

Helhetsplan för nya borrhningar och undersökningar i Söderfjärden

– Anton Grindgärds, Åbo Akademi 2013 –

Denna plan har sammanställts inom Sundom bygdeförenings LEADER finansierade utvecklingsprojekt Urkrater.



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling:
Europa investerar i landsbygdsområden

Innehåll

Inledning.....	1
Söderfjärden Research Program Consortium (SRPC).....	2
Viktiga vetenskapliga frågeställningar i Söderfjärden Research Program Consortium..	6
Geofysiska undersökningar	7
Provtagning av de kvartära sedimenten	8
Diamantborrning av sedimentära och kristallina bergarter	11
Pseudotacyliter och slagkäglor	12
Tillstånd	14
Kostnader	15
Existerande borrhälar och övrigt material	16
Involverande av allmänheten	16
Litteraturlista.....	17
 Borrhälar från Söderfjärden	 BILAGA 1
En sammanställning av de spår från meteoritkratern som kan hittas i terrängen kring Söderfjärden.....	 BILAGA 2

Inledning

När geologer från Pargas Kalk Ab (nuvarande Nordkalk Ab) och Uleåborgs Universitet oberoende av varandra studerade satellitbilder (Landsat 1) i början på 1970-talet så väckte Söderfjärdens ovanliga form intresse. Under åren 1975-76 genomförde Pargas Kalk en gravimetrisk undersökning, en seismisk refraktions undersökning samt borrade fyra hål ned i formationen i hopp om att finna ekonomiskt värdefull sedimentär kalksten. År 1979 borrades ytterligare ett hål av Jyrki Lehtovaara (Åbo Universitet) samt 1983 två grundare hål av Heikki Hirvas (Geologiska forskningscentralen, (GTK)). Totalt har sju hål borrats i Söderfjärden. Flera olika förslag om hur denna struktur har bildats lades fram under dessa år. Jyrki Lehtovaara kunde dock 1984 konstatera att den mest troliga orsaken till Söderfjärdens uppkomst var ett meteoritnedslag. Lehtovaara försökte också åldersbestämma nedslaget genom radiometrisk datering men försöket misslyckades. Den datering som idag gäller för kratern (530 – 520 Ma, middle-lower cambrian (*eng.*)) baserar sig enbart på mikrofossil i de kambriska sedimenten (Tynni 1979, 1982 och Hagenfeldt 1988 och 1989a;b). Efter medlet av 1980-talet stagnerade forskningen kring Söderfjärden fram tills Andreas Abels år 2003 i sin doktorsavhandling ytterligare bekräftar att Söderfjärden är en meteoritkrater. År 2013 befäster Öhman och Preeden ytterligare att Söderfjärden är en meteoritkrater i en artikel som behandlar chockmetamorfoserad kvarts i Söderfjärden. De kvartära avlagringarna i kratern har inte studerats i någon betydande omfattning. För en betydligt mera ingående redogörelse för allt tidigare utfört vetenskapligt arbete kring Söderfjärden hänvisas till Abels (2003) doktorsavhandling där författaren ger en grundlig beskrivning av tillgängliga data samt brister i nuvarande kunskap kring Söderfjärden.

Initiativet till att inleda ytterligare forskning kring Söderfjärden kommer från Sundom bygdeförenings Meteorita-sektion som driver besökscentret Meteorita Söderfjärden med Matts Andersén i spetsen. Besökscentret har under senare år lockat många besökare vilket naturligtvis väcker ett behov av att ytterligare utveckla detta. För att en tro-

värdig och betydelsefull utveckling skall kunna genomföras behövs mera underlag i form av vetenskapliga publikationer som kan populariseras för allmänheten vid besökscentret. Ett första steg i denna riktning är genomförandet av det LEADER-finansierade projektet Urkrater vilket resulterat i bl.a. bildandet av Söderfjärden Research Program Consortium.

Söderfjärden Research Program Consortium (SRPC)

Syftet med detta konsortium och projekt är att genomföra nya borrhningar och undersökningar i Söderfjärden meteoritkrater. De nya data som införskaffas skall fördelas mellan deltagarna i ett tvärvetenskapligt forskningsnätverk. Dessa åtgärder utförs utgående från denna plan som utarbetats inom det LEADER finansierade projektet Urkrater, vilket ägs av Sundom Bygdeförening under projektiden 1.4 - 31.12.2013.

Det slutgiltiga målet med projektet kan delas i två huvudgrupper 1) Producera ny kunskap om Söderfjärden som presenteras i vetenskaplig litteratur. 2) Att popularisera forskningsresultaten och skapa ny information att presentera för allmänheten vid besökscentret Meteorita Söderfjärden men också i regionens museer, skolor samt via olika media, även med internationell spridning.

Vägen till popularisering:

Borrning => nya primärdata => ny vetenskaplig information => popularisering => information om händelserna runt Söderfjärden

För att producera nytt material krävs nya borrhningar och undersökningar (geofysik etc.). Genom borrhningar i det unika sedimentarkiv som Söderfjärden innehåller kommer ny kunskap om bland annat följande att ev. hittas; det tidiga livet på jorden under kambrisk tid, olika fanerozoiska istids avlagringar. Avlagringar som beskriver Östersjöns

utveckling och överst, hur antropogen inverkan påverkat jordarna och vattnet i Söderfjärden under historisk tid samt hög upplösta tecken (pollen) på den tidigaste bosättningen kring Söderfjärden. Tanken är att också skapa en rekonstruktion av landskapet och klimatet i lokal skala. Utöver detta kan också ny värdefull kunskap om själva meteoritnedslaget förvärfvas. T.ex hur mycket värmeenergi som uppstod vid kollisionen, en absolut radiometrisk åldersbestämning av nedslaget samt kraterns verkliga djup. Kratergropen i Söderfjärden innehåller väldigt tjocka avlagringar av sediment som bildats efter senaste istid. En provtagning av hela sedimentsekvensen kan bidra med mycket värdefull kunskap till den forskning kring sura sulfatjordar som redan bedrivs på Söderfjärden (CATERMASS/BEFCASS). Borrningarna skulle avslöja djupet av de svavelrika sedimenten samt potentiella kemiska variationer i stratigrafien inom dessa. Dylik kunskap är värdefull vid utvärderingar av de miljörisker som kan uppstå vid markanvändning på områden med sura sulfatjordar i Österbotten.

Popularisering av forskningsresultaten ingår inte i tidtabellen för detta projekt, eftersom borrningarna utgör fundamentet för forskningen varför de måste utföras före popularisering av resultaten. Själva borrningarna bör dock lyftas fram och populariseras. Borrningarna antas dra uppmärksamhet till Söderfjärden från media men också från allmänheten. Projektet kan producera informationsmaterial (skyltar samt information på Meteorians webbsida) för att informera besökare på Söderfjärden om borrningarna och därmed öka förväntningarna på resultaten. Meteorita Söderfjärden har blivit en verklig attraktion som årligen lockar många tusen besökare i alla åldrar från världens alla hörn. Detta visar att konceptet bygger på en stabil grund och att det kan utvecklas utgående från nya vetenskapliga rön.

Urkrater projektet ordnade 20.9.2013 en seminariedag i Solf gästgivargård där följande deltagare medverkade:

Emeritus Prof. Lauri Pesonen, Helsingfors universitet (geofysik)
Prof. Leho Ainsaar, University of Tartu (fanerozoisk sedimentologi)
Dr Fredrik Olsson, Umeå Universitet (miljöarkeologi)
Prof. Olav Eklund, Åbo Akademi (geologi och mineralogi)
FM Anton Grindgärds, Åbo Akademi (geologi och mineralogi)
Prof. Matti Räsänen, Åbo universitet (institutionen för geografi och geologi)
Dr Antti Ojala, Geologiska forskningscentralen (Esbo)
Dr Joonas Virtasalo, Geologiska forskningscentralen (Esbo)
Forskningsassistent Satu Hietala, Geologiska forskningscentralen (Kuopio)
Dr Peter Edén, Geologiska forskningscentralen (Karleby)
FM Matts Andersén, Meteorian, Sundom bygdeförening
Kaj Höglund, Österbottens museum (Landskapsmuseiforskare)

Utöver dessa är också prof. Mats Åström (miljögeologi) från Linnéuniversitetet i Kalmar, prof. Erik Sturkell (geofysik) från Göteborgs universitet och docent vid Åbo Akademi samt forskningsprofessor Aarno Kotilainen från Geologiska forskningscentralen i Esbo intresserade att delta i forskningsprojektet. Deltagarna i seminariedagen framförde ett tiotal olika vetenskapliga frågeställningar till vilka borrhningar i Söderfjärden kan ge svar på. Alla var ense om att Söderfjärden är unik och nya borrhningar bör göras – här finns en uppsjö av data dolda i sedimenten.



Deltagarna i SRPC samlade till en första träff i Solf Gästgivargård 20.9.2013. (Foto: Matts Andersén)

I Österbottens landskapsprogram för åren 2011 - 2014 under prioriterat område 5 (sidan 52) nämns följande: "Genom att utveckla nätverket av geologiska besöksmål i landskapet kan man göra världsarvet Kvarkens skärgård, landskapets naturturismobjekt och geologiska sevärdheter mer kända. Satsningarna på att främja en mångsidig användning av naturen har förutom ekonomiska effekter också positiva sociala (stärker förhållandet till miljön) och kulturella (ökar kännedomen om områdets naturförhållanden och kulturhistoria) verkningar." I övrigt nämns också ett utvecklat samarbete inom miljöforskningen med Umeå Universitet samt en förädling av den regionala miljökunskapen till en lättfattlig och informativ form. Detta projekt kan bidra till att förverkliga dessa målsättningar.

Viktiga vetenskapliga frågeställningar i Söderfjärden Research Program Consortium

Lauri Pesonen (Emeritus prof. Helsingfors Universitet)

- Finns det en impaktit smälta, inkluderar paleomagnetism och radiometrisk åldersbestämning
- Termal modellering av nedslaget (Ilmo Kukkonen och Argo Joeleht)

Leho Ainsaar (University of Tartu, Estland)

- Åldern på de äldsta kambriska sedimenten, förfina stratigrafin (Ar – Ar + akritark analyser, ursprungs analyser)
- Sedimentationsmiljö, marin eller kontinental?
- Paleoeroderade ytor

Matti Räsänen (Åbo Universitet)

- En sekvens stratigrafisk tolkning av kvartära glaciala avlagringar

Johan Linderholm/Fredrik Olsson (Umeå Universitet, Sverige)

- Högupplösta kulturella signaler (pollen)
- Antropogen påverkan

Mats Åström (Linnéuniversitetet, Kalmar, Sverige)

- Fluktuationer i huvud- och spårelementdistributionen i de mjuka sedimenten
- Undersöka möjligheterna för en åldersbestämning (C-14) av de mjuka sedimenten (Peter Österholm från Åbo Akademi är också intresserad av detta)

Antti Ojala/Joonas Virtasalo (GTK)

- Karakterisering av interstadiala avlagringar
- Karakterisering av den salina Littorina influensen
- Vattenmassans stratifikation
- Processen för postglacial återavlagring

- Variationsrikedom i avrinningen och sedimentursprung

Olav Eklund/Erik Sturkell/(Peter Österholm) (Åbo Akademi)

- En grund seismisk reflektionsmodell, ingen bra modell existerar
- Gravimetrisk undersökning
- Antropogen och naturlig påverkan på aciditeten i avrinningen från Söderfjärden

Satu Hietala (GTK)

- Assistans med tolkningen av potentiella nedslagsrelaterade stenfynd

Geofysiska undersökningar

I mitten av 1970-talet utfördes både gravimetriska och seismiska refraktions undersökningar på Söderfjärden. Dessa undersökningar utfördes av Pargas Kalk Ab (nuvarande Nordkalk Ab) under ledning av Lennart Laurén (Laurén m.fl., 1978). För att komplettera och ytterligare förbättra de ofullständiga geofysiska modeller som finns måste ytterligare undersökningar utföras genom nya gravimetriska mätningar samt seismisk reflektionsmetodik. Nya undersökningar är nödvändiga eftersom rådata från tidigare seismiska undersökningar inte längre är tillgängligt enligt Abels (2003) personliga kommunikation med Lennart Laurén. Enligt Abels (2003) är den existerande gravimetrimodellen väldigt enkel och kunde ytterligare förbättras, vidare anser Abels att nya seismiska undersökningar också kunde förtydliga distributionen av block från berggrunden i kratern samt möjligen också avslöja kraterns maximala djup. Genomförandet av en seismisk reflektionsundersökning inkluderar sprängarbeten. Vid placeringen av detonationspunkterna är det viktigt att ta hänsyn till de täckdiken som finns på åkermarken i Söderfjärden för att dessa inte skall ta skada. Under seminariedagen var åsikten bland deltagarna den, att inga bra geofysiska modeller existerar och att det är av stort intresse att förbättra dessa. Resultatet från en seismisk reflektionsundersökning är också till

stor hjälp vid placeringen av borrhålen. Tillförlitliga geofysiska modeller kan också bidra betydligt till en framtida popularisering och visualisering av resultaten vid Meteorian.

Gravimetriska undersökningar genomförs med fördel under vinterhalvåret när marken är frusen. Seismiska undersökningar bör genomföras när marken inte är frusen och den lämpligaste tiden för detta torde vara under hösten direkt efter att skördarbetet avslutats. På detta sätt störs jordbruket minimalt av de geofysiska undersökningarna. De geofysiska undersökningarna bör genomföras före eventuella borrhningar för att på så sätt kunna ligga till grund för planeringen av borrhålens placering.

Provtagning av de kvartära sedimenten

En stor del av de forskare som är involverade i SRPC är intresserade av att analysera de kvartära (mjuka) sedimenten som avlagrats i kratern. Dessa sediment utgör den översta delen av kraterns interna stratigrafi och består till största delen av holocena ler- och siltsediment samt morän, som möjligen kan ha bildats under flera olika istider. I de borrhningar som tidigare utförts är de kvartära sedimentens maximala tjocklek 74,4 meter, detta kan alltså anses vara minimidjupet för nya borrhningar. En noggrann provtagningsmetodik är mycket viktig för att analyserna och resultaten skall bli tillförlitliga och representativa. Vid provtagningen bör man eftersträva att erhålla så mekaniskt ostörda prov som möjligt för att provmaterialet i största möjliga mån skall representera det provtagna materialet *in situ*. Kemisk kontamination av det provtagna materialet bör också undvikas eftersom även sedimentens kemiska sammansättning är av intresse för forskarna. Vid själva provtagningen är det mycket viktigt att kontinuerligt föra ett så detaljerat protokoll över provtagningen som möjligt. För borrhningen och provtagningen av de kvartära sedimenten i Söderfjärden finns två olika metoder som lämpar sig för detta ändamål. Överlag kan det konstateras att denna typ av borrhning och provtagning av djupa mjuka sediment praktiskt är mycket svåra att genomföra, speciellt när en kontinuerlig provtagning eftersträvas.

Den hittills djupaste borrhningen med kontinuerlig provtagning av jordmånen i Finland har utförts i Liminka där borrhålet blev 140,5 meter. Olli Breilin och Niko Putkinen från Geologiska forskningscentralen (GTK) ansvarade för denna borrhning. Borrhningen pågick i sex veckor och utfördes med en GM 200 borrhig utrustad både med en konformad (suippo muotoinen (*fin.*)) borrhspets som trycks ned i sedimenten samt en borrhkrona för att borra genom morän. Denna provtagning och borrhning var lyckad och en kontinuerlig provserie kunde erhållas. (Breilin och Putkinen, 2012)

Niko Putkinen uppger att det vid borrhningen i Liminka borrhades tre separata hål som kunde komplettera varandra för sedimentkärnförluster etc. som är vanligt förekommande vid denna typ av borrhning. Niko uppskattar att tidsåtgången för en borrhning samt provtagning av de mjuka sedimenten på Söderfjärden är ungefär fyra veckor per provtagningspunkt (3 hål/punkt). Niko anser också att det är väldigt svårt att förutsäga den bästa placeringen av provtagningspunkterna på förhand utgående från geofysiska undersökningar etc. Niko föreslår därför att det bästa sättet att planera borrhningen och provtagningen är utgående från de befintliga borrhningarnas resultat samt att också utföra "prospekteringsborrhning" utan provtagning som är betydligt snabbare, uppskattningsvis 2 dagar/hål. För att borrhningen skall en större chans att lyckas är det också väldigt viktigt att anlita en borrentreprenör med erfaren personal som har en förståelse för vetenskapliga borrhningar och behovet av noggrannhet, Niko rekommenderar Juhani Hiltunen från Destia Oy för detta ändamål. Niko är också mycket villig att bidra med sin kunskap och erfarenhet i detta projekt, allra senast vid borrhningsskedet. (personlig e-postkorrespondens med Niko Putkinen, 2013)

En annan borrhmetod som torde vara väldigt lämplig att använda vid provtagningen av de mjuka sedimenten är vibrationsborrhning (sonic drilling *eng.*). Detta är en modern metod som enligt entreprenörernas marknadsföring anses vara den snabbaste metoden för kontinuerlig provtagning av sediment med minimala kärnförluster. Eftersom borrhningen kan utföras relativt snabbt blir denna metod också väldigt kostnadseffektiv.

Vibrationsborrningsmetoden ger också relativt ostörda sedimentprov. Ingen av de medverkande i SRPC har någon praktisk erfarenhet av denna metod. Initiativet till att undersöka om det är möjligt att använda sig av denna metod på Söderfjärden kommer från prof. Matti Räsänen vid Åbo Universitet.

Enligt sökningar på Internet verkar ingen entreprenör i Finland erbjuda vibrationsborrningstjänster. Företaget SonicSampDrill i Holland kan erbjuda sina tjänster också i Finland. Utgående från e-postkorrespondens med SonicSampDrill uppskattade Huug Eijkelkamp att en borrning av två hål á 70 meter med 76,2mm provdiameter skulle ta cirka två dagar per hål, sammanlagt alltså fyra dagar. Denna borrning skulle också ge en provdiameter som är cirka 30 mm större än den metod som användes i Liminka (Breilin och Putkinen, 2012). Under seminariedagen konstaterades att en borrning som ger så stor provdiameter som praktiskt är möjligt är att föredra. Vibrationsborrningsmetoden kan erbjuda en provdiameter upp till 200 mm, men enligt Huug Eijkelkamp kommer det att vara svårt även för de största vibrationsborriggarna som finns på marknaden att borra 70 meter med så stor provdiameter eller så måste sedimenten vara väldigt mjuka. Det är därför kanske att föredra att borra med en mindre diameter för att undvika onödiga problem och extra kostnader.

I Sverige finns också entreprenörer som erbjuder vibrationsborrningstjänster, bl.a. Borrcenter. Det är dock oklart om de borriggar som ingår i deras maskinpark har kapacitet att borra så djupt som krävs i Söderfjärden.

Enligt marknadsföringen kan vibrationsborrning användas också för sedimentära och kristallina bergarter. Det kan således löna sig att vid offertförfrågningar också reda ut om samma företag kan borra även dessa i Söderfjärden. Borrhålet skulle då bli sammanlagt 400 – 500 meter, vilket kan ligga över kapaciteten för denna typ av borrigg.

Vid borrningar av mjuka sediment på Söderfjärden torde det vara mest fördelaktigt att använda sig av vibrationsborrningsmetoden eftersom den är snabb, kostnadseffektiv

och framförallt ger en bra kvalitet på sedimentproven. Vid den borrhning och provtagning som Geologiska forskningscentralen utförde 1983 (H. Hirvas, opubl.) påträffades gas i sedimenten som i viss mån störde borrhningen, detta problem bör således också beaktas vid eventuella nya borrhningar.

Diamantborrning av sedimentära och kristallina bergarter

Baserat på den geologiska information som finns tillgänglig idag så är en placering av borrhålen utgående från Abels (2003) förslag (figur 1) troligen den som ger störst chans att besvara några av de vetenskapliga frågeställningar som ännu är obesvarade. Ett borrhål (~300 m djupt) vid Abels förslag A1 (figur 1) kunde möjligen träffa impaktit smälta, som är avgörande för en radiometrisk datering, detta förslag grundar sig på en magnetisk anomali som finns här. En noggrann kartläggning av denna anomali med magnetometer kunde kanske ytterligare precisera borrhålets placering. Ett borrhål vid förslaget A2 (~500 m djupt) kunde möjligen träffa en djupare del av kratern än som hittills borrhats. Placeringen av borrhålen kan dock ytterligare preciseras eller ändras ifall nya geofysiska modeller ger skäl till detta. Det är ytterst viktigt att genomföra borrhningen som en orienterad borrhning (*suunattu kairaus (fi)*, *oriented core (eng)*) för att erhålla en borrhkärna som i efterhand kan orienteras exakt som den låg *in situ*, detta är speciellt viktigt för den stratigrafiska forskningen.

Den sammanlagda längden på de båda borrhålen torde ligga någonstans mellan 800 – 1000 meter, utgående från de senaste tolkningarna av tillgängliga data. Diamantborrningar kan utföras under hela året men kunde med fördel utföras under hösten efter att skördarbetet avslutats. Om borrhningen måste genomföras tidigare borde den endast orsaka en överkomlig skada på odlingsväxterna eftersom en diamantborrig inte behöver så väldigt stora utrymmen för att operera. Om borrhningen utförs under vinterhalvåret så är det möjligt att borrentreprenören vill borra dygnet runt för att förhindra bl. a. förfrysning av borrhvätskan, en borrhning under vinterhalvåret kan därför leda till högre kostnader.

I Finland finns ett flertal borrentreprenörer som erbjuder diamantborrtjänster. E-post med några grundläggande frågor kring en dylik borrrning har skickats till en av de större entreprenörerna i Finland, Oy Kati Ab, men inget svar har erhållits. Därför grundar sig en stor del av beskrivningen på egna erfarenheter samt diskussioner med bekanta inom gruvbranschen. Tillgängligheten på borrentreprenörernas tjänster är i hög grad beroende av efterfrågan på borrtjänster inom gruvbranschen. Vissa extrema år kan kötiden för en borrig uppgå till ett år, därför bör dessa diamantborrningar offereras och upphandlas i ett så tidigt skede av ett borrrprojekt som möjligt. Detta betyder således att de geofysiska undersökningar som kunde underlätta planeringen av borrrningen också borde utföras i ett så tidigt skede som möjligt före planeringen och upphandlingen av borrtjänsterna.

När själva borrrningarna genomförs är det väldigt viktigt att någon eller några representerer från borrrprojektet/konsortiet fungerar som borrrövervakare och konstant följer borrrningen på nära håll, bl.a. för att kunna avgöra när borrrhålen kan avslutas samt hålla nära kontakt med borrentreprenören på plats.

Under seminariedagen med SRPC den 20.9.2013 beslutades att den bästa platsen för att förvara borrrkärnorna efter borrrningen är GTK:s borrrkärnarkiv i Loppi. I detta borrrkärnarkiv kan de olika forskarna få tillgång till borrrkärnorna oberoende av varandra och där finns också fina utrymmen för loggning av dessa. Frakten av borrrkärnorna från Söderfjärden till Loppi (inkl. kostnader) behöver därför också beaktas vid planeringen av borrrprojektet.

Pseudotacyliter och slagkägler

Förekomsten av pseudotacyliter (figur 1) i området kring Söderfjärden beskrevs första gången av Abels (2003). Dessa pseudotacyliter har troligen bildats genom friktions-smältning vid meteoritnedslaget. För att använda termen *pseudotacylit* krävs tydliga

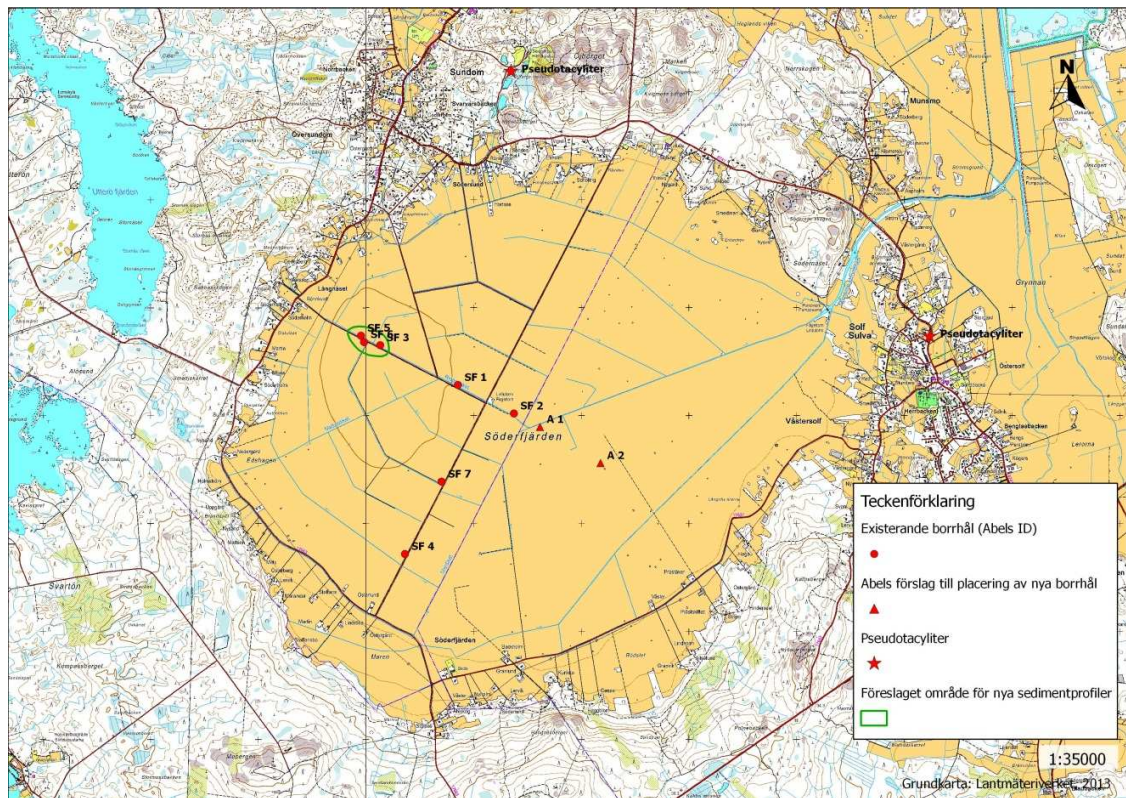
bevis för att en smälta existerat. Öhman och Raitala (2005) hittar inga tydliga bevis för detta och väljer därför att kalla dessa för mörka ådror (dark veinlets (*eng.*)). Om en smälta bildats i dessa mörka gångar så kunde det vara möjligt att göra en radiometrisk åldersbestämning av dessa och således också få en ålder på själva nedslaget. De mörkar gångar som har hittats är tyvärr för smala för att en provtagning av dessa skall lyckas. Därför skulle nya fynd av dessa mörka gångar vara av speciellt intresse.



Deltagare i seminariedagen 20.9.2013 granskar mörka ådror/pseudotacyliter i en häll i Solf centrum. Från vänster: Forskningsassistent Satu Hietala (GTK), Prof. Olav Eklund (Åbo Akademi) och Emeritus prof. Lauri Pesonen (Helsingfors Universitet). (Foto: Matts Andersén)

Slagkägglor (shatter cones (*eng.*)) är en struktur som naturligt bildas i berggrunden vid meteoritnedslag och artificiellt vid sprängningar av berggrunden. Inga slagkägglor har ännu hittats i terrängen kring Söderfjärden även om dessa helt klart borde finnas där.

Information om hur dessa två viktiga strukturer med koppling till meteoritnedslaget ser ut har inom Urkrater projektet framförts till kännedom för allmänheten i hopp om att finna fler intressanta berghällar.



Figur 1. Presentation av de existerande borrhålen samt förslag till placering av nya. Förslaget område för provtagning av mjuka sediment utgör det område där sedimentdjupet troligen är störst, baserat på de gamla borrhålen. Mörka ådror/pseudotacyliter är markerade utgående från Abels (2003) .

Tillstånd

För att genomföra borrhålen behövs ifrågavarande markägares tillstånd och samtycke (Ilkka Keskitalo, Tukes, 2013 pers. komm.). Utgående från de intryck jag erhållit under sommaren (2013) träffar med allmänheten på Meteorian har jag svårt att föreställa mig att markägarnas tillstånd skulle vara problematiskt att erhålla. Invånarna

kring Söderfjärden verkar mycket intresserade av att bidra till ytterligare forskning kring meteoritkratern.

Vid utförandet av seismiska reflektionsundersökningar krävs att en artificiell chockvåg genereras. Denna chockvåg skapas oftast genom detonation av sprängladdningar på markytan. För att genomföra dessa detonationer krävs att arbetet utförs enligt de direktiv som anges i *Statsrådets förordning om säkerheten vid sprängnings- och brytningsarbeten (16.6.2011/644)*. För sprängningsarbetet krävs bl.a. att någon i arbetslaget innehar kompetensbrev för laddare eller sprängare, beroende på var sprängningarna utförs. För att erhålla dessa kompetensbrev krävs både en godkänd examen samt arbetserfarenhet med sprängarbete. Om ingen inom det team som skall utföra de seismiska undersökningarna redan innehar dessa kompetensbrev så är det sannolikt smidigast att anlita en entreprenör inom jordbyggnadsbranschen för att utföra de sprängningar som krävs för de seismiska undersökningarna. Utöver detta krävs också en anmälan om sprängningsarbete till Polisen. Denna anmälan skall göras minst sju dygn innan sprängningsarbetet inleds och kan göras med en blankett som finns tillgänglig för utskrift på polisens hemsida.

Kostnader

Inga exakta kostnader för att genomföra borrhinar och geofysiska undersökningar har utretts inom ramen för detta projekt. Eftersom inga offertförfrågningar har skickats ut till diverse entreprenörer så blir en uppskattning av kostnaderna mycket grov. Under seminariedagen med de involverade i SRPC beslutades att en totalkostnad på 300 000 euro för projektet är en realistisk summa att utgå ifrån. Nedanstående kostnadskalkyl baseras på denna summa, men kalkylen skall endast ses som riktgivande eftersom inga verkliga kostnader och pris för borttjänster etc. har efterfrågats. Uträkningen av personalkostnaderna baseras på en heltidstjänst under ett år för en projekt koordinator/ledare och en kortare anställning av en fältassistent om de anställs via Åbo Akademi

KOSTNADSKALKYL

1. Personalkostnader

12 x 3660 €/mån x 1,3

6 x 1900 €/mån x 1,3

2. Inköp av tjänster

Diamantborrning 150€/m x 800m

Mjuka sediment 375€/m x 160m

Geofysik

Oförutsedda

3. Resekostnader

4. Anskaffning av maskiner och utrustning

5. Hyreskostnader

6. Kontorskostnader

7. Övriga kostnader

Eventuell ersättning till markägare etc.

KOSTNADER TOTALT

(EUR)

71916
57096
14820
200000
120000
60000
15000
5000
12000
3000
1200
2000
10000
300116

Existerande borrhärlor och övrigt material

Anneli Uutela, som har gjort en del arbete kring de fossiler som finns i de kambriska sedimenten i Söderfjärden, har meddelat att allt hennes material (bl.a. preparat, anteckningar och publikationer) finns tillgängligt i GTK:s borrhärlorarkiv i Loppi.

Borrhärlor från alla tidigare borrhärlor finns också tillgängliga på Nordkalk Ab i Pargas, i Geologiska forskningscentralens borrhärlorarkiv i Loppi och i Meteorian, Söderfjärden. En tabell över borrhärlorna samt dess förvaringsplats finns i bilaga 1.

Involverande av allmänheten

Under 2013 ordnades inom ramen för Urkrater projektet två stycken tillfällen, riktade till allmänheten, för sökning av kraterspår i terrängen kring Söderfjärden. Uppslutningen var god med totalt ett trettiootal intresserade deltagare. Ett flertal intressanta fynd

gjordes i form av kambriska sandstenar samt mindre bitar av bergarter som möjligen kan vara relaterade till själva meteoritnedslaget. Dessa fynd har vidarebefordrats till forskningsassistent Satu Hietala vid Geologiska forskningscentralen i Kuopio för vidare analys. Satu deltog också med sin expertis i ett av spårningstillfällena vid Söderfjärden.

En kortfattad guide över vilka olika strukturer och bergarter som kan vara av intresse för forskningen kring Söderfjärden sammanställdes av projektledaren och kan studeras i sin helhet i bilaga 2. Denna guide delades i samband med det senare kraterspårningstillfället ut till deltagarna i syfte att de även på egenhand förhoppningsvis kan hitta intressanta fynd när de rör sig i terrängen runt Söderfjärden. Genom att informera allmänheten om vilka typer av fynd som är av intresse för forskningen ökar chanserna att bl.a. hitta mera mörka ådror/pseudotacyliter och slagkäglor. Eftersom de flesta berghällar i området är täckta med lav etc. så är det mycket svårt att få syn på dessa strukturer, därför är det viktigt att ta vara på chanser att studera nyligen blottlagda hällar vid t.ex. grävarbeten.

Litteraturförteckning

Laurén L., Lehtovaara J., Boström R. och Tynni R. (1978). On the geology and the Cambrian sediments of the circular depression at Söderfjärden, Western Finland. Geologiska forskningscentralen i Finland, Bulletin 297:5–81.

Abels A. (2003). Investigation of impact structures in Finland (Söderfjärden, Lumparn, Lappajärvi) by digital integration of multidisciplinary geodata. Ph.D. thesis, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, Germany.

Breilin O. och Putkinen N. (2012). Limingan Vesikari – syvin maaperäkairaus Suomessa. Geologiska Sällskapet i Finland. Geologi 4/2012.

Statsrådets förordning om säkerheten vid sprängnings- och brytningsarbeten (16.6.2011/644) <http://www.tyosuojelu.fi/se/20110644sv/3941> (läst 3.12.2013)

Tynni R., 1978, Lower Cambrian fossils and acritarchs in the sedimentary rocks of Söderfjärden, western Finland. In: Laurén L., Lehtovaara J., Boström R., Tynni R., On the geology and the Cambrian sediments of the circular depression at Söderfjärden, western Finland. Geological Survey of Finland Bulletin 297: 39-81.

Tynni R., 1982, New results of studies on the fossils in the Lower Cambrian sediment deposit of the Söderfjärden basin. Bulletin of the Geological Society of Finland 54: 57-68.

Hagenfeldt S.E., 1988, Acritarch assemblages of Early and Middle Cambrian age in the Baltic depression and south-central Sweden. In: Winterhalter B. (ed.), The Baltic Sea. Geological Survey of Finland, Special Paper 6: 151-161.

Hagenfeldt S.E., 1989a, Lower Cambrian acritarchs from the Baltic depression and south-central Sweden, taxonomy and biostratigraphy. Stockholm Contributions in Geology 41(1): 1-176.

Hagenfeldt S.E., 1989b, Middle Cambrian acritarchs from the Baltic depression and south-central Sweden, taxonomy and biostratigraphy. Stockholm Contributions in Geology 41(2): 177-250.

Öhman T. och Preeden U. 2013. Shock metamorphic features in quartz grains from the Saarijärvi and Söderfjärden impact structures, Finland. Meteoritics & Planetary Science 1–21 (2013)

¹Öhman T. och ²Raitala J. 2005. Geochemistry of the dark veinlets in the granitoids from the Söderfjärden impact structure, Finland: preliminary results. ¹Department of Geosciences, Division of Geology, University of Oulu, Finland, ²Department of Physical Sciences, Division of Astronomy, University of Oulu, Finland.

Borrkärnor från Söderfjärden

ID (Abels ID)	Borrår	Förvaringsplats	Tillgänglighet	Referens
DH 1 (SF 1)	1975	Nordkalk i Pargas	Tillgängliga där	Gerhard Hakkarainen (Nordkalk)
DH 2 (SF 2)	1975	Nordkalk i Pargas	Tillgängliga där	Gerhard Hakkarainen (Nordkalk)
DH 3 (SF 3)	1975	Nordkalk i Pargas	Tillgängliga där	Gerhard Hakkarainen (Nordkalk)
DH 4 (SF 4)	1976	Nordkalk i Pargas	Tillgängliga där	Gerhard Hakkarainen (Nordkalk)
SF 1 (SF 5)	1979	Nordkalk i Pargas	Tillgängliga där	Gerhard Hakkarainen (Nordkalk)
Nr. 5 (SF 6)	1983	Loppi (M52-1331-83-RP.1)	3 lådor (alla) tillgängliga	Marko Puonti (GTK, Loppi)
Nr. 6 (SF 7)	1983	Bara mjuka sedimentlager, opublicerat. Borrprotokoll från Peter Edén (GTK).		

Följande fem lådor från borrhål SF 1(SF 5) finns förvarade vid Meteorian, Söderfjärden: L 1, L 22, L 29, L 36 och L 37



En sammanställning av de spår från meteoritkratern som kan hittas i terrängen kring Söderfjärden

Anton Grindgärds
Åbo Akademi



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling:
Europa investerar i landsbygdsområden

Stenar (Bergarter)

- Stenar och lösa stenblock som bildats i kratern eller vid själva meteoritnedslaget kan idag hittas i moränavlagringar kring Söderfjärden
- Dessa har under senaste istid transporterats från kratern av inlandsisen
- Störst chans att hitta intressanta stenar finns i den södra och syd-östra delen av kratteringen, eftersom inlandsisen avancerade mot denna riktning

Stenar (Bergarter)

- Kambrisk sandsten

- Bergart som bildats genom att sand- och siltavlagringar pressats ihop. Bergarten är jämt gråaktig eller uppvisar omväxlande ljusare och mörkare lager
- Bergarten har bildats i kratergropen efter nedslaget och transporterats därifrån med inlandsisen
- Denna bergart kan innehålla fossiler
- Exempel från sandgrop söder om Söderfjärden



Stenar (Bergarter)

- Breccia

- Bergart med kantiga bergartsfragment inneslutna i finare material.
- Olika typer av impaktit breccior bildas under flera olika faser i samband med nedslaget.
- Exempelbilder på intressanta breccior som hittats kring Söderfjärden:



(<http://www.impactstructures.com/impact-rocks/impactites/the-impact-brecciapage/lithic-impact-breccia>)



← Samma stenblock

(Abels A. 2003. Investigation of impact structures in Finland (Söderfjärden, Lumparn, Lappajärvi) by digital integration of multidisciplinary geodata. Doktorsavhandling, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, Tyskland.)

Stenar (Bergarter)

- **Impaktit smälta**

- Helt eller delvis smält, mörk glasartad bergart som kan innehålla fragment av ljusare material. Här ses karnäit från Lappajärvi kratern.



Karnäit fotograferad vid Oravais stenpark.
(<http://pentinluonto.1g.fi/kuvat/Rock%20and%20minerals%2C%20Kivi%20ja%20mineraalit./K%E4rn%E4itti.jpg?img=img1440>)



Karnäit polerad yta. (<http://www.impact-structures.com/wp-content/uploads/2011/12/4-lappa.jpg>)

Spår i berghällar

- Spår efter själva meteoritnedslaget kan också hittas i fasta berghällar kring hela Söderfjärden
- Hittills har inte många spår från nedslaget hittats i berghällar kring Söderfjärden, därför är nedanstående strukturer och formationer speciellt intressanta att hitta

Spår i berghällar

- Slagkäglor (shatter cones)

- Slagkäglor är en tydligt räfflad konisk struktur i en bergart som drabbats av en chockvåg i samband med ett meteoritnedslag. Den räfflade och konformade strukturen kan variera i storlek från enstaka millimeter till flera meter. Liknar hästsvansar och går genom hela stenen – ej enbart på ytan.
- Slagkäglor har ännu inte påträffats i Söderfjärden



Slagkäglor från Steinhem meteoritkrater i Tyskland.
(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Shatter_Cone.jpg)



Slagkäglor i en bergshäll från Charlevoix meteoritkrater i Quebec, Kanada.
(<http://epod.typepad.com/.a/6a0105371bb32c970b0115719ab839970b-pi>)

Spår i berghällar

- Pseudotachyliter

- Pseudotachyliter är mörka glasliknande gångar eller ådror i berghällar som bildats genom friktionssmältning av intilliggande bergarter.
- Kan också innehålla små fragment av intilliggande bergart



Nätverket av mörka ådror är pseudotachyliter i Vredefortkratern i Syd-Afrika.
(<http://www.meteorite-craters.impact-structures.com/gloss/impactpseudotachylite.jpg>)

Pseudotachyliter i en bergshäll i Solf by. Notera att den bredare ljusa gången har förflyttats. (Abels A. 2003)

Spår i berghällar

- Eftersom de flesta berghällar är bevuxna med lav och annan växtlighet så kan det vara väldigt svårt att få syn på dessa spår
- Därför är rena hällar som nyligen grävts fram väldigt intressanta eftersom det blir betydligt smidigare att undersöka hällen

Om ni hittar något intressant:

- Markera gärna fyndplatsen på en karta eller notera GPS-koordinaterna om ni har möjlighet
- Ta gärna bilder av fyndet
- Meddela om dina fynd så att dessa eventuellt kan komma till nytta för vidare forskning om Söderfjärden meteoritkrater
 - Meteorita-sektionen: Ordf. Matts Andersén, tfn 045-6324024 eller via e-post: matts.andersen@sundom.fi
 - eller till URKRATER-projektets ledare Anton Grindgärd: agrindga@abo.fi