDOST OM HUDIKSVALL

380 miljoner år sedan

**SILJAN**

RÄTTVIK, MORA, ORSA M. M.

455 miljoner år sedan

**TVAREN**

MELLAN NYKÖPING OCH TROSA

470 miljoner år sedan

**GRANBY**

4 KM ÖSTER OM VADSTENA

450 miljoner år sedan

**HUMMELN**

10 KM NORDVÄST OM OSKARSHAMN

121 miljoner år sedan

**MIEN**

35 KM NORR OM KARLSHAMN

600 miljoner år sedan

**SÖDERFJÄRDEN**

5 KM SÖDER OM VASA

73 miljoner år sedan

**LAPPAJÄRVI**

80 KM NORDOST OM SEINÄJOKI

89 miljoner år sedan

**SÄÄKSJÄRVI**

35 KM UTANFÖR BJÖRNEBORG

1 miljard år sedan

**LUMPARN**

3 KM UTANFÖR MARIEHAMN

## ANDRA NORDISKA OCH BALTISKA KRATRAR

Gardnos, Østlandet, Norge

Ritland, Rogaland, Norge

Mjølneur, Barents hav

Saarijärvi, Norra Österbotten, Finland

Keuruselkä, Mellersta Finland, Finland

Karikkoselkä, Mellersta Finland, Finland

Suvasvesi Norra och södra, Norra Savolax, Finland

Iso-Naakkima, Södra Savolax, Finland

Paasselkä, Södra Savolax, Finland

Kaali, Estland

Kärdla, Estland

Ilumetsä, Estland

Dobele, Lettland

Vepriai, Litauen

Mizarai, Litauen

## SANNAS GUIDE TILL DE SVENSKA NEDSLAGSKRATRARNA

**LOCKNE** har vi vetat om väldigt länge, berättar Sanna, och det är en utmärkt plats för nedslagsturisten. Här finns museet Lockne geocenter.

– På Lockne är det jätteroligt att titta på bergarter som bildades av nedslaget. Det finns också fina leder med tavlor uppsatta.

**MÅLINGEN** ligger inte långt från Lockne, men det var först 2014 med Sannas forskning som det kunde bekräftas att det verkligen var ett nedslag som skapade den underliga, 700 meter runda formen i landskapet. De kunde dessutom bevisa att den skapades samtidigt som Locknekratern, 450 miljoner år sedan.

– Den är en väldigt liten sjö och är inte skyltad, så den är lite svår att besöka, kommenterar Sanna.

**DELLEN** på östkusten, inte långt från Hudiksvall.

– Jag har inte själv besökt Dellen, men jag tror att där är vackert och relativt väl skyltat.

**SILJAN** i Dalarna är utan tvekan Sannas favorit.

– Jag håller fast att den är vår kronjuvel. Den är dåligt bevarad, men man kan verkligen se den. Jag älskar Siljan, där är så vackert!

Siljansringen är stor och passerar genom många orter, som Rättvik, Mora och Orsa. För bäst överblick rekommenderar Sanna en resa till Rättvik.

– Där finns det några mindre slalombackar där man kan få en fin utsikt över sjön Siljan.

För besökaren på plats finns information på Naturum Dalarna i Siljansnäs och på i Naturmuseet i Rättviks kulturhus.

**HUMMELN** ligger i Småland, drygt 20 kilometer inåt landet från Oskarshamn. Geologer hade ända sedan början av 1800-talet undrat över dess ovanliga geologi. På 1960-talet undrade man över om det kunde vara en nedslagskrater, men först 2014 kunde Sanna och maken Carl visa med hjälp av kvartsspåren att det var rätt. På väg att hälsa på familjen så åkte vi förbi och gjorde prover.

– Vi hittade lite misstänkta korn. Men vi fick problem – proverna tog slut, så vi åkte tillbaka med en kollega för att vara säkra.

Sjön ligger i det vackra naturreservatet Humlenäs. Det kan man absolut besöka, tycker Sanna.

**GRANBY** ligger utanför Vadstena i Östergötland. Här har kratern fyllts av sediment sedan den bildades, förklarar Sanna.

– Den ligger mitt i skogen och är helt begravd. Det går inte att se någonting där.

**TVÄREN** ligger i skärgården inte långt från Trosa, söder om Stockholm.

– Man kan se på kartan att det är en rundad struktur, men det är inte direkt någonting att se. Jag har inte heller varit där.

**MIEN** är en äkta kratersjö som ligger i sydligaste Småland, en bit söder om Tingsryd. Här är bergarterna svårupptäckta på grund av skogen omkring, men Mien är ändå en favorit.

– Där kan ju man se att det är en rund sjö, du ser en en krater helt enkelt. Det tycker jag är fascinerande.

Kan det finnas ännu fler svenska kratrar? En kollega håller på att undersöka en annan plats i Småland, berättar Sanna. Och den runda Torkratern nära Funäsdalen ligger också på hennes lista över platser att ta prover på, tillsammans med kollegor från Polen och Estland.



På fält i nordöstra Schweiz, där det finns utkastat material från nedslaget som skapade Rieskratern i Tyskland.

mot studenter. Han hade stor betydelse för att jag insåg hur fantastisk forskning är, säger hon.

Rutten passerade Siljan. Här skulle man kunna undersöka nedslaget, tyckte Alvarez. Sanna gick hem, läste på och upptäckte att här finns massor att göra. Och hon satte igång att göra det. Sanna har en metod som hon blivit expert på. Men först handlar det om att samla material på klassiskt geologiskt sätt.

– Man tar helt enkelt väldigt mycket prover, med slägga och hammare. Man lägger dem i en påse, sen kan man åka hem och se vad som syns i mikroskopet, förklarar hon.

I bitar av kvarts, det ibland genomskinliga mineral som är vanligt förekommande i svenska bergarter, finns spår av stenens historia som går att få syn på i mikroskop. Just stora nedslag lämnar spår – små och svårupptäckta men för experten omisskännliga – som berättar om dessa dramatiska händelser för länge sedan.

På fönsterbrädan bakom mig hittar Sanna Alwmark en sten som jag får hålla i handen. Jag känner igen den som granit; den består av många små delar i vitt och grått. De gråa kornen är kvarts, berättar Sanna. Under mikroskopet framträder otaliga raka linjer – spår av chockvågorna som passerade genom stenen för miljontals år sedan. Att mäta upp dessa linjer med hjälp av mikroskop och universalbord är kärnan i Sannas forskning, berättar hon. Då kan man uppskatta hur högt tryck det var och upptäcka nedslagets hemligheter.

– Allt annat försöker jag lära mig om. Det här är min superexpertis, säger hon.

I mikroskopet får jag ta en titt. Mikroskopet har ett så kallat universalbord, en tysk teknik som möjliggör noggranna mätningar för den som tittar i mikroskopet. Stenskivan korsas av otaliga genomskinliga parallella spår. Här har en gång för extremt länge sedan kristallerna brutit och skiftat när en chockvåg for genom stenen. Det finns inget annat som lämnar liknande spår, berättar Sanna. Och genom att mäta upp spåren kan man uppskatta just hur kraftfullt det nedslag var som stöpte om berget på ett sådant grundläggande sätt.

Med den här metoden har Sanna och hennes kolleger fyllt i stora viktiga luckor i Sveriges historia. Nu vet vi att Siljan skapades för 380 miljoner år sedan av en fem kilometer stor asteroid. En katastrof av rang med andra ord. Nu

## SOMMARENS PROFIL: SANNA ALWMARK

vet vi också mer om de andra nedslag som präglat de senaste årmiljonerna. Tillsammans med sina kollegor har Sanna bevisat att också sjön Hummeln i östra Småland är en nedslagskrater, och att den underliga sjön Målingen i Jämtland skapades för 460 miljoner år sedan i samband med det nedslag som skapade den mer kända Locknekratern.

### Nya nedslag på Mars

Nu ska Sanna återknyta till rymden. Med bas både i Lund och vid Köpenhamns universitet ingår hon i det stora team som planerar för ett av framtidens två stora Marsprojekt, NASA:s Mars 2020. Vid sidan av Europas ExoMars blir strövaren Mars 2020 mänsklighetens nästa stora steg mot att spåra den röda planetens historia och svara på frågan om det har funnits liv där.

Men Mars innebär helt nya utmaningar för Sanna. Hon kommer inte att kunna åka dit och ta prover. Även om provresor till Mars nu planeras ligger de långt i framtiden. Som om det inte var nog finns väldigt lite kvarts på Mars. Men Sanna har en plan. Hon vill undersöka vilka andra mineraler som kan berätta om Mars historia.

– Man har lärt sig om kraterbildande processer tack vare observationer gjorda på Mars för att man kan se att blöta sediment har rört sig. Men är nedslagskratrar viktiga för livets utveckling eller uppkomst? Det är det som är den stora frågan.

Dessutom vill hon planera för hur vi ska analysera kratrarna på Mars och använda dem liksom här på jorden för att ge inblick i planetens historia. Som nedslagsexpert kompletterar hon Marsforskarna i Danmark, och deras kunskap kompletterar hennes, berättar hon. Bland annat hoppas hon att kunna förstå bättre det material som kastas ut när en rymdsten slår ned, något som är en nyckel för



FOTO: R. GUMMING

Geologiska kartor kan visa var bergartsgränser avslöjar dolda kratrar.

att förstå de värsta nedslagens följder för liv och miljö, berättar hon.

– Vi vet väldigt lite om hur det material som kastas ut beter sig. På jorden finns otroligt få strukturer där utkastat material finns kvar att se, säger hon.

### Hopp inför framtidens katastrofer

Det gäller också att med kunskap förbereda sig för nästa nedslag på jorden, anser Sanna Alwmark. Två veckor före vårt möte passerar för andra gången i år en asteroid på mindre än månens avstånd, en asteroid som om den slog ned skulle kunna förstöra en storstad.

Sanna minns asteroiden som brann upp över den ryska staden Tjeljabinsk i mars 2013. Rent vetenskapligt hade hon önskat att den hade bildat en krater. Men faran är på riktigt och med kunskap kan vi förbereda oss, tycker hon. Hon har också ett expertråd till den som oroar sig för framtida katastrofer.

– Man ska tänka att det kan hända, men det är inte särskild troligt att det drabbar mig. Så tänker jag i varje fall, säger Sanna.

Redan som liten förstod Sanna att dinosaurierna var som vi, stora intelligenta djur som vill värna om sina egna, och som också fick lida oerhört av en slumpartad händelse från rymden.

– De som var längre bort kanske hörde dånet försökt fly, som djur gör vid jordskalv eller vulkanutbrott.

Sanna Alwmark tycker att dessa skrämmande, fascinerande nedslag från rymden är något som allmänheten och skolungdomar borde veta mer om.

– Jag älskar det jag gör, men jag tycker att förståelsen är för liten om det jag gör.

Unga vet i allmänhet väldigt lite om dinosauriernas död, menar Sanna, eller hur kraterbildningen har format både jordens yta och andra i solsystemet.

Hon känner också ett ansvar som dinosaurieflickan som trots motgångar och akademins utmaningar valde att forska och fortsätta låta sig fascineras. Nu när hennes egen dotter börjar intressera sig för världen känns det om något ännu viktigare än förr.

– Som kvinna i en mansdominerad värld som faktiskt försöker mig på en akademisk karriär, med familj, så vill jag också visa för tjejer att det går att hålla på med rymden. Att ni kan också. ★

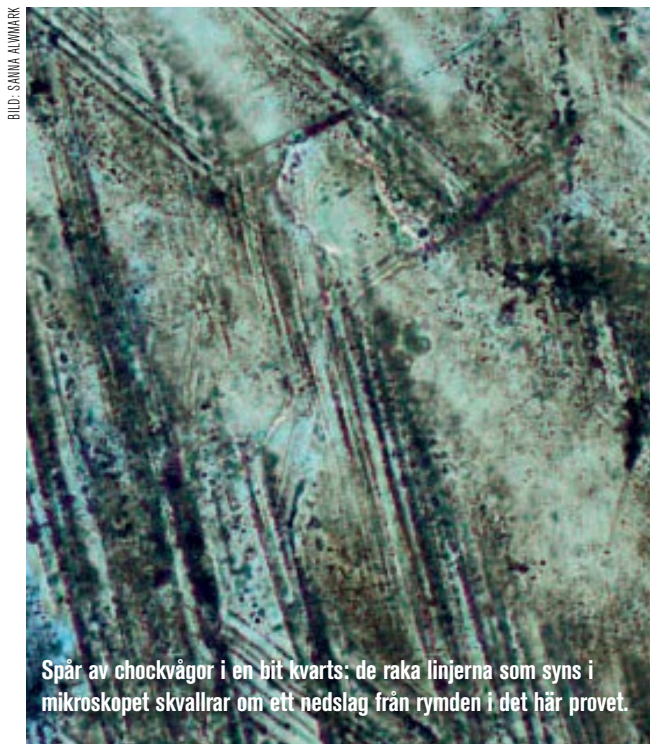


BILD: SANNA ALWMARK

Spår av chockvågor i en bit kvarts: de raka linjerna som syns i mikroskopet skvallrar om ett nedslag från rymden i det här provet.