SLUTRAPPORT FÖR PROJEKT INOM INTERREG SVERIGE-NORGE

GEARS – Geologiskt arv i inre Skandinavien

Sammanställt av Sven Lundqvist och Rolv Dahl

augusti 2020

SGU-rapport 2020:25
Diarie-nr SGU: 38-1603/2016
Referanse-nr NGU: 17/00275

SGU Sveriges geologiska undersökning

Interreg Sverige-Norge
Europeiska regionala utvecklingsfonden
EUROPEISKA UNIONEN

Ändringar genomförda 19 oktober 2020

Sidan 3: Komplettering av namn i SGUs deltagarlista.

Sidan 31, bildtext figur 16:
Ny text: Klorans dalgång från helikopter.
Foto: Ryan Garrison.
Ursprunglig text: Ås vid Tangsjöarna fotade
från helikopter. Foto: Ryan Garrison.

Sidan 32, bildtext figur 17:
Ny text: Ås vid Tangsjöarna fotade
från helikopter. Foto: Ryan Garrison.
Ursprunglig text: Klorans dalgång från helikopter.
Foto: Ryan Garrison.

Omslagsbild: Vy över Grimsdalen från Grimsmoens krön.
Fotograf: Sven Lundqvist.

Sammanställt av: Sven Lundqvist och Rolv Dahl
Granskad av: Mattias Göransson
Ansvarig enhetschef: Mugdim Islamović
Redaktör: Johan Sporrong

Interreg Sverige-Norge, Sverigekontoret ärendenr: 20201194
Interreg Sverige-Norge, Norgekontoret referansenr: 16/16001-15, arkivnr. 243 & 81
Region Dalarna ärendenr: 195832, diarienr: U 2016/27
Hedmark Fylkeskommune, senare Innlandet Fylkeskommune referansenr: 16/15453-7

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

DELTAGARE I PROJEKTET

SGU

Nelly Aroka, Peter Dahlqvist, Anna Hedenström, Mugdim Islamović, Fredrik Karlsson, Anna Ladenberger, Sven Lundqvist, Claes Mellqvist, Henrik Mikko, Johan Persson, Olof Pettersson, Gunnel Ransed, Kaarina Ringstad, Kristian Schoning, Colby Smith, Johan Sporrong, Tove Wendelin, Linda Wickström

Länsstyrelsen Dalarnas län

Elin Bergman, Märit Hagberg, Leif Helldal, Per Johansson, Karen Kämpe, Åsa Pokela, Henny Sahlin, Izabelle Svensson, Sofia Tiger

NGU

Tine Larsen Angvik, Rolv Dahl, Ane Engvik, Lina Gislefoss, Tom Heldal, Berit Husteli, Fredrik Høgaas, Aleksandra Jurus, Gurli Meyer

NINA

Lars Erikstad

Høgskolen i Innlandet

Terje Motrøen, Bård Gunnerud-Åhlén

Sollerö sockenförening

Staffan Bond, Håkan Grudd, Åke Knutz

ProGEO

Sylvia Smith-Meyer

Göteborgs universitet

Anna Bergengren

Universitetet i Tromsø

Christian Baug

Folldal Gruver

Fylkesmannen i Innlandet

Ekonomer SGU

Maria Sevén (Statens servicecenter), Olof Jonsson, Martin Tornberg Selinus

Ekonomer Länsstyrelsen Dalarnas län

Jenny Gustafsson, Leo Eriksson (Statens servicecenter), Susanne Kallberg Bergkvist, Malin Hammerin

Ekonomer NGU

Hild Sissel Skistad Thorsnes, Cyprien Habimana

INNEHÅLL

Deltagare i projektet ... 3
Sammanfattning ... 6
Summary ... 7
Bakgrund ... 8
Mål, resultat och förväntade effekter ... 9
Inledning ... 9
Mål och resultat ... 9
Avvikelser ... 10
Förväntade effekter, regionalt ... 11
Förväntade effekter, nationellt ... 12
Möjliga effekter ... 12
WP 1 Projektledning ... 13
WP 2 Kommunikation och kompetensutveckling ... 14
Mål och målgrupper ... 14
Kanaler ... 15
Resultat ... 16
Genomslagskraft ... 16
WP 3 Metodeutvikling for kartlegging og verdisetting av geologisk arv (geosteder) ... 17
Bakgrunn for WP 3 ... 17
Mål for WP 3 ... 17
Metode og begrensninger ... 17
Grunnleggende definisjoner ... 18
Rammeverk for beskrivelse av geologisk arv ... 19
Rammeverk for verdisetting av geologisk arv ... 20
Registrering av geologisk arv i praksis ... 22
Konklusjon for WP 3 ... 23
WP 4 Geologisk arv og geosteder som grunnlag for utbildning, friluftsliv og turisme ... 24
Bakgrunn ... 24
Delmål 1: Beskrivelse av mangfoldet ... 24
Storyline ... 26
Bedre dokumentasjon av utvalgte steder ... 27
WP 5 Förmedling av naturarv och naturmångfald ... 28
Arbetsområdets mål ... 28
Delmål 1 ... 28
Delmål 2 ... 29
Delmål 3 ... 31
Delmål 4 ... 32
Delmål 5 ... 33
Avvikelser ... 34
WP 6 Forvaltning av geologisk naturarv ... 35
Bakgrunn ... 35
Mål ... 35

Arbeidsform ... 35
Geologi og naturforvaltning ... 36
Økosystemtjenester ... 36
Geologien i landskapet ... 37
Forvaltning ... 39
Naturens sårbarhet og konkrete forvaltningsstrategier ... 40
Konklusjon og videre arbeid ... 43
Projektorganisasjon ... 44
Grenseoverskridende merverdi ... 45
Horisontale kriterier ... 45
Bærekraftig utvikling (Hållbar utveckling) ... 45
Likestilling (Jämställdhet mellan kvinnor och män) ... 46
Ikke-diskriminering og like muligheter (Lika möjligheter och icke-diskriminering) ... 46
Information och kommunikation ... 46
Intern kommunikation ... 46
Extern kommunikation ... 46
Förankring av projektets resultat och effekter ... 47
Aktiviteter och ekonomi ... 48
Förslag och idéer ... 49
Referenser ... 50
Bilaga 1. Relaterat material till WP 2–WP 6 ... 52
WP 2 ... 53
WP 3 ... 61
WP 4 ... 135
WP 5 ... 229
WP 6 ... 309

SAMMANFATTNING

Projektet Geologiskt arv i inre Skandinavien, GEARS, syftar till att med hjälp av en idag underutnyttjad resurs i form av geologiska naturvärden bidra till att utveckla besöksmålen, besöksnäringen och naturförvaltningen inom tre utvalda fallstudieområden: Folldal, Fulufjället samt Siljansringen, med bibehållen bevarandestatus för känsliga miljöer. Syftet är att skapa en grund för en hållbar förvaltning av de naturmiljöer som sträcker sig över gränsen mellan Norge och Sverige, så att de kommer dagens och framtida generationer till godo. På ett övergripande plan syftar projektet mot att visa hur geologiska naturvärden och platser kan bidra till att synliggöra och stärka den kulturella och historiska identiteten i gränsregionen.

Projektets primära målgrupper har varit regionalt ansvariga myndigheter och lokala aktörer inom besöksnäring, med andra ord de som ansvarar för eller arbetar med förvaltning av naturvärden och med naturturism.

Internt har målgruppen varit deltagarna som arbetar med att utveckla metodik för att dokumentera, värdera och presentera geologiskt arv, samt dem som arbetar med att utveckla teknik för att förmedla dessa värden.

Projektet har varit en möjlighet för projektets deltagare att tillsammans arbeta för att nå längre än vad man har kunnat göra var för sig inom sina respektive områden, och framför allt att samarbeta på ett sätt som inte de ordinarie arbetsuppgifterna omfattar. Inom programområdet Interreg Sverige-Norge, delområde Inre Skandinavien, insatsområde Natur- och kulturarv har projektet kunnat genomföras under 2017–2020 med stöd från Interreg Sverige-Norge, Hedmark fylkeskommune (nu Innlandet fylkeskommune) och Region Dalarna. Deltagare och partner har varit Norges geologiske undersøkelse (NGU), Sveriges geologiska undersökning (SGU), Länsstyrelsen i Dalarnas län, Norsk Institutt for naturforskning (NINA), Høgskolen i Innlandet (INN), Stiftelsen Folldal Gruver, Fylkesmannen i Hedmark (nu Fylkesmannen i Innlandet) och Sollerö sockenförening. Dessutom har två studenter bidragit med masteruppsatser och två har bidragit med en fil.kand.-uppsats.

Projektets upplägg har varit att i tidigt skede genomföra fältarbeten, data- och informationssammanställning, genomgång av nuläge och behov. Allteftersom projekttiden har löpt har insatser inom förmedling och förvaltning genomförts. Genom att arbeta fram en gemensam metodik för att dokumentera och värdera geologiska naturvärden har vi kunnat sammanställa information om detta på ett enhetligt sätt. Kunskapsunderlag för stor mängd platser har kunnat sammanställas, varav några har valts ut för att dokumenteras djupare. Genom samarbete med regionala myndigheter har den geologiska informationen bidragit till förmedlingsförslag för utvalda områden och förnyelse av de utställningar som finns i Naturum Dalarna, Naturum Fulufjället och Folldal Gruver. Inom projektet har också ett antal filmer tagits fram i syfte att sprida kunskap och uppleva områdets geologiska värden. Dessutom har digital förmedling och AR/VR-teknik använts för att utveckla förmedlingspotential av geologiska platser. Exempel och råd om förvaltning av geologiska naturvärden i skyddade områden har tagits fram.

Under projekttiden har två andra initiativ varit av stort intresse för projektet: Interreg Sverige-Norges projekt ”Gränsöverskridande besöksförvaltning för Fulufjällets nationalparker” samt godkännandet av Sveriges första geopark; Geopark Siljan. Genom att Länsstyrelsen i Dalarnas län varit delaktig i båda fallen har kommunikation om detta kunnat anpassas effektivt.

Genom samarbetet mellan projektets partner, samt arbetet med Interreg Sverige-Norges *Horisontella kriterier* och *Gränsöverskridande mervärden,* bidrar projektets resultat på ett effektivt och naturligt sätt till Europa 2020-strategin och dess tre övergripande prioriteringar; smart tillväxt, hållbar tillväxt och tillväxt för alla.

SUMMARY

The project Geological Heritage in Inner Scandinavia, GEARS, aims to use an under-developed resource, geological natural values, in order to contribute to the development of destinations, the tourism industry and nature management within three case areas: Folldal, Fulufjället and Siljansringen. The intention is to be able to do this and to maintain a favourable conservation status in sensitive areas. The purpose is to create a basis for sustainable management of the natural environments that extend across the border between Norway and Sweden, so that they benefit today's and future generations. On a general level, the project aims to show how geological natural values and sites can help to make visible and strengthen the cultural and historical identity in the border region.

The project's primary target groups have been regionally responsible agencies and local stakeholders in the tourism industry, in other words those responsible for or working with the management of natural values and with nature tourism.

The project has been an opportunity for the project participants to work together to reach beyond what they have been able to do within their respective tasks, and above all to collaborate in a way that the ordinary tasks do not include. Within the Interreg Sweden-Norway programme, the Inner Scandinavia sub-area, the Natural and Cultural Heritage priority area, the project has been able to be implemented during 2017–2020 with support from Interreg Sweden-Norway, Hedmark fylkeskommune (now Innlandet fylkeskommune) and Region Dalarna. Participants and partners have been the Geological Survey of Norway (NGU), Geological Survey of Sweden (SGU), the County Administrative Board of Dalarna County, the Norwegian Institute for Nature Research (NINA), the Inland Norway University of Applied Sciences (INN), the Folldal Gruver Foundation, the County Governor of Hedmark (now County Governor of Innlandet) and the Sollerö sockenförening. In addition, two students have contributed with Master theses and two have contributed with a Bachelor thesis.

The project's strategy has been to carry out field work, data and information compilation, review of current situation and needs early in the project. As the project period has progressed, activities in mediation and management have been implemented. By working out a common methodology for documenting and valuing geological sites, we have been able to compile information on sites in a uniform way. Knowledge bases for many places have been compiled, some of which have been selected for fuller documentation. Through cooperation with regional agencies, the geological information has contributed to mediation proposals for selected areas and the renewal of the exhibitions in Naturum Dalarna, Naturum Fulufjället and Folldal Gruver. Within the project, a number of films have also been produced in order to disseminate knowledge and to experience the geological values of the area. In addition, digital mediation and AR/VR technology have been used to develop the mediation potential of geological sites. Examples and advice on the management of geological natural values in protected areas have been proposed.

During the project period, two other initiatives have been of great interest to the project: Interreg Sweden-Norway's project Cross-border visitor management for the Fulufjället National Parks and the approval of Sweden's first geopark; Siljan Geopark. Communication about this has been able to be adapted effectively, through the central role the County Administrative Board of Dalarna has had in both cases.

Through the collaboration between the project partners, as well as the work with Interreg Sweden-Norway's *Horizontal criteria* and *Cross-border added values,* the project's results contribute in an effective and natural way to the Europe 2020 strategy and its three overall priorities; Smart growth, Sustainable growth and Inclusive growth.

BAKGRUND

Geologisk mångfald och geologiskt arv är betydelsefulla delar i de upplevelse- och kunskapstjänster som numera lyfts fram som kulturella ekosystemtjänster. Men geologiska upplevelsevärden är en underutnyttjad resurs för besöksnäring, för friluftsliv och för uppfattningen om vårt natur- och kulturlandskap. För att bättre nyttja de geologiska naturvärdena inom ett område behövs kunskap om vilka de är, vad de visar, vad de kan användas till, hur de bör förvaltas, och även hur berättelsen om vår planets historia kan förmedlas till en besökare.

Till skillnad från de riktlinjer, direktiv och metoder som finns utvecklade för arter och habitat inom naturvården, finns det alltså inte överenskomna, nationella riktlinjer för dokumentation och värdering av geologisk mångfald. Därför är det av avgörande vikt att vi tar fram en gemensam metodik för Sverige-Norge i ett gränsområde med stora (och gemensamma) geologiska värden. Sådana insatser bidrar också till att höja kunskapen om geologi och de natur- och kulturvärden som geologin kan utgöra eller bidra till.

Bilden delas av naturvården i de flesta länderna. En typisk situation för dokumentationen av naturvärden i ett skyddat område är att geologisk information kan finnas med, men då oftast som bakgrundsinformation. I Sverige och Norge ser det lite olika ut inom lagstiftning och naturförvaltning, men gemensamt är att geologi generellt inte tas upp i skötselplaner för skyddade områden, att förvaltare och entreprenörer inom besöksnäring saknar underlag, samt att det inte finns en gällande metodik för värdering av geologiskt värdefulla platser.

För att få genomslag för geologiska besöksmål inom natur- och kulturturismen behövs stöd till naturvägledare, eftersom dessa idag ofta inte har tillräcklig geologisk kunskap eller information för att på ett tillfredsställande sätt kunna förmedla det geologiska perspektivet. Likafullt behöver geologer stöd från naturförvaltning för att kunna anpassa informationen på ett relevant sätt. Vi ser därför behovet av ett projekt som arbetar genom hela kedjan; från kunskapsunderlag till förvaltning av platser och förmedling av information.

Det finns idag ett stort behov av att vidareutveckla arbetet med att ta fram anpassad information och kunskap om geologi och värdefulla geologiska platser för olika användningsområden. För att utveckla detta finns därför ett minst lika stort behov av att hitta nya samarbetspartner och att etablera nätverk av intressenter och användare.

Internationellt har också naturförvaltning under de senaste tio åren tagit stora steg för att inkludera geologiska naturvärden i naturförvaltning. Världsorganisationen för miljö och naturvård, IUCN, är ledande i denna aspekt. Föreningen ProGEO är internationellt aktiv för att öka skyddet för vårt geologiska arv, en förening som både SGU, NGU och individuella projektdeltagare är medlemmar i. Geologins internationella moderorganisation, IUGS, har tillsatt en International Commission on GeoHeritage. För närvarande pågår också diskussioner om de geologiska undersökningarnas roll inom detta område. Projektet GEARS är både ett resultat av ett deltagande i dessa initiativ, men också en fördjupning av ett samarbete som SGU och NGU redan haft i flera år.

Sammanfattande punkter

- Den geologiska mångfalden och regionens geologiska utveckling i projektområdet har mycket att erbjuda en intresserad allmänhet, men är idag en mycket lite nyttjad resurs inom besöksnäringen.
- Kunskapen om områdets geologiska värden finns inte sammanställd och modernt presenterad.
- Naturförvaltning är idag fokuserad på biologisk mångfald och behöver därför utvecklas mer för att ta hänsyn till naturens hela mångfald.

- Det finns behov av att utveckla metodik för kartläggning av geologiskt arv.
- Det finns behov av innovativ förmedling av naturmångfald (biologisk och geologisk mångfald).
- Projektmedlemmarna ser i det internationella sammanhanget tidpunkten för projektet som mycket lämplig för att driva frågorna framåt i Sverige och Norge.

MÅL, RESULTAT OCH FÖRVÄNTADE EFFEKTER

Inledning

Mål och resultat

Projektet syftar till att med hjälp av en idag underutnyttjad resurs i form av geologiska naturvärden bidra till att utveckla besöksmålen, besöksnäringen och naturförvaltningen inom tre föreslagna fallstudieområden: Folldal, Fulufjället samt Siljansringen, med bibehållen bevarandestatus för känsliga miljöer. Målsättningen för projektet är att öka kunskapen om det geologiska arvet i Hedmark och Dalarna generellt, och att bidra till hur kunskapen kan utveckla naturupplevelser för besöksnäring i de tre fallstudieområdena speciellt. Med utgångspunkt från internationella erfarenheter, nationellt samarbete och regionens geologi har en gemensam metodik för att inventera och värdera de geologiska naturvärdena utvecklats. Den framtagna metodiken bör kunna bli en början på en nationell standard i både Norge och Sverige. Projektet har byggt upp och uppdaterat det geologiska kunskapsunderlaget i projektområdet genom att registrera och dela information och förslag om geologiska naturvärden och deras förvaltning, liksom genom att skapa informationsunderlag och samverka med aktörer som arbetar med förmedling av natur- och kulturvärden i besöksnäringen.

Internt har den geologiska dokumentationen av de besökta platserna levererats i organisationernas ordinarie databaser. Genom hela projektet har också en stor mängd arbetsmaterial framställts, som kommer att arkiveras inom respektive organisation, och som kommer att finnas tillgängligt för projekt GNIST (Geologiskt arv i Naturbaserad Innovation för Skandinavisk Turism) att bygga vidare på.

GEARS-projektet bidrar till

- Att öka kunskapen om regionens geologiska naturvärden och platser, som grund för en hållbar förvaltning av de naturmiljöer som sträcker sig över gränsen mellan Norge och Sverige, så att de kommer dagens och framtida generationer till godo.
- Att öka tillgängligheten och informationen om det geologiska arvet i gränsregionen.
- Att bättre nyttja geologiska naturvärden och platser som en resurs för regionens besöksnäring och turism, och som ett verktyg för att utveckla hållbara destinationer där turism och förvaltning går hand i hand.
- Att bättre nyttja geologiska naturvärden och platser som en resurs för lokalt friluftsliv, och därmed synliggöra och stärka den kulturella och historiska identiteten i gränsregionen.

De huvudsakliga resultaten som har nåtts är

- Ett ramverk för kartläggning och värdering av geologiskt arv.
- En gemensam geologisk utvecklingsberättelse.
- Kartläggning och beskrivning av geologiskt arv i utvalda områden runt Folldal, Fulufjäll och Siljansringen.
- Förslag till förmedlingsmetoder för geologiskt arv, som gör att den sammanställda informationen kan användas bättre inom förmedling och förvaltning.

- Förslag till förmedling av naturmångfald i Folldal, Fulufjället och Siljansringen, samt underlag och projektplaner till nya utställningar och information i nasjonalparksenteret i Folldal och i naturumen Fulufjället och Dalarna.
- Informationsmaterial som riktar sig till allmänheten. Informationsmaterialet omfattar både film och digitala, interaktiva lösningar.
- En översiktlig studie som sammanställer erfarenheter och kunskap om hur geologiska värden beaktas i naturvården.
- En *best practice* för förvaltning av geologiska naturvärden, både som egenvärde och som anknutna värden.
- Platsspecifika skötselförslag, som kan tjäna som vägledning till handläggare som arbetar med förvaltning och utbildning.

Avvikelser

Inom projektet har några av de ursprungliga delmålen inte nåtts eller inte uppfyllts, av olika anledningar.

- Från början såg vi det som projektets uppgift att ta fram en mängd informationsmaterial till allmänheten, dels en broschyr, dels webbaserad information om platserna i regionen, samt skylttexter.
- En workshop planerades att anordnas, för samverkan mellan förvaltare från både Sverige och Norge.
- Vi ville anordna ett internationellt seminarium med projektets huvudmål om gränsöverskridande samverkan kring geologiskt arv som övergripande tema, där deltagare förväntades vara sakkunniga inom geologiska naturvärden samt lokala aktörer med intresse i frågan. Seminariet planerades att arrangeras på SGU som ett regionalt arbetsgruppsmöte inom föreningen ProGEO.
- Ett tekniskt resultat som planerades var en utveckling enligt projektets framtagna metodik av den databasstruktur för geologiska platser som tagits fram tidigare på SGU.

Inom projektet har ett antal personalförändringar påverkat aktiviteterna och deras möjlighet till genomförande. Både projektledaren på den svenska sidan, projektets kommunikatör och Länsstyrelsen i Dalarnas läns kontaktpersoner har bytts ut, med ofrånkomliga förseningar som följd. Ett antal långtidssjukskrivningar på både heltid och deltid har tyvärr också drabbat projektet, där kompetensbortfallet och arbetstidsbortfallet inte kunnat ersättas. Två personer har utöver detta avslutat sin anställning. På norsk sida har arbetsinsatsen hos partnerna Stiftelsen Folldal Gruver och Fylkesmannen i Innlandet varit mindre än planlagt, delvis för att de som varit involverade i projektinitieringen har slutat sin tjänst och nya har kommit in med andra prioriteringar. De har emellertid varit delaktiga i kvalitetssäkring av texter och information.

Förutom dessa hinder på vägen, har vi på den svenska sidan också sett att överlämningen av geologiskt underlag till länsstyrelsen (eller rent tekniskt överlämningen från WP 4 till WP 5 och WP 6) till förmedling och till Naturumutställningar, har visat sig behöva större arbetsinsats än vad som planerats. Därför har också denna centrala del av GEARS-projektet prioriterats högre och resurser har följaktligen lagts på möten, fältbesök och en workshop. WP står för Work Package och utgör de aktiviteter (arbeidspakke på norska) som har beslutats för projektet. Dessa kommer att redovisas längre fram i rapporten.

Med anledning av ovan nämnda förseningar, personalbrist och omprioriteringar har vi inte haft möjlighet att genomföra workshoppen för förvaltare, det internationella seminariet eller uppdateringen av databasstrukturen för geologiska platser.

En omprioritering av vissa resultat har också gjorts i samband med planeringen av fortsättningsprojektet GNIST, exempelvis har utvecklingen av databasen över geologiskt värdefulla platser tagits med i ansökan av detta projekt.

De resultat som planerades för förmedling, i form av broschyr(er), webbsidor och skyltar, har av organisatoriska och ansvarsmässiga skäl lagts på framtiden. Dels styrs informationsframställning för naturvärden i skyddade områden av redan etablerade processer, dels är inte förnyelsen av utställningarna i Naturum Dalarna och Naturum Fulufjället färdig än. Det förändrade budgetläget för svensk naturvård gjorde också att Naturvårdsverket sköt upp förnyelsen av Fulufjällets Naturumutställning till 2020/21. Av den här anledningen såg vi att prioriteringen av resultat bör ligga på att enbart leverera underlag till länsstyrelsen, inte färdiga produkter. Ytterligare en faktor kommer att påverka format och innehåll på informationsmaterial till allmänheten, och det är den nybildade Geopark Siljan, där Länsstyrelsen i Dalarnas län är en partner. Arbetet med att ta fram enhetlig grafisk profil, planering av geologiska besöksplatser och tillhörande informationsmaterial kommer också att avgöra exakt vad som skrivs och hur, vilket är anledningen till att de ovan uppräknade produkterna inte bör framställas i detta läge. Detta är i sig inte en avvikelse, eftersom en anpassning till Geopark Siljan var planerad från början, och upptagen i ansökan.

Dessa förhållanden är också anledningen till att ett av resultaten inom WP 5 *Förmedling av naturarv och naturmångfald,* att utveckla Sollerön som försöksområde för innovativa entreprenörer att utveckla platsen som besöksmål, kommer att anpassas till geoparksarbetet. Den mängd av fältbesök, undersökningar, filmer och geologiska beskrivningar som gjorts av Klikten (del av Sollerön) har dock levererats inom projektet.

Länsstyrelsens film om Kloran hann inte redigeras klart under projekttiden och kommer därför att färdigställas på egen bekostnad under hösten 2020. Drönarfilmerna som gjordes på Fulufjället kommer att bli en del av den nya utställningen på Naturum Fulufjället. Dessa kommer därför att färdigställas inom projektet för utställningen.

I projektansökan finns under punkt 16 ”Projektorganisation”, angivet att ett antal aktörer ska tillfrågas för att ingå i och verka som referensgrupp. Denna referensgrupp har dock inte kommit till stånd. De förseningar som uppstod redan under projektets första år innebar att resultaten försenades så pass mycket att det saknades konkret underlag för att kunna involvera aktörerna och etablera ett samarbete. Under projektets gång har i stället projektstyrningen guidats av projektledning och styrgruppsledning och energin lagts på eget arbete och samverkan med länsstyrelsen och diskussioner med Fylkesmannen i Innlandet. Dessutom har enskilda aktörer ur den planerade referensgruppen deltagit i separata arbetsmoment inom projektet. Exempelvis har Centrum för naturvägledning deltagit i workshop om utställningen i Naturum Dalarna. Interregprojektet ”Gränsöverskridande besöksförvaltning för Fulufjällets nationalparker” har också i samverkan med GEARS diskuterat förmedlingsförslag inför den film som togs fram för Fulufjället. Folldal Gruver har varit involverade i framställningen av en app för en interaktiv VR-stig i gruvan. I slutänden har det inte funnits utrymme för att etablera en referensgrupp, och projektets behov har i stället anpassats till de förändrade förhållanden som uppstått.

Förväntade effekter, regionalt

- Ökad medvetenhet i turistnäringen lokalt och regionalt om geologiskt arv som resurs. Detta är en nyckelfråga för en positiv varaktighet av projektet.
- Bättre kunskap om geologiskt arv i regionen.
- En helhetssyn på förvaltning av naturmångfald (geologisk och biologisk mångfald) i gränsområdet.

- Bättre produkter för besöksnäringen i Inre Skandinavien som ger fler och större reseupplevelser och fler besökare. Det ger också ökad lokal stolthet.
- En ny typ av besöksmål, som kan stärka en redan fungerande besöksnäring ytterligare, som kan bidra till att förlänga turistsäsongen och även kan bredda besöksunderlaget.
- Bättre undervisningsmöjligheter för skolorna i området.
- Projektets effekter bidrar till arbetet inom flera av de mål för friluftspolitiken som den svenska regeringen beslutade om 2012, framförallt: tillgänglig natur för alla, tillgång till natur för friluftsliv, attraktiv tätortsnära natur, hållbar regional tillväxt- och landsbygdsutveckling, skyddade områden som resurs för friluftslivet, ett rikt friluftsliv i skolan, och god kunskap om friluftslivet. Läs mer om friluftsmålen på www.naturvardsverket.se
- Innlandet fylke har antagit en Regional plan för upplevelsenäringarna i Hedmark 2012–2019. Här pekas det på att utveckling av attraktiva, synliga och helhetliga upplevelseerbjudanden är ett centralt insatsområde. GEARS vill kunna bidra till detta genom att områden med intressant geologiskt arv görs mer kända och förmedlas så att de framstår som upplevelsemöjligheter, antingen i sig själva eller som en del av andra resmål. Läs mer på webbplatsen www.innlandetfylke.no och sök på Handlingsprogram Hedmark 2012–2019.
- Projektets effekter stödjer en utveckling av de svenska miljömålen, inte minst de regionala (Länsstyrelsen Dalarnas län 2013). I samband med geoparksarbetet kommer resultaten från projektet att kunna användas på olika nivåer och för olika användare.

Förväntade effekter, nationellt

- Den norska Naturmangfoldoven (lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100) definierar naturmångfald som summan av biologisk, landskapsmässig och geologisk mångfald. Projektets effekter kan bidra till att nå de norske nationella målen för naturmångfald, så som de beskrivs i Natur for livet – Norsk handlingsplan for naturmangfold (www.regjeringen.no). De viktigaste målen är:
    1. ha ett gott tillstånd i ekosystemen. 2. ta vara på hotad natur
    3. bevara ett urval av naturområden som visar variationsbredden i norsk natur, det vill säga ett ”representativt urval”.
- Ett annat viktigt verktyg i förvaltningen av norsk natur är klassifikationssystemet Natur i Norge (NiN), där geologi spelar en avgörande roll både som källa till variation men också som grundlag för egna naturtyper. Det har också stor betydelse för ekosystemtjänster. GEARS kan bidra till att belysa och exemplifiera detta bättre, och på så sätt bidra till en bättre förvaltning av naturmångfalden.

Möjliga effekter

- Bättre samarbete mellan aktörer inom besöksnäring och förvaltningsmyndigheter över landsgränsen.
- En mer robust förvaltning av naturmångfald (geologisk och biologisk mångfald) på nationell nivå i Norge och Sverige.
- En början på det svenska och norska arbetet att implementera den internationella miljövårdsorganisationens (IUCN) nya riktlinjer för naturvård (2015). I dessa finns för första gången ett kapitel om geologisk naturvård.

En sammanfattande formulering av vad projektet har levererat är underlag fram till förädlingssteget. Förädlad information i form av färdiga broschyrer, geosite-appar, skyltar, officiella riktlinjer och andra produkter har inte kunnat få plats inom projektets ramar. Däremot har filmmaterial tagits fram på både norsk och svensk sida och en app för en VR-stig har utvecklats för Folldal Gruver och Jutulhogget. Se vidare under avsnittet *Förslag och idéer*.

WP 1 Projektledning

Projektledningen har skett genom ett gott samarbete mellan projektledarna på svenska och norska sidan, mellan projektledarna och styrgruppen och genom kommunikation med Interreg-kontoren, Region Dalarna och Innlandet fylkeskommune. Under projektets gång har såväl prioritering av aktiviteter och enskilda arbetsuppgifter liksom beslut om övergripande ekonomiska frågor präglat arbetet. Dessutom har planeringsmöten och löpande mötesverksamhet varit centralt för att driva projektet framåt.

Inom denna aktivitet har ett uppstartsmöte (fig. 1) och ett avslutsmöte samt ett projektmöte per år anordnats (fig. 2). Avslutsmötet hölls som videomöte på grund av coronasituationen. Styrgruppen har medverkat i dessa möten och har även haft styrgruppsmöten i anslutning till dessa. Dessutom har ett gemensamt planeringsmöte arrangerats i Fulufjället då också verksamhet inom flera aktiviteter (WP) genomfördes. Projektledarna har träffats fysiskt vid tre egna projektledarmöten och har kommunicerat via Skype och e-post i övrig kommunikation.

Under projektets gång har projektledaren på svensk sida bytts. Den avgående projektledaren har därefter fungerat som biträdande projektledare.

Under 2019 bjöds projektledaren på svenska sidan och en projektmedlem in för att närmare presentera projektet hos Region Dalarna, vilket var en värdefull träff för båda parter.

Projektledarna har också löpande deltagit i projektledarutbildningar och tre projektträffar arrangerade av Interreg Sverige-Norge. Kommunikatören och en projektmedlem har också deltagit var för sig på projektträffarna.

För att kunna anpassa till de förändrade förhållandena som uppstått under projektets gång, i form av förseningar och omprioritering av insatser, har tre ansökningar om ändring av kostnadsslag och en ansökan om förlängning av projekttiden lämnats in och blivit godkända. Det har möjliggjort ett effektivare arbete och en möjlighet att nå de viktigaste uppsatta målen.

Figur 1. Deltagarna vid uppstartsmötet i Naturum Dalarna 2017. Foto: Johan Persson.

Figur 2. Deltagarna vid projektmötesexkursionen i Folldal 2019. Foto: Rolv Dahl.

WP 2 Kommunikation och kompetensutveckling

Mål och målgrupper

Det övergripande målet för kommunikationen har varit att sprida kunskap om projektets utveckling både internt och externt. En första kommunikationsplan framställdes i projektets början och reviderades med en ny plan närmare slutet. I planerna fastställdes målgrupper, budskap till målgrupperna, kommunikationskanaler samt projektets kommunikationsinsatser.

Mycket av kommunikationen har varit digital för att underlätta åtkomst och spridning. Primärt har kommunikationen fokuserats internt, det vill säga till projektets samarbetspartner; (NGU, SGU, NINA, Länsstyrelsen i Dalarnas län, Høgskolen i Innlandet, Fylkesmannen i Innlandet, Fulufjällets nationalpark, Stiftelsen Folldal Gruver och Sollerö sockenförening), och sekundärt till direkt berörda externa användare såsom naturförvaltare och guider och sist till den naturintresserade allmänheten samt verksamma geologer.

Den interna kommunikationen har haft målsättningen att genom delaktighet, dialog och motivation skapa en gemensam förståelse och helhetssyn på arbetet bland samarbetspartnerna (fig. 3). Detta ska i sin tur ha bidragit till att samarbetspartnerna tagit ansvar för den egna rollen och dess betydelse för projektet. Syftet med den interna kommunikationen har också varit att stödja projektets mål att tillsammans arbeta fram en metod för kartläggning och värdering av geologiska naturvärden.

Den externa kommunikationen har haft målsättningen att förmedla vad geologiska naturvärden är rent generellt samt vilka specifika värden som det geologiska arvet i regionen har.

Figur 3. Samarbetspartner på exkursion i Norge i september 2019. Foto: Nelly Aroka.

Syftet med kommunikationen externt har även varit att väcka nyfikenhet, öka intresset för det geologiska arvet i allmänhet och i regionen i synnerhet samt att förbättra kunskapsunderlaget om regionens geologiska arv för verksamma geologer.

Kanaler

Olika kanaler har använts för att förmedla projektets utveckling till de olika målgrupperna. För den interna kommunikationen har en projektplattform vid namn Trello tillhandahållits där text -, bild- och filmmaterial tillgängliggjorts för samarbetsparterna. Möten, workshoppar, exkursioner och e-post har också använts flitigt.

För externa målgrupper har filmer framställts, träffar hos naturum har anordnats och projektet har presenterats på konferenser. Mer information om projektet har kunnat fås via webbplatsen www.sgu.se/om-sgu/verksamhet/samarbeten/gears/ där det framkommer att projektet är finansierat av Interreg Sverige-Norge och där dess logotyp är synlig. Affischer om projektet och med Interregs logotyp har varit uppsatta vid huvudentréer hos samarbetspartner.

För den naturintresserade allmänheten har digitalt material i form av filmer och inlägg i sociala medier generellt premierats då dessa är kostnadseffektivare och har potential till större spridning jämfört med affischer och broschyrer För naturförvaltare och guider har kommunikationen främst skett via fysiska möten, workshoppar och exkursioner.

Verksamma geologer har fått information om projektet på geologkonferenser och delges vid projektets slut rapporter och uppgraderade data.

Resultat

Nedan följer ett urval av delresultat inom projektet.

Datum	Delresultat	Primär målgrupp	Primär kanal
mar 2017	Lansera film om projektet	Allmänheten	Sociala medier
jan 2018	Presentera projektet	Geologer	Konferens NGVM (Köpenhamn)
jun 2018	Presentera projektet	Geologer	Konferens ProGEO (Polen)
sep 2018	Exkursion	Samarbetspartner	Fysiska möten (Sverige)
jan 2019	Presentera projektet	Geologer	Konferens NGF (Norge)
aug 2019	Lansera dockfilm	Allmänheten	Webbplats
sep 2019	Exkursion	Samarbetspartner	Fysiska möten (Norge)
sep 2019	Exkursion	Naturförvaltare	Fysiska möten (Sverige)
jan 2020	Presentera projektet	Geologer	Konferens NGVM (Norge)

Genomslagskraft

Samarbetspartner har mellan 2017 och 2020 deltagit i sex fysiska möten både i Sverige och Norge där workshop och exkursioner ingått. Två träffar har hållits tillsammans med naturförvaltare i Sverige och projektet har presenterats på sammanlagt fem konferenser.

Nedan följer siffror för genomslagskraften av projektets digitala förmedling. En samlingsplats för alla filmer som tagits fram i projektet finns på SGUs Youtubekanal, spellista GEARS – Geologiskt arv i inre Skandinavien.

Datum	Delresultat	Primär målgrupp	Räckvidd (ca)
mar 2017	Film om projektet (Facebook)	Allmänheten	6 200 personer
sep 2018	Inlägg om projektet (Facebook)	Allmänheten	1 400 personer
aug 2019	Dockfilm om geologiska värden (fig. 4)	Allmänheten	780 personer
jun 2020	Film om projektet (Facebook)	Allmänheten	1 500 personer
2017– 2019	Besök på projektets webbplats	Allmänheten	380 personer

Figur 4. ”Gisle Gråstein og Frida Fossil” är NGUs första dockfilm. På ett underhållande sätt berättar filmen att stenar kan ha stort värde, även om det kanske inte ser ut så vid första ögonkastet. Sedan filmen blev lanserad 2019, har den setts cirka 600 gånger på NGUs Youtubekanal, och ett okänt antal gånger på ngu.no och via sgu.se.

Relaterat material till WP 2 finns i bilaga 1

- Poster. ProGEO-konferens i Polen juni 2018
- ProGEO News. Nr 2, 2017
- Poster. Nordic Geological Winter Meeting 2018, Köpenhamn

WP 3 Metodeutvikling for kartlegging og verdisetting av geologisk arv (geosteder)

Bakgrunn for WP 3

De siste tiårenes utvikling har i økende grad belyst nødvendigheten av å integrere kunnskap om geologisk og biologisk mangfold for å kunne forstå jordsystemet, dets prosesser og krefter, og dets respons på hendelser og tiltak forårsaket av mennesker. Vi må ofte tilbake i den geologiske historien for å kunne forstå hvilken respons vi kan forvente i dag og fremover. Derfor henger kunnskap om geosfæren og biosfæren intimt sammen. Det geologiske arkivet kan fortelle oss om omfang og hastighet på katastrofale klimaendringer og utryddelser, om havnivåendringer, vulkanisme, skred og jordskjelv. Og om de mer langsomme prosessene, de som kontinuerlig endrer jordas overflate. Hvis vi ikke hadde hatt denne kunnskapen, ville vi hatt problemer med å bekrefte menneskeskapte klimaendringer.

Derfor er det viktig at vi kollektivt øker kunnskapen om både biosfæren og geosfæren. Ikke bare hos eksperter, men i oss alle. God allmennkunnskap er en vaksine mot dårlige beslutninger. Mens vern av fin natur og til en viss grad biologisk mangfold, har oppnådd en form for legitimitet over generasjoner, er dypere økologisk forståelse som involverer både geosfære og biosfære, ny kunnskap som ikke foreløpig har slått rot. Geologisk mangfold og arv er derfor relativt nye "oppfinnelser" i naturforvaltning.

Geologisk mangfold (eng. *geodiversity*) som konsept i naturforvaltning ble først utviklet i Australia. Ifølge Gray (2018) ble en ny milepæl nådd gjennom et nordisk samarbeid som resulterte i publikasjonen Geodiversitet i Nordisk Naturvard (Johansson 2000) og et etterfølgende engelsk sammendrag fra Nordisk Ministerråd i 2003. Organisasjonen ProGEO (The European Association for the Conservation of the Geological Heritage) var sentral i dette arbeidet og i en rekke senere publikasjoner og aktiviteter, blant annet det vitenskapelige tidsskriftet "Geoheritage". På 2000-tallet ble geologisk mangfold/arv og "geokonservering" inkludert i IUCN (se Crofts & Gordon 2015) og samme år ble UNESCO Globale Geoparker formalisert. I Norge ble geologisk mangfold tatt inn i Naturmangfoldloven da den ble revidert i 2011.

I mange land har arbeidet med å synliggjøre geologisk mangfold/arv blitt utført eller er blitt påbegynt. Tilpasning til slikt arbeid speiler ulike lovverk og forvaltningsregimer for naturmangfold, og vi er fremdeles langt i fra en internasjonal harmonisering av metoder for å beskrive og verdsette geologisk mangfold/arv.

Mål for WP 3

Aktivitetens hovedmål er å utvikle en metode for kartlegging og verdisetting av geologisk arv. Det består av to delmål:

- Utvikle et rammeverk for kartlegging og verdisetting
- Sammenfatte kunnskap og veiledning for implementering av rammeverket

Metode og begrensninger

Rammeverket er utarbeidet på bakgrunn av gjennomgang av publisert materiale, egne erfaringer og drøftinger i prosjektgruppen. En foreløpig utgave ble testet i felt og siden evaluert og justert. En lignende fremgangsmåte ble gjort for å etablere en registreringsmetodikk.

Geologisk arv er et meget bredt og mangfoldig begrep, som ikke bare spenner over en rekke geologiske fagområder, men også griper inn i mer tverrfaglig forståelse av landskap, økologi og ressurser. I WP 3 har vi prøvd å ta utgangspunkt i hele denne bredden, og skisserer et bredt rammeverk og en bred (eller flerdimensjonal) metode for verdisetting. Likeså, en ganske omfattende metode for registrering av geologisk arv.

Det er ikke dermed gitt at alle som tenker å registrere og vurdere geologisk arv har bruk for alt. Rammeverket og forutsetningene for verdisetting kan krympes i forhold til hensikt, der for eksempel en inventering i en nasjonalpark kun trenger å ta i bruk deler av dette. Samtidig vil store deler av denne bredden være nødvendig i forbindelse vurdering av geologisk arv for UNESCO Globale Geoparker, og vi har prøvd å legge oss nær opp til de krav UNESCO stiller.

Grunnleggende definisjoner

Mens *biologisk mangfold* (eng. *biodiversity*) = variasjonen i livsformer på Jorden, mangfoldet av arter, økosystemer og genetiske variasjoner innenfor artene, er *geologisk mangfold* (eng. *geodiversity*) = variasjonene i berggrunn, mineraler, fossil, løsmasser, landformer og geologiske prosesser. Lignende definisjoner finner vi i internasjonal litteratur (Brocx 2008, Gray 2013). *Geologisk arv* er de deler av det geologiske mangfoldet som ut ifra en kvalitetsvurdering har særlig verdi for brukergrupper. Eller sagt med Gray (2013): "Geoheritage are those parts of the identified geodiversity of the Earth that are deemed to be worthy of conservation because of their importance/value".

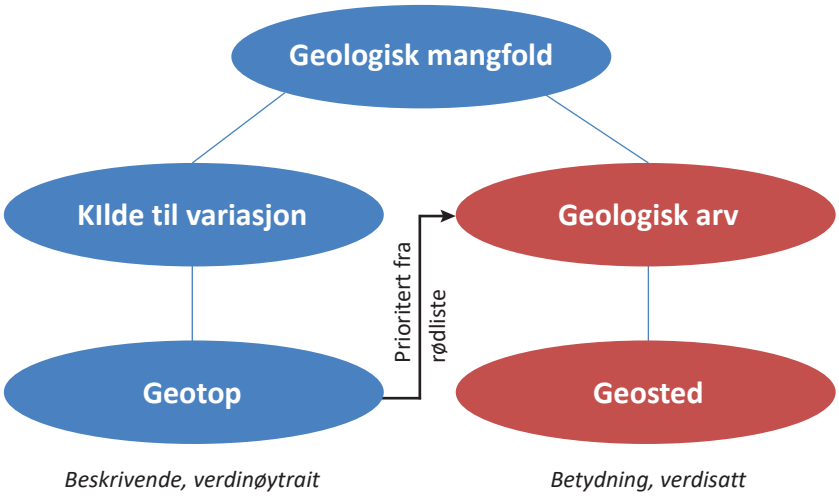
Vi har valgt å splitte geologisk mangfold i to underkategorier, som krever noe ulik metodisk tilnærming.

Kilde til variasjon i naturen kan kort beskrives som fysiske og kjemiske egenskaper i bergarter og løsmasser som har gitt opphav til landformer eller landskap og kjemisk underlag for økosystemer (fig. 5). Dette er kvantitativt målbare egenskaper og det er mulig å etablere rødlister på et slikt grunnlag. I Norge er for eksempel raviner og grotter definert som rødlistede landformer.

Et sted som viser en landform, et sett av slike eller for den saks skyld et mangfold, har vi valgt å kalle en *geotop*. Det er noe uenighet internasjonalt om bruk av det begrepet, men vi synes det er viktig å bruke parallelt i forhold til *biotop*; altså, et avgrenset område med en bestemt sammensetning og innhold.

Kilde til variasjon og geotoper som viser dette etableres i henhold til et verdinøytralt system: vi beskriver naturen, vi tar ikke stilling til om en Geotop er viktigere enn en annen. Summen av Geotoper innenfor en bestemt klasse, derimot, kan si noe om den er "sjelden" eller "vanlig", og således danne grunnlag for en eventuell rødlisting eller verdisetting.

Når vi setter verdier på en geotop, kanskje fordi den representerer en sjelden forekomst i vår natur og bidrar til særlig viktige økosystemtjenester, er den en del av vår *geologiske arv*. I slike



Figur 5. Forholdet mellom geologisk arv og kilde til variasjon.

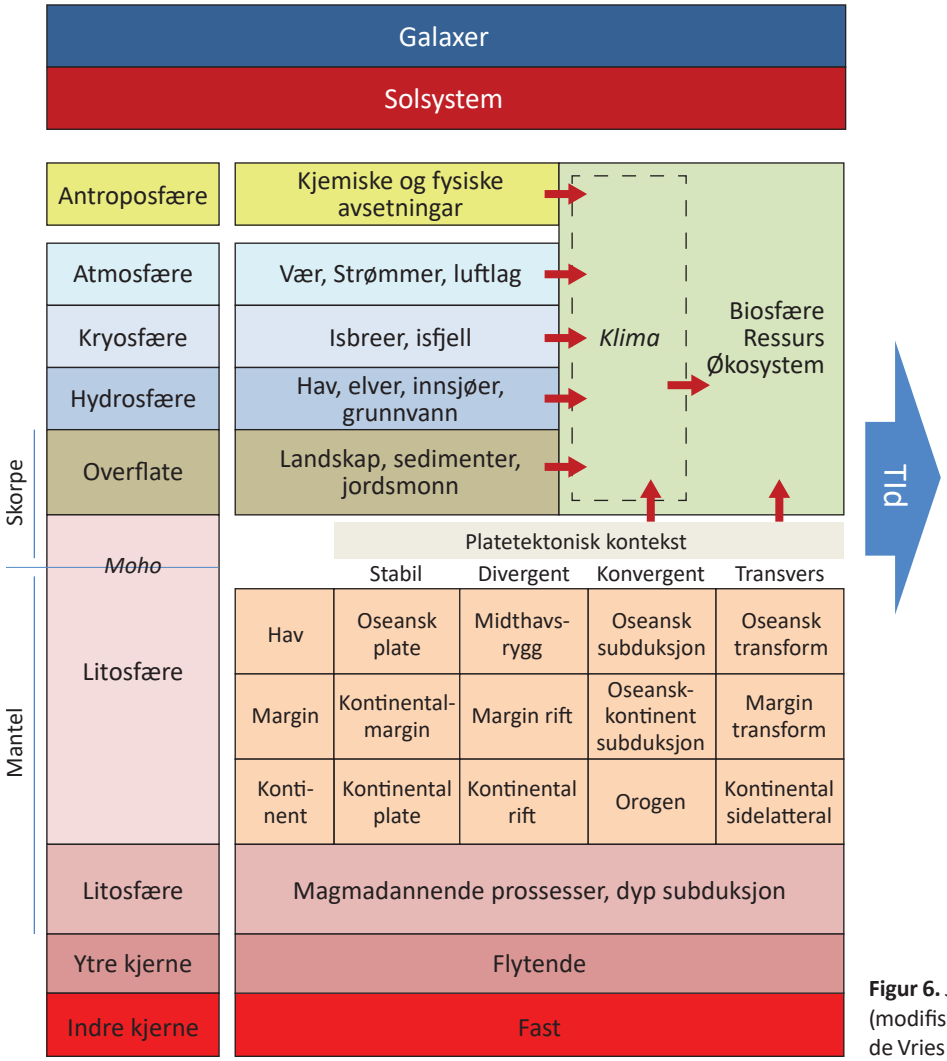
tilfeller kan vi fra en kvantitativ analyse komme frem til en verdi. Men i mange tilfeller krever geologisk arv en kvalitativ tilnærming. Det er for eksempel vanskelig å finne steder ut ifra kvantitative analyser som på en særdeles god måte viser geologiske prosesser.

Et *geosted* (eng. *geosite*) = blir i denne konteksten et sted som viser geologisk arv på en måte som har en verdi, og som representerer et område, en tjeneste, en geologisk prosess, ett gjennombrudd i forskning eller en bit av jordsystemet. Et geosted kan også ha verdier utenom de rent geologiske: kulturelle (mytologiske eller estetiske koblinger til menneskers ferdsel og aktivitet) eller historiske (første observasjon av noe, eller geologisk ressurs knyttet til hendelser og kulturarv).

Rammeverk for beskrivelse av geologisk arv

De siste tiårene har det vært publisert en rekke forsøk og veier for å "rydde" i måten vi sorterer og kategoriserer geologisk arv. Vi snakker jo tross alt om et stort spekter av fenomener og elementer, fra bergarter fra jordas indre til grus og vann. Vi har valgt ut tre perspektiver for en slik beskrivelse: prosesser (jordsystemet), observasjoner (jordarkivet) og tjenester (økosystemtjenester).

Det første perspektivet tar for seg jordsystemet (fig. 6), fra innerst til ytterst og de geologiske prosessene som virker på og i det. Jordkloden er et geologisk system, en dynamisk motor med



Figur 6. Jordsystemet (modifisert etter van Wryk de Vries m.fl. 2017).

repeterende prosesser. I to dimensjoner kan vi beskrive de elementer og prosesser som virker i dag, og en tredje dimensjon er den geologiske tidsaksen bakover i tid (fig. 6; modifisert fra van Wryk de Vries m.fl. 2017). En slik modell er godt egnet til å vurdere geosteders representativitet i forhold til prosesser og hendelser. Vi kunne for eksempel se dette i en global kontekst, der man søker etter en modell for å sammenligne for eksempel verdensarv og geoparksteder med et bakenforliggende mål om å oppnå representativitet for jordklodens utvikling.

I tillegg til prosess- og hendelsesorientert inndeling, er vår geologiske arv også knyttet til et gigantisk arkiv av observasjoner og tolkninger, gjennom flere hundre år. Det kan være fossilfunn, stratigrafiske typeområder (for en geologisk era, for eksempel), dateringer, observasjoner av klimaindikatorer, og så videre. Slike geosteder kan vi kollektivt kalle et arkiv av nøkkelobservasjoner som har gitt grobunn for de tolkninger av jordsystemet vi har i dag.

En måte å verdsette betydningen naturen har for oss mennesker, er gjennom begrepet økosystemtjenester. Økosystemtjenester er et resultat både av biologien, den biotiske delen av naturen, og den ikke-levende, abiotiske delen, det vil si geologi. Planter vokser på jordsmonn skapt av geologiske prosesser, og vi er avhengige av ressurser som kommer fra geologien. Systemtjenester er det tredje perspektivet i det geologiske rammeverket.

Sammenfattet kan vi summere disse tre tematisk i tabell 1.

Rammeverk for verdisetting av geologisk arv

Hvordan skjelne mellom viktig og mindre viktig geologisk arv, og er det i det hele tatt et relevant spørsmål? Hvilke kriterier skal legges til grunn? Det å sette et stempel på et geosted som

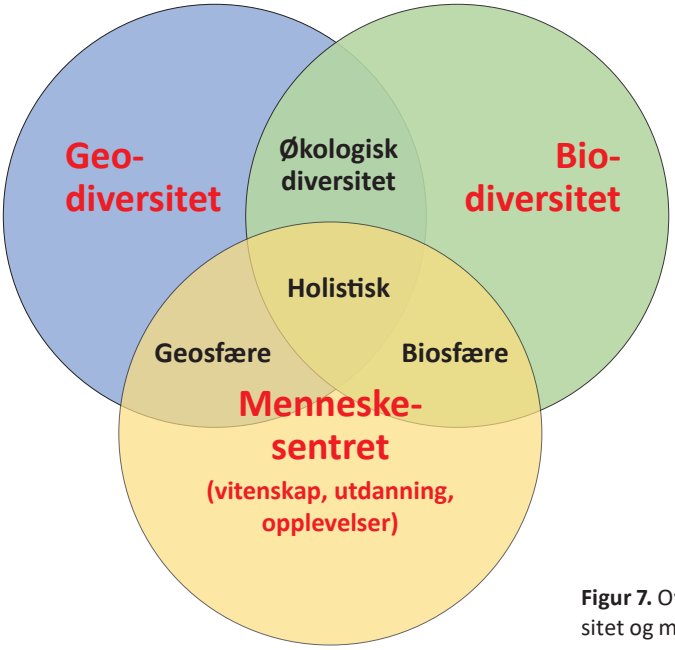
Tabell 1. Tema knyttet til jordsystemet (blå), jordarkivet (oransje) og systemtjenester (grønn).

Prosesser/tema	Forklaring
Magmatiske	Prosesser knyttet til smelting av bergarter, magmakamre og vulkaner.
Metamorfe	Prosesser knyttet til omdanning av bergarter (metamorfose).
Tektoniske	Prosesser knyttet til plastisk og sprø deformasjon av bergarter, jordskjelv.
Mineraldannelse	Prosesser knyttet til dannelse og vekst av mineraler og krystaller i ulike geologiske miljø
Sedimentære	Prosesser knyttet til forvitring og erosjon, samt transport og avsetning av masser fra dette
Hydrogeologiske	Prosesser knyttet til bevegelser av vann i grunnen
Geomorfologiske	Prosesser knyttet til landskapsdannelse og landformer
Stratigrafi	Lagrekker og sekvenser som viser nøkkelobservasjoner for den geologiske utviklingen
Geokronologi	Steder for geokronologiske dateringer
Paleomiljø	Steder som inneholder indikatorer på fortidens klima og miljø
Vitenskapelig historisk	Steder som viser områder av betydning for den historiske utviklingen av geologi som vitenskap, samlinger
Geobiosfære	Geologi som kilde til variasjon for økosystemer, spesielle livsforhold og biodiversitet knyttet til geologi
Geofare	Bevis for nyere tids massebevegelser f.eks. skred, jordskjelv, vulkanske utbrudd, tsunami
Georessurs	Historisk eller moderne betydning som råvare (mineraler, bergarter)
Geokultur	Historisk eller moderne betydning av geologi som uttrykk for kunst, kultur, religion, arkitektur

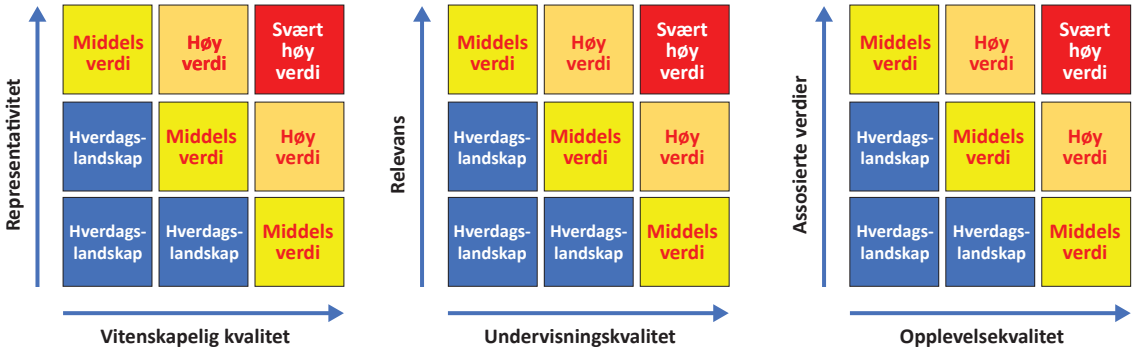
nasjonalt viktig eller svært viktig er en hovedutfordring. Hvorfor er det viktig, og for hvem? Trolltunga i Norge har oppnådd en ikonisk status i naturbasert turisme på noen år. Det er åpenbart at denne landformen berører noe i de fleste av oss. Men den er ikke vitenskapelig viktig eller et sted man drar med seg studenter ens ærend for at de skal lære geologi. Vi kan på den andre siden finne en rekke ikke-spektakulære geosteder som har høy vitenskapelig verdi.

Det finnes en rekke varianter innen verdisetting av geologisk ar, en del er oppsummert i Brilha & Reynard 2018. I WP 3 har vi lagt oss ganske nær den linjen som praktiseres av UNESCO Globale Geoparker (application dossier), det vil si en gradering av verdi (fra lav til høy) i forhold til interessentgrupper (forskning, undervisning og opplevelser (turisme)). Vi har i tillegg åpnet for verdisetting knyttet til økologiske verdier og den egenverdi et mangfoldig geologisk landskap kan ha. Det kan oppsummeres i figur 7.

Vi har videre sett på hvordan vi kan skjelne på verdiskalaen innen de tre hovedgruppene, basert på en gjennomgang av verdi- og kvalitetsbegreper. Vi har for eksempel definert innholdet i henholdsvis vitenskapelig, undervisnings- og opplevelseskvalitet (fig. 8). For vitenskapelig verdi er representativitet viktig (hvordan geostedet representerer en prosess eller observasjon i jordsystemet), mens estetiske og landskapsverdier er av stor betydning for opplevelser.



Figur 7. Overordnet modell av geo- og biodiversitet og menneskesentrerte verdier



Figur 8. Eksempler på verdidiagram for henholdsvis vitenskap, utdanning og opplevelser.

Registrering av geologisk arv i praksis

Når vi skal kartlegge og registrere geologisk arv, utføres en inventering av et område som resulterer i et antall registrerte geosteder med tilhørende vurderinger. Gjennom utprøving, testing og evaluering, har vi kommet frem til en anbefalt metodikk for slik kartlegging. Den består av fire segmenter:

- **Geologiske data og vurderinger:** I hovedtrekk vil en slik beskrivelse omfatte Geologiske hovedtrekk (*beskrivelse* av de prosesser, bergarter, jordarter og landformer som kan observeres på geostedet), Geostedets kjerneverdi (hva er *de viktigste* prosesser, bergarter, jordarter og landformer som kan observeres på geostedet?), Geostedets kvalitet (*kvaliteter* ved geostedet i lys av tydelighet, integritet, mangfold og vitenskap), Kobling av geostedet til rammeverket i den grad rammeverket benyttes, og Geologisk verdivurdering i henhold til rammeverk i den grad det er aktuelt.
- **Støttende data:** I tillegg til geologiske beskrivelser og vurderinger, er det viktig å vurdere andre aspekter som har betydning for bruk av et geosted. Om det faktisk er tilgjengelig for ferdsel, om det er risikofylt å oppsøke det, om det er andre verdier knyttet til det og om det finnes behov for skjøtsel og vedlikehold. I WP 3 har vi etablert en sjekkliste for hvilke registreringer og vurderinger som kan foretas: Andre natur- og kulturverdier, Vernestatus, Tilstandsvurdering, Sårbarhet og trusler, Skjøtselbehov, Tilgjengelighet, Annen bruk og regulering av området, samt Sikring og risiko.
- **Geografiske data:** Geografiske data vil inkludere beskrivende (karakter av landskap og området der geostedet befinner seg) samt definisjon av datatyper for registrering (punkt, seksjon (linje), område (areal) m.fl.
- **Referanseinformasjon:** vitenskapelige og populærfaglige publikasjoner, bilder, tegninger, kart og lenker som er relevante for geostedet og dets verdi.

Eksempler på vurdering. To lokaliteter med ulik verdi: Storsteinen i Rendalen (fig. 9) og tillitten i Moelv (fig. 10).

Figur 9. Steinen ved Storsjøen i Rendalen er sannsynligvis fra et stort fjellskred, og har egentlig liten vitenskaplig verdi, men stor verdi for lokalbefolkning og itentitet. Foto: Rolv Dahl.

Figur 10. Tillittene ved Moelv har på sin side høy vitenskaplig verdi, men liten betydning for lokalbefolkning. Foto: Rolv Dahl.

Konklusjon for WP 3

WP 3 har i store trekk oppfylt de målsetninger som lå til grunn i prosjektet. Det tok lengre tid å drøfte og teste metoder og beskrivelsessystemer enn forutsatt, og det er gjort flere endringer underveis, men vi er overbevist om at vi har etablert en robust metodikk. Det er imidlertid rom for å utvikle metodikken videre og øke relevansen ytterligere, blant annet ved å se nærmere på sammenhengen mellom det geolgoiske mangfolet og begrepet *landskapskarakter*. En egen og mer innholdsrik og utfyllende rapport, med eksempler og maler, vil publiseres fra WP 3.

Relaterat material till WP 3 finns i bilaga 1

- Rapport WP3 og WP6 om Registrering, Verdisetting og Forvaltning av geologisk arv
- Mall för platsbeskrivning

WP 4 Geologisk arv og geosteder som grunnlag for utbildning, friluftsliv og turisme

I WP 4 har vi forsøkt å kartlegge og beskrive det geologiske mangfoldet og den geologsike arven i prioriterte områder i Hedmark og Dalarna. Kartleggingen og beskrivelsen bygger på metodene som er diskutert i WP 3. Metodene har utviklet seg underveis i prosjektet, slik at ikke alt er harmonisert i skrivende stund. Det har gitt oss nytt, oppdatert kunnskapsunderlag for utvalgte områder i grenseregionen. Kunnskapen er dels tatt videre inn i formidlingsprudukter som er nærmere beskrevet i WP 5. Utgangspunktet var å konsentrere seg om områdene rundt Folldal Fulufjell og Siljansringen.

Bakgrunn

Litt om områdets geologi:

Prosjektet har utviklet en tabell med den geologiske historien, fra 1 900 millioner år, da de eldste bergartene i Bergslagen i Dalarna ble avsatt, gjennom tre store hendelser med fjell-kjedefolding, slitasje og nedbryting før ny foldning, alt mens kontoenentene har vært på vandring nordover på kloden. Deler av området er preget av alle tre, mens andre deler knapt er preget av noen av dem. Et stort meteornedslag for ca. 380 millioner år siden bidro til å danne innsjøen Siljan og det særegne landskapet rundt. Så har isdidene påvirket landskap og landformer betydelig i løpet av de siste 2,5 millioner år og fram til i dag.

Delmål 1: Beskrivelse av mangfoldet

Delmålet anses å være delvis oppfylt, og blir oppfylt i løpet av 2020. Målene er stort sett nådd på svensk side, men det gjenstår noe på norsk side.

En viktig oppgave i prosjektet har vært å kartlegge og beskrive det geologiske mangfoldet og den geolopgiske arven i utvalgte områder rundt Folldal, Fulufjell og Siljansringen. Dette har skjedd ved å inventere og sammenstille tilgjengelig kunnskapsunderlag om de geologiske verdiene i orådet og hente inn ny informasjon i felt, basert på nye metoder. I dette inngår også en oversikt over terrengformene i de tre studieområdeme ved hjelp av digitale høydemodeller basert på LiDAR-data (Lantmäteriet 2020 och www.hoydedata.no). I Fulufjell forutsetter dette en modell over grensen. NGUs og SGUs geologiske informasjon blir brukt til dette.

Den norske delen av Fulufjell ble kartlagt og i registrert i 2017. Samme år ble det samlet inn et betydelig dokumentasjonsmateriale om kvartærgeologiske og berggrunnsgeologiske lokaliteter i Folldal og Nord-Østerdal, basert på registereinger av vernegerdighet og reise-livspotensial. Samtidig ble berggrunnen i utvalgte deler av Folldal kartlagt, med henblikk på å få laget et berggrunnsgeologisk kart over området. Etter hvert ble det også satt i gang med å verdivrudere og lage en plan for formidling av såkalte ultramafiske kropper (kleberstein/tälgsten) i Folldal og Nord-Østerdal.

I forbindelse med verdisettingen av lokaliteter ble det også gjennomført en kartlegging og en dypere analyse av utvalgte «ultramafitter» (gjerne kalt «raudberg» på folkemunne og i navnsetting; en type fjellknauser med spesielt utseende og geologisk sammensetning) i Folldal og tilgrensende områder. Dette ble gjort som en del av en masteroppgave ved universitetet i Tromsø (Baug, 2018). Analysen er et viktig bidrag til verdivurderingene av flere registrerte forekomster.

En samordnende arbeidsekskursjon ble gjennomført i området rundt Folldal i juni 2017 (fig. 11). I november samme år ble det avholdt et samarbeidsmøte og workshop mellom NGU og Høyskolen innlandet med tanke på hvordan geologiske opplevelser skal formidles ved hjelp av spillteknologi.

Figur 11. Fra ekskursjon i Folldal, med representanter fra NGU, SGU, Høyskolen Innlandet, Göteborgs Universitet og Universitetet i Troms. Rondane i bakgrunnen. Foto: Rolv Dahl.

I Sverige startet arbeide med å oppgradere kvartærgeologisk informasjon ved hjelp av LiDAR-data (Lantmäteriet 2020) i området rundt Siljansringen. Det ble utviklet en såkalt "bruttoliste" over interessante lokaliteter som burde følges opp. Et utvalg av disse har blitt besøkt i felt. Særlig berggrunnen i Fulufjället og områdene rundt ble viet stor oppmerksomhet i begynnelsen av prosjektet.

Videre har informasjon om de kvartærgeologiske forholdene blitt hentet inn og sammenstilt for hele Siljanområdet, noe som har vært et betydelig og avgjørende tilskudd av informasjon til prosjektet. Den oppdaterte informasjonen er nå inkludert i SGUs nasjonale databaser. Også i dette området er det utarbeidet bruttolister over viktige forekomster av både berggrunn og løsmasser. Et utvalg av disse har igjen blitt besøkt og forekomstene vurdert etter nye kriterier. I september 2017 ble områdene i Siljansringen besøkt og analysert, og i den forbindelse ble det utarbeidet en film. SGU og Länsstyrelsen i Dalarnas län møttes i november 2017 for å diskutere resultatene og etablere informasjon som tas videre inn i WP 5.

I 2018 var innsatsen i Sverige konsentrert om å sammenstille geologisk informasjon om steder og informasjon til en felles "storyline". SGU sammenstilte også informasjon om hva som geologisk karakteriserer de utpekte områdene Siljansringen (inklusive Klikten på Sollerön) og Fulufjället. I praksis er det utviklet en nesten komplett storyline og geologiske beskrivelser. Dokumentasjonen av de utvalgte stedene er videre sammenstilt i en enhetlig form, både i kartform og tekstmessig. Det ble utført kompletterende feltundersøkelser i Östbjörka og i Klorans dalgång. Prøvene som ble tatt i Klorans dalgång i 2018 har blitt bearbeidet og analysert, og resultatene vil bli publisert under 2020.

I Norge ble det i 2018 samlet inn informasjon om viktige lokaliteter for tidslinjen, med tanke på formidling og forvaltning. Områder i Nord-Østerdal og langs Mjøsa ble besøkt. Videre er områdene ved Fulufjell besøkt på nytt og verdivrudert i norsk-svensk fellesskap i forbindelse med ekskursjon. Det er også lagt opp til å registrere de vurderte forekomstene i databasen for geologisk arv.

I Norge i 2019 fortsatte arbeidet med å registrere, teste og registrere nye data (etter ny metodeutvikling) på geosteder i tidligere Hedmark fylke, med fokus på Folldal, Alvdal, Nord-

Østerdal og Mjøsområdet. Det er gjort en betydelig innsats med å få lagt inn registrerte geosteder i NGUs nasjonale database for geologisk arv.

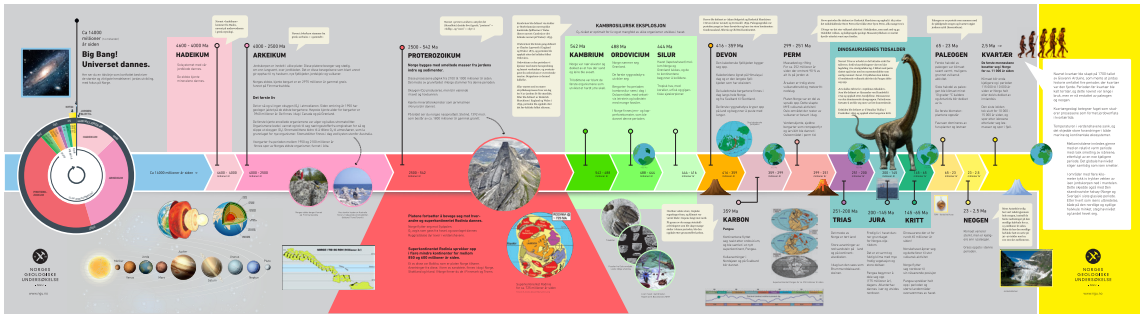
Storyline

Delmålet anses å være delvis oppfylt, og blir oppfylt i løpet av 2020. Materialet er stort sett samlet inn, men det gjenstår sammenstilling på norsk side.

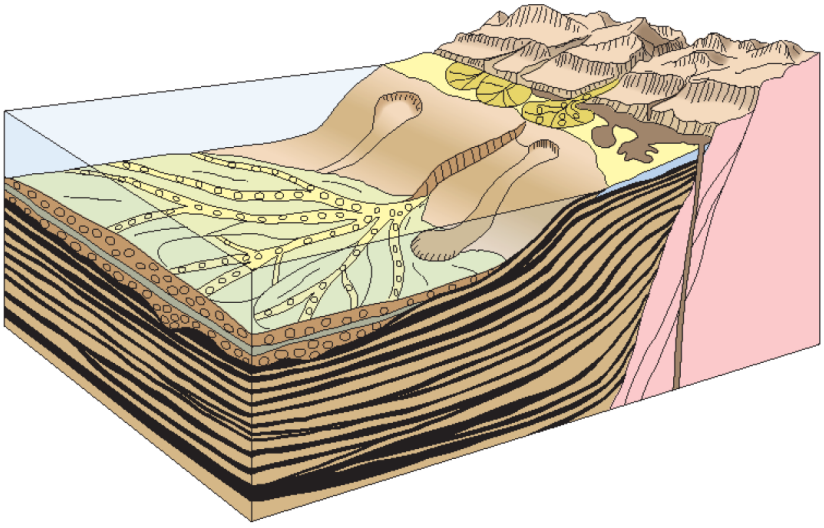
I forbindelse med beskrivelsen av regionens geologiske mangfold og geologiske arv utarbeides også en storyline (rammefortelling) som et grunnlag for en pedagogisk måte å strukturerer fortellingen om regionens geologiske karakter og utviklingshistorie. Utganspunktet er et rammeverk som er utviklet i WP 3 metodeutvikling. I utvalgte områder er det muilghet for å fordype denne storylinen. Har tas det også hensyn til oplevelsen av landskapets mangfold, med særlig tilpasning til friluftslivet. Eksempler på dette er kvartsittformasjonene i Hedmark, Dalasandsteinen og restberget i Fulufjället, i tillegg til Siljansringens meteorittkrater.

Det er gjort en stor innsats i begge land for å lette til rette for en sammenstilt, felles storyline og for å sammestille informasjon om geologisk interesant steder i Indre Skandinavia. Arbeidet med grafisk materiale og bilder til storyline er i ferd med å gjenomføres på NGU, og vil bli klart i løpet av 2020 (fig. 12 och 13).

Å utvikle landskapskarakter var et mål for prosjektet, men dette har vist seg å være noe ambisiøst å få til i denne omgang. Bruk av geologisk landkspskarakter som begrep i en mer



Figur 12. Utkast til storyline, som vil bli bearbeidet og tilpasset ytterligere til Indre Skandinavia. Vi har fått innspill på at den ikke kan bli for komplisert, og det foregår arbeid med å forenkle den betydelig.



Figur 13. Biskopås-formasjonen, en formasjon som ble dannet for mellom 750 og 680 millioner år siden i Hedmark.

helhetlig forvaltnignsstrategi er tatt opp som tema i WP 6. Vi ser imidlertid at dette vil være et svært viktig hjelpemiddel i arbeidet med å gjøre geologisk informasjon mer tilgjengelig og relevant for formidlignen, og det kan vise seg å være en viktig identitetsmarkør for lokalsamfunn. Å utvikle slike landskapskarakterdata er noe aktørene vil jobbe videre med å utvikle etter at GEARS er avsluttet.

Underveis i prosjektet har arbeidet med å etablere en geopark i Siljansområdet gått parallelt, med informasjonsutveksling underveis. Arbeidet har resultert i etableringen en Sveriges første nasjonale geopark i Siljansringen.

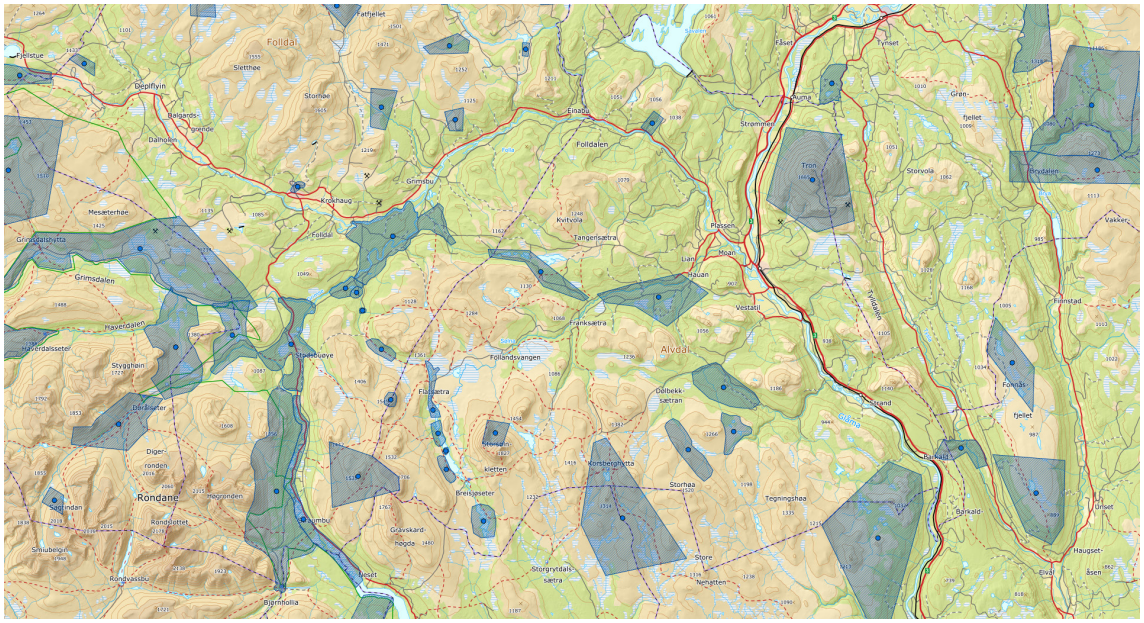
Bedre dokumentasjon av utvalgte steder

Delmålet anses å være delvis oppfylt, og blir oppfylt i løpet av 2020. Vurderingene er gjort, men skal dokumentere i rapportform i løpet av 2020.

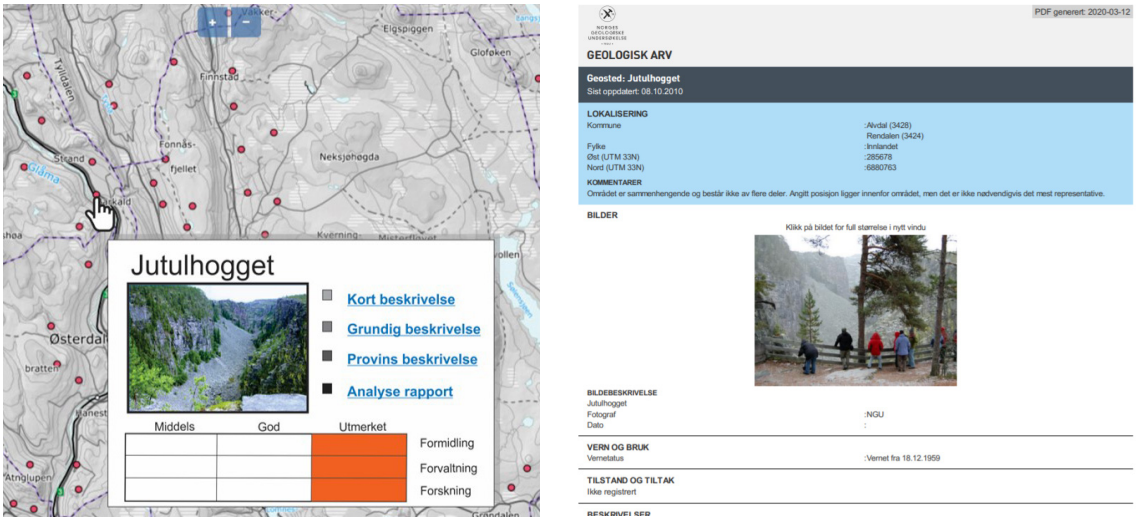
Et utvalg av steder skulle etter planen dokumenteres mer grundig. Her var tanken å løfte fram fram minst to utvalgte steder per studieområde. Plassene ble valgt ut fra at de vurderes til å ha en særskilt verdi som geologisk arv, det vil se de steder som representerer regionens geologiske historie og særskilte hendelser. I Norge ble lokaliteter i Nord-Østerdal og Folldalsområdet grundigere undersøkt, og også illustrert ved hjelp av dronefilming. Beskrivelsene og verdivurderingene er forsøksvis holdt i et språk som er lett tilgjengelig og med minst mulig faguttrykk, samtidig som den er faglig konsis nok til å kunen ha en verdi i forbindelse med forvaltning.

På norsk side er lokalitetene i ferd med å bli lagt inn i den nasjonale databasen for geologisk arv. I alt ca. 200 lokaliterer er lagt inn i Hedmark fylke (fig. 14).

I alt 15 steder i Folldal-Nord-Østerdalsområdet er undersøkt nærmere, etter metoder som er utviklet i WP 3 (fig. 15). Det samme er fem steder på norsk del av Fulufjell nasjonalpark. Foreløpig er ikke alle nye parametere tatt inn i den nasjonale databasestrukturen, men opplysninge blir tatt vare på i Excel-dokumenter og klargjøres for innlegging når databasestrukturen kommer på plass.



Figur 14. Eksempel fra databasen for geologisk arv.



Figur 15. NGUs database over geologisk arv inneholder nå ca. 200 lokaliteter over det undersøkte området. For de viktigste av disse er "basisinformasjnen" oppdatert, og for enkelte er det jobbet med nye vurderinger etter metodikken som ble etablert i WP 3. Faktaarket til høyre representerer dagens presentajson i databasen, mens kartet til venster viser en mer skjematisk visning av verdivurderinger, et "view" som ike er etablert enda.

Relaterat material till WP 4 finns i bilaga 1

- Supplerende kommentarer til WP4 – storyline och dokumentasjon
- Geologisk storyline Sverige
- Dokumentationsrapporter till Klikten och Sollerön, Skattungbyfältet, Ämån, Östbjörka och Klorans dalgång
- Poster Nordic Geological Winter Meeting 2020, Oslo
- Dokumentationsrapporter till Tangsjöarnas och Rörsjöarnas berggrunder samt Fulufjällsområdets berggrund

WP 5 Förmedling av naturarv och naturmångfald

Arbetsområdets mål

Geologer, naturförvaltare och turistnäringen behöver utveckla former för att kunna nå ut med kvalitetssäkrad information på en för olika mottagare lämplig nivå.

Delmål 1

- Projektet avser att ta fram underlag och idéer i form av projektplaner, för såväl permanenta utställningar som en vandringsutställning, till Folldals besökscenter och svenska naturumen i Dalarna.

Delmålet är uppfyllt.

En projektplan för en ny geologisk utställning till naturum Dalarna har tagits fram i projektet. Den storyline som levererats av SGU ligger till grund för utställningens berättelse och har bearbetats vidare av naturvägledarna på naturum. Ett första fysiskt möte kring projektplanerna till naturumens utställningar ägde rum i Gävle i februari 2019 där personal från naturumen och SGU träffades och diskuterade underlaget som levererats om den geologiska historien och hur arbetet skulle fortskrida.

Under hösten 2019 genomfördes en workshop på naturum Dalarna under tre dagar där naturums personal, SGU, Centrum för naturvägledning och Sanna Alwmark, kraterforskare från Lunds universitet deltog. Målet var att tillsammans göra en interpretationsplan för

utställningen där själva berättelsen som ska förmedlas i utställningen skulle fastställas och vilka teman som är de mest centrala för att få fram den berättelsen. Workshoppen var väldigt lyckad och blev ett viktigt kliv för att konkretisera arbetet med utställningen. Naturums personal har sedan arbetat vidare med utställningens utformning och innehåll och färdigställt ett koncept.

Tanken är att delar av naturum Dalarnas utställning ska visas runt om i Siljansområdet och geoparken. I Styggforsens naturreservat finns exempelvis en kaffestuga med geologisk information som behöver uppdateras. Där kan de delar av utställningen som är aktuella för platsen visas i ett passande format. Ett utbyte av framtagen information, idéer och utställningstekniska lösningar kommer också ske mellan naturum Dalarna och Solleröns Hembygdsförening under våren 2020 då det ska byggas upp en mindre utställning även på Sollerön.

Vi vill också ta fram besöksguider till geoparken av samma slag som vi tänker oss ha inne på naturum. Besökarna ska kunna trycka på knappar på en karta och få fram information om olika geosites på en skärm. Vi vill också att besökaren ska kunna ta med sig den informationen ut i parken i digital form eller fysisk utskrift.

I samband med att den fasta utställningen på naturum Fulufjället ska förnyas i sin helhet ska även en projektplan för geologin på Fulufjället tas fram. Inom GEARS har två träffar mellan naturum Fulufjällets föreståndare och SGU ägt rum där utställningens innehåll avseende geologin tagits fram. Naturum Fulufjället har inte obegränsat med utrymme i sin utställningslokal. Därför har det valts ut två huvudsakliga geologiska teman för utställningen. Det ena temat fokuserar på Fulufjällets sandsten och det andra på istidens lämningar på fjället. En projektplan för hela den nya utställningen på naturum Fulufjället, där geologin ingår, tas fram under året, där de första förslagen kommer att tas fram under våren 2020.

Naturum Dalarna och naturum Fulufjället har samverkat och utbytt erfarenheter och idéer med varandra under arbetet med projektplanerna och kommer göra det fortsättningsvis med framtagandet av utställningarna. Förhoppningen är att gemensamma tekniska lösningar ska tas fram för landskapsmodeller med projicerad information om geologin i områdena inom fortsättningsprojektet GNIST.

På grund av ändrade omständigheter vid Folldals besökscenter (se avsnittet *Avvikelser* nedan) så lades planen på en ny utställning inne på besökscentret ner i samförstånd med Folldals gruver. I stället valde NGU att utveckla alternativ förmedlingsteknik i form av en så kallad VR-stig i gruvområdet (kuula.co/post/7qfjh/collection/7lG71). Underlaget för stigen är drönarbilder och med hjälp av sin mobil kan besökare ta del av information på platsen i form av ”digitala skyltar” på platser runt om och nere i gruvan. På platserna kan man ta del av fördjupning, historiska bilder med mera. Stigen kan också upplevas online på distans. Stigen har testats på skolklasser och allmänheten och fått mycket god respons.

Delmål 2

- Broschyr och information på internet om intressanta geologiska platser och också tydlig hjälp till guidning, exempelvis med korta instruktiva filmer från geologer med både grundläggande och platsspecifik information.

Delmålet delvis uppfyllt.

I projektets inledning beslutades att tre platser inom respektive område i Sverige skulle väljas ut. SGU pekade ut flera förslag på intressanta platser och bland dem valdes sex ut. Tre platser i Siljansområdet och tre i Fulufjällets nationalpark. I Fulufjällsområdet valdes Kloran, Rörsjöarna och Tangsjöarna ut. I Siljansområdet valdes Klikten på Sollerön, Ötsbjörka naturreservat och Skattungbyfältet med Långstjärns naturreservat ut. De valdes ut efter premisserna att platserna ska kunna berätta om det geologiska arvet i området och att de tillsammans ska

kunna visa på områdets geologiska mångfald. Det var också en viktig premiss att de ligger inom skyddade områden där länsstyrelsen har möjlighet att göra insatser. För dessa platser tog SGU fram detaljerade platsbeskrivningar om geologin. Platsbeskrivningarna fungerar som underlag för information till platserna i form av skyltar, foldrar och digital information. De är också ett bra underlag för entreprenörer som vill guida i områdena.

Under 2018 och 2019 har exkursioner i Kloran, en av de utvalda platserna, genomförts i samband med Geologins dag i september. Linda Wickström från SGU har guidat. En lyckad och av deltagarna uppskattad aktivitet som planeras bli återkommande.

I september 2019 hölls en utbildningsdag i geologi för Fulufjällets samarbetspartner som guidar i nationalparken. Målet var Rörsjön men också längs vägen dit fanns mycket intressant att titta på. Vår förhoppning är att nationalparkens entreprenörer ska känna sig mer hemma i att berätta om Fulufjällets geologi och också kunna visa på de stora och små formationerna i landskapet.

I samband med Geologins dag 2019 hölls också en exkursion bland stenarna på parkeringen vid naturum Fulufjället. I samband med projektet har det upptäckts att mycket intressant geologi finns att finna i naturums närmiljö. I form av de stora stenblocken på parkeringen som har mycket att berätta men också sandstensplattorna mellan naturum och Njupeskärsserveringen. En film där SGU berättar om stenblocken har gjorts som kan visas på naturums webbplats eller fungera som underlag för guidning. Filmen hittas på SGUs Youtube-kanal – spellista GEARS. Naturum Fulufjället kommer att ta fram en ny aktivitet för besökarna i form av ”Stenbingo” där besökarna ska försöka hitta olika formationer i sandstensplattorna utanför naturum. Exempelvis torrsprickor och böljeslagsmärken.

I maj 2019 hade SGU och naturvägledare en gemensam exkursion till de utvalda platserna i Siljansområdet för att titta på vilken information som ska förmedlas på de olika platserna och hur detta kan göras. På Sollerön deltog även Solleröns sockenförening och förvaltaren för Agnmyrens naturreservat från länsstyrelsen.

Informationsmaterial till platserna i Siljansringen har inte tagits fram inom projektet (se avsnittet *Avvikelser* nedan) men underlagsmaterialet, som togs fram i projektet, kommer att vara mycket värdefullt i det arbetet.

I Jutulhogget har en VR-stig liknande den i Folldal tagit fram i projektet (kuula.co/post/7q29B/collection/7llxS). Från utsiktsplatsen i Jutulhogget kan besökaren med hjälp av sin mobil förflytta sig runt omkring kanjonen och ner i den för att på så vis få ta del av hela området och få en större förståelse för hela områdets utformning och bildande. I mobilen får man information både som text, bilder och animationer. Här finns också möjlighet till fördjupning via länkad information. Myterna kring bildandet av Jutulhogget berättas av ett troll som följer med längs den virtuella stigen.

Precis som med stigen i Folldal kan stigen också ”vandras” på distans online och kan på så vis locka besökare till vilja att uppleva Jutulhogget på plats.

Högskolan i Innlandet har gjort en flygning genom Jutulhogget baserat på en terrängmodell från NGU. Flygningen är tänkt att användas till VR/AR-spelutveckling. Inom projektet har en kandidatuppsats skrivits 2019 på ämnet ”Game technology and simulation” (Sigvartsen & Krogh 2019). I detta arbete har man jobbat med att utveckla spel till platser vid Jutulhogget och i samband med detta har det också arbetats med att utveckla en GEARS-app.

En enkel app-lösning har tagits fram under våren 2020. Inom studentarbetet har mer grafiskt underlag kunnat levereras och processer och plattformar till appen utvecklats (Medhus m.fl. 2020).

Förhoppningen är att de nya förmedlingsteknikerna som utvecklats i Norge också ska bli applicerbara i Sverige men det har inte rymts inom projektets ramar.

Delmål 3

- Fotografier och bilder tas fram som underlag för förmedling. Här kan fotografering från ett uppifrån-perspektiv med hjälp av drönare erbjuda stora möjligheter att skapa pedagogiska och upplevelserika bilder på olika geologiska företeelser och landskapsavsnitt.

Delmålet uppfyllt.

På de utvalda platserna Kloran, Rörsjöarna och Tangsjöarna genomfördes filmningar under hösten 2018. De filmades både med drönare och nere på marken. I Kloran intervjuades Linda Wickström från SGU som visade på sandstenslagren som spolades fram under regnkatastrofen 1997 (se film på SGUs Youtubekanal, spellista GEARS – Geologiskt arv i inre Skandinavien). Filmerna är tänkta att kunna användas på sociala medier och webbplatser. De visar både på formationer i själva stenen, på riktigt nära håll, men också på hur hela landskapet formats av bland annat inlandsisen.

I samband med filmningen fotograferades också platserna på Fulufjället från helikopter. Bilderna är tänkta att användas såväl i utställningen såsom på skyltar på plats (fig. 16 och 17).

Arbete pågår med att göra en film om de speciella landformerna i Folldal och Nord-Østerdal som skapades av isdämda sjöar i slutet av den senaste istiden. NGU har flugit drönare och spelat in råfilm som ska användas i en presentation av områdets spektakulära geologiska historia. Här är passpunkt, strandlinjer och rester efter jökellopp (tappningen genom Jutulhogget) viktiga nyckelord.

Arbetet med materialet från filmningarna i Folldal och Nord-Østerdal kommer fortgå och den färdiga filmen kommer att bli klar efter att projektet avslutats.

Figur 16. Klorans dalgång från helikopter. Foto: Ryan Garrison.

Figur 17. Ås vid Tangsjöarna fotade från helikopter. Foto: Ryan Garrison.

Högskolan i Innlandet har också filmat med drönare för att utveckla information om tre platser i Norge (Einunndalen, Grimsmoen och Jutulhogget) och sex platser i Siljansringen:

– Sollerön-Klikten natur/kultur, Mora kommun
– Östbjörka naturreservat, Rättviks kommun
– Styggforsens naturreservat, Rättviks kommun
– Skattungbyn, Orsa kommun
– Storstupet och Helvetesfallets naturreservat, Orsa och Rättviks kommun
– Orsa kalkbrott, Orsa kommun

Delmål 4

- I Siljansringen kan Sollerön utgöra ett särskilt försöksområde för innovativa entreprenörer att utveckla platsen som besöksmål. På Sollerön finns en stark lokal förening och stora möjligheter för entreprenörer att koppla geologi, biologi och kultur.

Sollerö sockenförening deltar som ideell aktör i projektet GEARS inom aktivitet (WP) 5: *Förmedling av naturarv och naturmångfald*. Målsättningen för Sockenföreningen har varit att utveckla Sollerön som besöksmål i samverkan med SGU, Länsstyrelsen i Dalarnas län och Naturum Dalarna. Representanter för Sockenföreningen har deltagit i projektets ledningsgrupp, samt i projektmöten och exkursioner arrangerade av GEARS. Projektarbetet inom WP 5 har skett lokalt och ideellt.

Inom GEARS WP 5 har det genomförts en inventering och värdering av de geologiska värdena på den del av Sollerön som kallas Klikten. Området är klassat som Natura 2000. Här ligger naturskyddsområdet Agnmyren samt Dalarnas största järnåldersgravfält. Området är

även klassat som riksintresse för kulturmiljön. Här ligger också Karl Lärkas fäbodgård som förvaltas av Mora kommun. Vid Klikten finns en förkastningszon som är en del av Siljansringen och där sedimentära bergarter från silur bevarats och syns i dagen. Den kalkrika berggrunden gynnar många rara växter och landskapet hålls öppet av betande djur. Sammantaget har Klikten-området ett högt natur- och kulturhistoriskt värde.

Den 21 maj 2018 arrangerade Sockenföreningen ett informationsmöte för solleröborna. Mötet visade att det finns ett brett lokalt intresse att bevara, förvalta och utveckla Kliktens natur- och kulturmiljö som ett unikt besöksmål i Siljansregionen. Som ett resultat har en lokal arbetsgrupp bildats med syfte att utveckla ”Geosite Klikten”. Arbetet sker i nära samarbete med Sollerö hembygdsförening.

Solleröns hembygdsgård ligger i nära anslutning till Klikten. Hembygdsföreningen har utvecklingsmedel för att utveckla hembygdsgården och här pågår nu ett arbete med att bygga en ny utställningslokal och ställa iordning nya ytor för utomhusskyltar. Tanken är att knyta ihop hembygdsgården och Geosite Klikten.

En vandringsled går i en slinga igenom hela Klikten. Leden har en naturlig startpunkt vid hembygdsgården och passerar samtliga intressanta platser i området. Leden är därför den röda tråd som knyter ihop alla besöksmål. I samarbete med Länsstyrelsen i Dalarnas län samt berörda markägare har Sockenföreningen planerat för en handikappanpassning av leden, nya parkeringsmöjligheter och nytt informationsmaterial i form av skyltar.

En målsättning inom GEARS har också varit att hitta nya sätt att förmedla platsens natur- och kulturhistoriska värden. Sockenföreningen har samarbetat med Høgskolen i Innlandet (HINN) med syfte att utnyttja VR/AR-teknik för att förmedla geologiska och naturhistoriska berättelser ur Kliktens historia.

Delmål 5

- Projektet kan förmedla resultat bl.a. genom medverkan i konferenser som belyser hur geologin kan lyftas inom Inre Skandinaviens natur- och kulturvärden och vilka utmaningar som finns.

Delmålet uppfyllt.

Deltagande på konferenser med poster och föredrag:

Köpenhamn 2018
Motrøen, T., Dahl, R. & Ransed, G., 2018. Geological heritage in Inner Scandinavia – GEARS. The 33rd Nordic Geological Winter Meeting 2018 Denmark; 2018-01-10–2018-01-12.

Chęciny, Polen 2018
Lundqvist, S., Ransed, G. & Dahl, R., 2018. Geological heritage in the central part of Scandinavia. A Norwegian-Swedish transboundary Interreg project (2017–2019). IX International ProGEO Symposium 25–28 juni 2018.

Bergen 2019
Motrøen, T. & Gunnerud Åhlén, B., 2019. Stories of Geological Heritage using Virtual & Augmented Reality Technology. The Winter Conference 7.–9.01.2019. NGF.

Oslo 2020
Wickström, L.M., 2020. A geological hike through the Dala sandstone on the eastern slope of Fulufjället; experiences from the INTERREG project GEARS – Geologiskt arv i inre Skandinavien. NGF Abstracts and Proceedings, no. 1, 234.

Oslo 2020

Dahlqvist, P. & Wickström, L.M., 2020. The Kloran gorge at Fulufjället, providing a unique opportunity to study the depositional environments of the Meso-proterozoic Dala sandstone, west central Sweden. NGF Abstracts and Proceedings, no. 1, 46.

Avvikelser

Arbetet med att fram utställningsunderlag för naturum Fulufjället har inte skett enligt tidsplan. På naturum Fulufjället blev arbetet uppskjutet då det var tänkt att förnyelsen av utställningen där skulle ske 2019 men på grund av budgetläget sköt Naturvårdsverket upp det till 2020/21.

Valet att göra en VR-stig istället för att ta fram ett underlag till en utställning på besökscentret i Folldal berodde på personalförändringar. Personal byttes ut i Folldal och med det så förändrades engagemanget och förutsättningarna för projektet. NGU beslutade då att en VR-stig är ett bra och dynamiskt alternativ till en utställning då den kan tas fram och underhållas oberoende av besökscentrets förutsättningar.

Arbetet med att ta fram färdiga informationsprodukter till de utvalda platserna i Siljansringen har inte utförts. Under projektets gång har en ansökan om att Siljansringen ska få bli en geopark beviljats. De utpekade platserna inom projektet är också utpekade som geosites i parken och för att informationen på platserna ska harmonisera med informationen i övriga geoparken så har inget material i form av skyltning, foldrar eller digital information tagits fram. Här valde vi enligt strategin i projektansökan att vänta på geoparkens riktlinjer om utformning av informationsmaterial för att inte riskera att behöva göra om informationen för att passa in i geoparken.

I området kring Siljan saknas i dagsläget det befintliga nätverk av entreprenörer som erbjuder guidningar som går att finna i Fulufjällets nationalpark. En guideutbildningsdag har hållits, men fler än denna har inte hunnit genomföras. I samband med att området utpekats som geopark så kan det antas att intresset att guida i parken växer. Det underlag som har tagits fram i projektet kan då komma till användning när guider ska utbildas och certifieras.

Sammanfattningsvis kan sägas att arbetsområdets mål med att ta fram platsspecifik information i Siljansområdet gått i otakt med arbetet kring den nya geoparken och fått anpassas till detta. Under projektets gång har arbetet med geoparken befunnit sig i en uppstartsfas och några konkreta ramar såsom interpretationsplan för parken eller grafiska riktlinjer finns inte i nuläget.

Länsstyrelsen i Dalarnas län har valt att avvakta i väntan på detta och fokuserat på arbetet med utställningen på naturum istället.

Relaterat material till WP 5 finns i bilaga 1

Sammanfattning Solleröns berggrund • Sammanfattning Workshop utställning Naturum Dalarna • Förslag och koncept utställning Naturum Dalarna • Presentation Geosite Klikten av Sollerö sockenförening • Presentation Utveckling av Sollerön av Sollerö Hembygdsförening • Poster Norsk Geologisk Forenings Vinterkonferanse 2019 Bergen • Refleksjoner Fulufjället • Minnesanteckningar Exkursion Kloran 2018 • Minnesanteckningar Exkursion Fulufjället 2018 • Sammanställning synpunkter Utsiktsplatsen Fulufjället 2018 • Minnesanteckningar Exkursion – tema Förmedling Siljansområdet 2019 • Presentation av Skattungbyfältets geologi till exkursion 2019 • Förslag Tittskåp Naturum Fulufjället • Exkursionsguide utbildningsdag guider Fulufjället • Introduktion geologi för guider utbildningsdag guider Fulufjället • Presentation Vis-Syn AS • Sammanfattning Fulufjällets berggrund • Översiktlig berggrundskarta Fulufjället • Berggrundskarta Fulufjället • Tektoniska provinser Hedmark-Dalarna • Berggrundskarta Hedmark-Dalarna • Jordartskarta Hedmark-Dalarna • Jordartskarta Siljan för A0-utskrift • Jordartskarta Skattungbyfältet för A0-utskrift • Jordartskarta Sollerön • Jordartskarta Östbjörka för A3-utskrift

WP 6 Forvaltning av geologisk naturarv

Bakgrunn

Geodiversitet har lenge vært en nøkkel for turisme i mange steder i verden. Turistmål som Grand Canyon, Uluru (Aylers Rock), Victoriafallene, fjorder, breer, grotter og vulkaner har vært til dels dominerende turistmål med en direkte kobling til sitt geologiske innhold, landformer og prosesser. Samtidig er geologien en basisressurs for biologi og kulturhistorie. Ingen ting kan gro og leve hvis man ikke har noe å leve av. Næring, jord og fuktighet er grunnleggende ressurser som er knyttet direkte til geologien og som styrer mye av vegetasjon og hvordan vi mennesker lever og tilpasser oss det landskapet vi lever i. Jordbruk, industri, transportveier er bare tre elementer som illustrerer dette. Derfor er også geodiversiteten grunnleggende for oss mennesker som livsgrunnlag og knyttet opp mot lokal identitet og ressurs for opplevelse og turisme.

Mål

Den norsk/svenske grensen representerer to typer skiller, den ene er gradvis og den andre er skarp. Det gradvise skillet er knyttet til naturen og i særdeleshet terrenget som blir gradvis mere oppsplittet og med mer relieff jo lenger vest man kommer, mens den skarpe grensen er knyttet til forvaltningssystem og nasjonal tilhørighet. Det har vært et mål i prosjektet å se på hva denne forvaltningsgrensen betyr i praksis og hvordan geologien er integrert, eventuelt ikke integrert i naturforvaltninge. Det har også vært et mål å gjennomgå ulike forvaltningspraksiser for om mulig analysere den beste måten å legge opp praktiske forvaltningsstrategier knyttet til geologisk arv. Dette er særlig viktig i de tilfeller der de geologiske verdiene er vernet eller inngår i formelle verneområder, men også hvis det ikke er tilfelle og man likevel ønsker å benytte de geologiske kvalitetene til for eksempel turistformål.

Det var også en ønske å gjennomgå det relativt nye begrepet ”økosystemtjenester” og utforske muligheten til å vurdere geologisk arv på et overordnet skalanivå ved bruk av begrepet landskapskarakter. Det var et mål å gjennomføre en felles workshop mellom naturforvaltere i Norge og Sverige.

Arbeidsform

Deler av målsettingen er nær knyttet til arbeidspakke 3 der naturverdier er behandlet og det har vært et godt samarbeid mellom arbeidspakkene for å kunne håndtere dette.

Arbeidet i arbeidspakken har vært delt i to deler. Det generelle behovet for å se hvordan geoarv er inkorporert i norsk og svensk forvaltning og sette dette sammen med internasjonale erfaringer gjennom en litteraturstudie har vært organisert i form av et masterstudium ved universitetet i Gøteborg. Anna Bergengren har gjennomført et 45 studiepoengs masterstudium og lagt fram sin oppgave ”Geodiversity in Scandinavian nature management: a case study from Hedmark, Norway, and Dalarna, Sweden” som formelt ble presentert 5 mars 2020. Hovedveileder har vært Mats Olvmo og eksterne veileder Gunnel Ransed og Lars Erikstad. Sven Lundqvist har assistert i veiledningen ved Gunnel Ranseds sykefravær.

Masteroppgaven har definert en serie med forskningsmål med formål å følge opp rapporten ”Geodiversitet i Nordisk naturvern” (Nordiska Ministerrådet 2000) samtidig som de er formulert som en del av GEARS-prosjektet til å svare på problemstillingene som er formulert i arbeidspakke 6. Avhandlingen har en grundig generell gjennomgang av verneverdier knyttet til geodiversitet, behovet for en mer holistisk naturvernstrategi og ulike systemer som prøver å adressere dette behovet. Den setter det geologiske vernearbeidet som er utført i Norge og

Sverige inn en historisk sammenheng og gjennomgår forvaltningssystemen i de to landene både med hensyn til verneområder, arealplanlegging og forholdet til internasjonale reguleringer og konvensjoner. Det er også en gjennomgang av begreper som økosystemtjenester. Eksempelområder for detaljerte analyser er hentet fra Hedmark og Dalarna.

Den øvrige del av arbeidet i arbeidspakken er en gjennomgang av forvaltningsbehov knyttet til bruk av geologiske områder som brukes i for eksempel for turisme. Her er arbeidet en videreføring av arbeid dels gjort ved NINA, NGU og SGU gjennom lengre tid. Det har vært en nær kobling til erfaringsgrunnlag samlet gjennom organisasjonen ProGEO (www.progeo.ngo). Erfaringene er satt i sammenheng og diskutert gjennom flere møter med prosjektdeltagere fra de ulike instutusjonene.

Geologi og naturforvaltning

Geologien har hatt en plass innen naturvern og naturforvaltning gjennom hele naturvernets historie (Burek & Prosser 2008). Det til tross, har de delene av naturvernet som knyttes til biologi og økologi hele tiden dominert over det geologiske, selv om landskap alltid har hatt en fremtredende plass. Gjennom fremveksten av begrepet biologisk mangfold har denne dominansen blitt svært tydelig, i den grad at man for eksempel i EU ikke har anerkjent geologien som en del av naturen i offisiell politikk og regelverk. Det har imidlertid hele tiden vært klart at geologi har sin plass i naturvernet som en integrert del av naturen, som forutsetningen for biologien og gjennom sin fremtredende plass i naturhistorien, også for tradisjonelle biologiske emner som evolusjon og økologiske prosesser.

Geologiens plass innen naturforvaltningen er anerkjent og slått fast av den internasjonale naturvernorganisasjonen IUCN senest gjennom resolusjoner som er vedtatt på de seneste tre verdenskongressene til IUCN (2008, 2012, 2016) og IUCN har også etablert en egen geofaglig ekspertgruppe som er tilknyttet World Commission for Protected Areas (IUCN WCPA Geoheritage Specialist Group (GSG), www.iucn.org). I nordisk miljølovgivning kommer geologiens integrering i naturforvaltningen særlig tydelig frem i den norske Naturmangfoldloven fra 2009, der det heter i lovens formålsparagraf at *"Lovens formål er at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur."*

Gjennom arbeidet med å tydeliggjøre geologien som en del av naturforvaltningen er begrepet geodiversitet eller geologis mangfold etablert (Gray 2013). Følges logikken i IUCN's resolusjoner og den norska naturmangfoldloven, kan begrepene kobles slik at naturmangfoldet omfatter all natur og består av geologisk mangfold sammen med biologisk mangfold. Begrepet landskap går på tvers av denne faginndelingen og brukes normalt om variasjon på en noe grovere skala og inneholder i tillegg kulturelementer og har en kobling til hvordan folk oppfatter landskapet (www.coe.int/en/web/landscape). Det er viktig å understreke at begrepet geomangfold eller geologisk mangfold har en vid betydning og omfatter også landformer og landformdannende prosesser som for eksempel rennende vann, breer etc.

Økosystemtjenester

Denne direkte avhengigheten mellom geologien; fjellet, jorda, landskapet og prosessene; og alt levende, er den grunnleggende årsak til at koblingen mellom geologisk mangfold og biologisk mangfold er så sterk. Denne sterke koblingen ser vi også i landskapsmangfoldet og i kulturarven.

I den senere tid er menneskers avhengighet av naturen blitt viet fornyet oppmerksomhet gjennom begrepet økosystemtjenester (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Begrepet

er brukt i hovedsak i forhold til fungerende økosystemer som vi alle er avhengig av. Økosystemtjenestene er ofte delt i Forsynende tjenester, Regulerende tjenester, Støttende tjenester og Kulturelle tjenester (www.sabima.no/okosystemtjenester-naturens-goder/).

Som vi har sett også med begrepet mangfold er forståelsen av økosystemtjenester vært svært biosentrisk (se for eksempel NOU 2013:10). Selv om geologiske elementer er nevnt som ressurser, i tilknytning til landskap etc. er det økosystemenes tjenester i seg som er i fokus. Gray m. fl. (2013) har påpekt dette misforholdet og gjennomgått begrepet med tanke på hvordan geologi og landskap er knyttet til de fundamentale egenskapene i naturen som vi er avhengig av. Det er lett å se at geodiversiteten er *den* fundamentale støttende tjenesten for økosystemene, og at det dermed er svært uheldig ikke å behandle naturen som en helhet i denne sammenhengen. Her er det fare for at viktig lærdom går tapt og at forvaltningsstrategier som bygger på denne lærdommen blir skjev og mangelfull. Gray m.fl. (2013) har antydet at man kan snakke om geosystemtjenester parallelt med økosystemtjenester, men sier også at begrepet økosystem ikke kan isoleres fra geologi og geologiske prosesser slik at det trolig er vel så bra å insistere på en bredere forståelse av begrepet økosystemtjenester. Ellers er det verdt å merke seg at geodiversiteten også bidrar til andre økosystemtjenester direkte (geologiske ressurser, undervisning, landskapsopplevelse og turisme m.m.).

Når det gjelder identifisering av turistressurser og forvaltning av områder som brukes til turisme er det avgjørende å se økosystembegrepet i videst mulig sammenheng. Fjordene og fjellene våre kan ikke isoleres fra geologien og historien om hvordan de er dannet. Gruvemiljøene våre kan ikke isoleres fra den geologiske ressursen som nettopp ble utnyttet og dannet grunnlag for den næringsvirksomheten, bosettingen og industrien de representerer. Jordbruket kan ikke isoleres fra sin grunnleggende ressurs, jorda. Den Europeiske landskapskonvensjonen understreker at landskapet må ses i en tverrfaglig sammenheng, og det er nettopp i landskapet vi finner vår identitet og søker etter opplevelser, rekreasjon og lærdom.

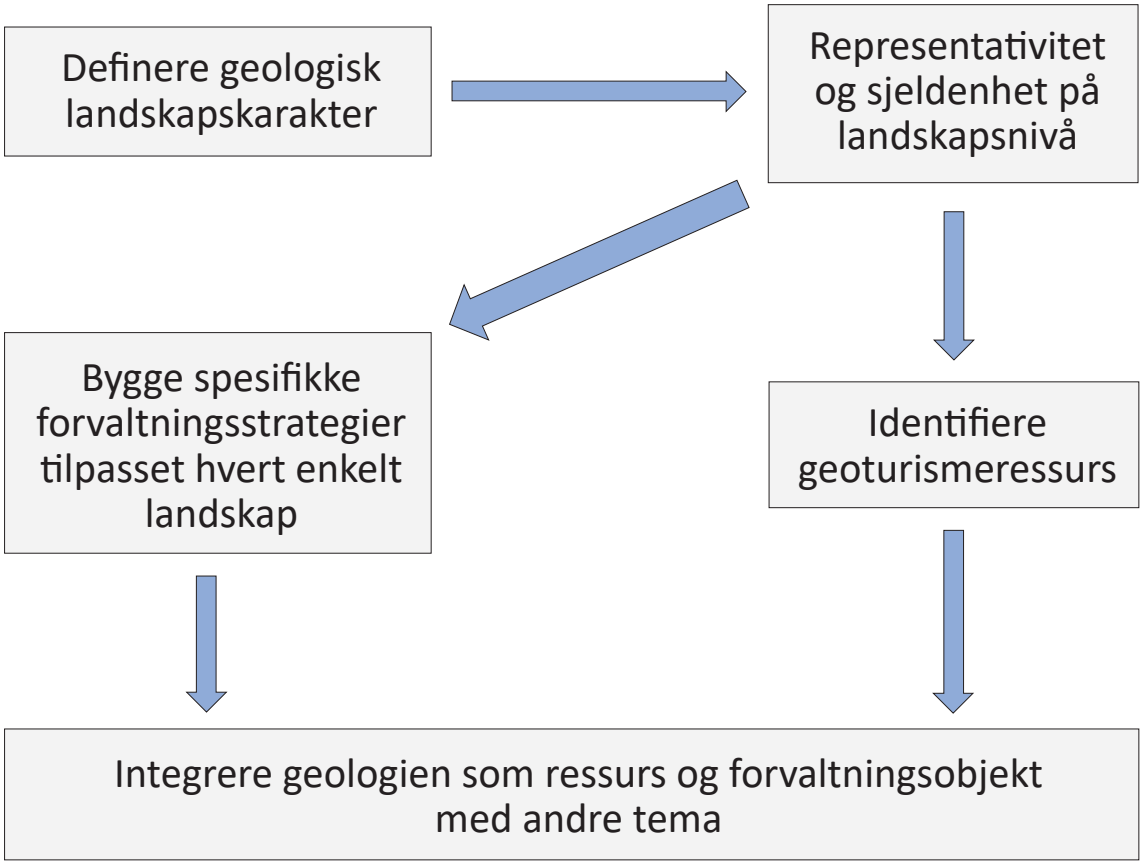
Geologien i landskapet

Landskap er etter den Europeiske landskapskonvensjonen definert som: *"Landskap" betyr et område, slik folk oppfatter det, hvis særpreg er et resultat av påvirkningen fra og samspillet mellom naturlige og/eller menneskelige faktorer.* Denne definisjonen indikerer for det første at landskap er knyttet til hvordan det oppfattes av mennesker og hvordan det er avhengig av ulike faktorer som virker i samspill med hverandre. Den første delen av definisjonen medfører ofte en del diskusjon. Her er det spørsmål om i hvilken grad oppfattelsen av landskapet er individuell eller generalisert, og hvis den er generalisert, hvem som har definisjonsmakten for denne generelle forståelsen av hvordan landskapet oppfattes, med andre ord: "hvem er folk?" (Erikstad m.fl. 2016). Her finnes det en gradient av oppfatninger som strekker seg fra det personlige (alle oppfatter landskap ulikt) til det generelle (som ofte er nødvendig hvis landskap skal kartlegges, sammenlignes og forvaltes). Disse ulike landskapsoppfatningene er ikke nødvendigvis i motstrid med hverandre, men kommer til anvendelse i ulike former for landskapsbeskrivelse og analyse avhengig av formålet (Simensen m.fl. 2018).

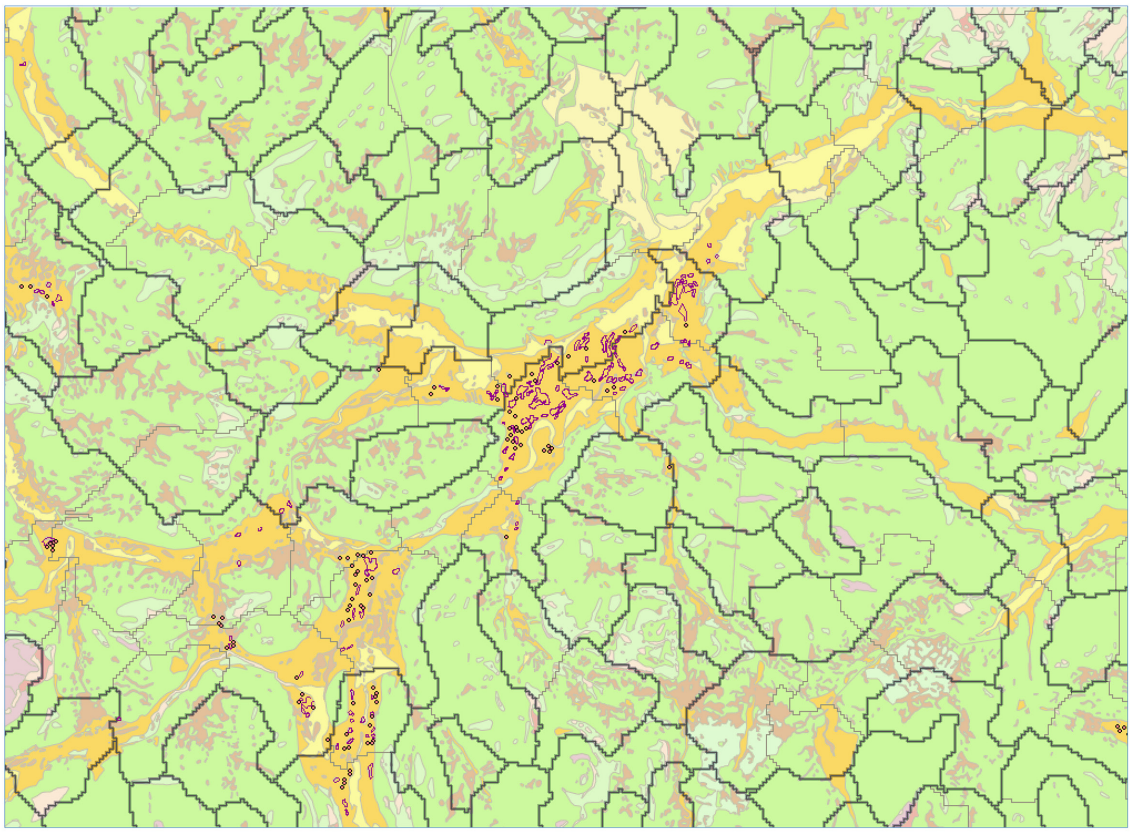
Landskapskarakter er et konsentrert uttrykk for samspillet mellom et områdes naturgrunnlag, arealbruk, historiske og kulturelle innhold, samt romlige og andre sansbare forhold som særpreger området og adskiller det fra omkringliggende landskap (Direktoratet for naturforvaltning 2010). Landskapskarakteren kan være knyttet mange ulike trekk fra landskapet også geologien. Ofte snakkes det i denne sammenhengen om geologiske landskap (Ashbourn 2011, Natural Resources Wales 2016). Geologiske landskap kan forstås på mange ulike måte. Det kan dreie seg om geologien i landskapet, geologisk bakgrunn og forklaring av landskapet, men også landskap der geologi og landformer dominerer og er med på å definere landskapets

karakter. Alle disse måtene å forstå geologisk landskap på kan være gyldige og kan også brukes i kombinasjoner. Landskapets geologiske karakter er et begrep som kan være nyttig for forvaltning av geodiversitet på landskapsnivå, for vern, geoturisme og bidra til en mer helhetlig naturforvaltningsstrategi (fig. 18).

I Norge er landskapet integrert i det nye naturbeskrivelsessystemet NiN (Natur i Norge, www.artsdatabanken.no) og det er publisert en nytt landskapskart basert på landskapsgradienter fremkommet ved multivariate analyser av en lang rekke variabler knyttet til landform, geologi, vegetasjon, jordbruk, infrastruktur m.m. Inndelingen i landskaps hovedtyper og grunntyper gjør det mulig å samle også andre typer data og tilordne disse til landskapsområdene. Her er det mulig å analysere elementer som sammen kan sies å være avgjørende for definisjon av landskapets geologiske karakter og å bruke disse som utgangspunkt for forvaltningsstrategier tilpasset hvert enkelt område. For eksempel vil en samling av ulike jordartsdata og kvartærgeologiske formelementer på landskaps grunntypenivå i Folldal i Hedmark vise klart at nettopp jordartsfordelingen og landformene knyttet til isavsmeltingen er dominerende karaktertrekk i mange av de kartlagte landskaps grunntypene i områdene (fig. 19). De gir området karakter og særpreg og på denne måten er de en geoturistressurs men også en egenskap som bør tas vare på og forvaltes.



Figur 18. Bruk av begrepet geologisk landskapskarakter for en mer helhetlig forvaltningsstrategi.



Figur 19. NiN Landskap grunntyper for Folldal (grå streker) overlagt løsmassekart fra NGU der grønt er morene, oransje er breelvmateriale, gult fluvialt materiale og lys gult bresjømateriale (www.ngu.no). Dødisgroper er markert med rødt. Løsmassene og landformene bidrar til den geologiske landskapskarakteren.

Forvaltning

I GEARS har vi brukt områder med identifiserte geologiske verdier. Disse finnes i ulike sammenhenger og deres formelle status har betydning for hvordan områdene kan benyttes til geoturisme og forvaltes slik at denne bruken blir bærekraftig. I hovedsak har vi sett på områder som er vernet enten som naturreservat eller nasjonalpark og områder som er uten slikt vern. I tilfeller der det ikke finnes et formelt arealvern forvaltes området av grunneier under rammebetingelser knyttet til lovgivning om arealplanlegging og evt. spesiallovgivninger som måtte være aktuelle (eks. Verneplan for vassdrag (i Norge), jordbruk, ressurs, kulturminner m.v). Der området har en formell vernestatus er det verneformålet som normalt styrer hovedfokus for forvaltningen. Her kan geologiske verdier være spesielt nevnt eller ofte ikke nevnt i det hele tatt. Det finnes en forskjell mellom Norge og Sverige her. I Sverige er naturreservatene generelle og har ofte også et friluftsperspektiv, mens norske naturreservater i mye større grad er faglig orientert knyttet til spesielle identifiserte naturverdier. For eksempel er flere av de norske studieområdene i GEARS geologiske naturreservater.

Forvaltningen vil i tillegg ofte være styrt av forvaltningsplaner som i noe ulike grad er utarbeidet for de aktuelle områdene (Bergengren 2019). Det er flere av de svenske studieområdene til Bergengren som har forvaltnings- eller skjøtselsplaner. Ideelt sett bør disse planene dekke opp helheten av naturverdier i området og i alle fall de som er nevnt i verneformålet, men realiteten er at disse planene ofte nøyer seg med å adressere biologiske og økologiske

forhold. Det har i den senere tid vært et økt fokus på dette og betydningen av å forvalte det geologiske mangfoldet i vernede områder (se f.eks. Crofts & Gordon 2015).

I sammenheng med bruk av områder for turisme er det viktig å ta flere forhold i betraktning. Utgangspunktet er at ved bruk i turistsammenheng så økes og konsentreres ferdselen om de objekter og områder som er verdisatt og som markedsføres som attraksjoner. Den økte ferdselen kan ha negativ effekt både på biologisk mangfold, geologisk mangfold, kulturminner og kulturlandskap i tillegg til at opplevelsesverdien av området kan forringes ved at området mister estetisk kvalitet ved slitasje og forsøpling (Viestad m.fl. 2008). I en nasjonalpark eller et generelt naturreservat her helheten og bredden i de kvalitetene som påvirkes avgjørende viktig og normalt dekket opp gjennom verneforskrifter (regler) og gjerne spesifisert i forvaltningsplaner. Turisme i områder som ikke er omfattet av formelt vern vil ha det samme behovet. Dette er en forutsetning for at turismen kan kalles bærekraftig. Forringelse av de generelle naturverdiene, økologisk, geologisk og visuelt vil alle bidra til å forringe opplevelsesverdien av de aktuelle områdene.

GEARS WP 6 har i hovedsak konsentrert seg om de mulige negative virkningene som kan komme av økt ferdsel (turisme) og i mindre grad bli analysert behov for forvaltningstiltak knyttet til arealbruk, tekniske inngrep og globale endringer slik som klima. Det betyr ikke at disse ikke er viktige, men at de i mindre grad er koblet til bruken av områdene som attraksjoner. Det er imidlertid klart at når naturverdier er identifisert og beskrevet i denne sammenheng bør man passe på at disse blir behørig tatt hensyn til i arealplanlegging, ved planlegging av inngrep og så videre. I svært mange tilfeller vil god planlegging kunne føre til at naturverdier kan beholdes og ikke blir ødelagt selv om endret arealbruk, behov for infrastruktur og teknisk samfunnsutvikling foregår i ulikt omfang i ulike områder. I noen tilfeller vil det være rimelig å foreslå formelt vern for å sikre verdier med særlig høy verdi.

Naturens sårbarhet og konkrete forvaltningsstrategier

Geosteder er svært ulike i sin utforming og størrelse. De kan strekke seg til svært små fjellknauser som er sårbare bare i kraft av at de er så små til større områder med natursårbarhet som må analyseres på generelt nivå som for eksempel i en nasjonalpark. Av helt spesielle egenskaper som man må ta hensyn til knyttet til en del geosteder er:

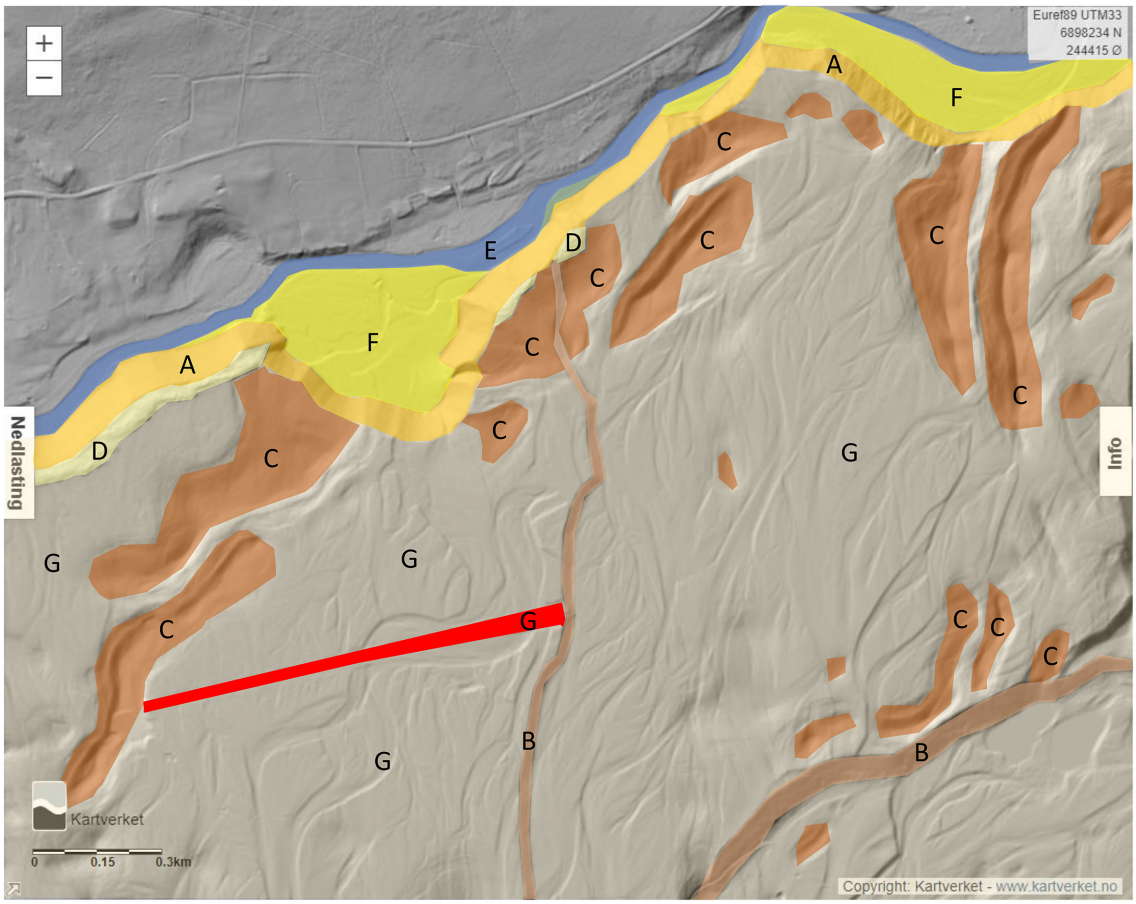
- Små lokaliteter som lett ødelegges, også ved rene feiltagelser
- Geosteder med aktive prosesser som påvirkes av inngrep eller endringer til dels langt unna selve lokaliteten (for eksempel knyttet til erosjons- og avsetningsprosesser i elv)
- Samling. Særlig fossil og minerallokaliteter er utsatt for samling og det er slett ikke alle som tåler dette. Enkelte lokaliteter er så sårbare at de ikke bør brukes i turistsammenheng. Informasjon knyttet til slike bør vurderes med tanke på offentlighet på linje med for eksempel rovfuglreder o.l.
- Enkelte geosteder representerer spesielt sårbare og urørte miljøer som meget lett påvirkes negativt ved besøk. Norske grotter er rødlistet (kategori Sårbar) av denne grunn. Samtidig er de tradisjonelle turistlokaliteter. Dette er forhold som krever helt spesielle forvaltningsstrategier.
- Bålbrenning. Ofte er det slik at når man brenner bål og skal ta hensyn til naturen, legges bålplassen på fast fjell. Bål på fast fjell kan gjøre stor skade for eksempel på naturlig isskurte og polerte steinoverflater, eller på steinflater som inneholder spesielle geologisk informasjon eller verdier. Dette krever god informasjon og gjennomtenkte forvaltningstiltak.
- Gjengroing. Gjengroing ødelegger ikke de geologiske verdiene i seg selv, men gjør det vanskelig å studere dem og bruke dem i formidlingssammenheng. Dette gjelder også geo-

turisme. Det er derfor viktig å holde områder som skal brukes på denne måten åpne. Dette gjelder ikke bare høyere vegetasjon, men også moser og lav. Forvaltningsmessig kan dette være krevende fordi det kan komme i konflikt med andre (biologiske) forvaltningsstrategier og det er derfor behov for å bruke tid for å finne riktige og gode metoder for å avveie ulike behov og finne løsninger.

IUCN har et eget kapittel om forvaltning av geosteder i sin håndbok for forvaltning av områder (IUCN 2015).

For å sikre seg mot områdeforringelse og ødeleggelse knyttet til ferdsel og turisme på et mer generelt nivå er en analyse av områdenes sårbarhet spesielt viktig. De fysiske og økologiske forholdene i et område er avgjørende for hvilken effekt en gitt virksomhet medfører. Miljøforholdene kan variere mye over svært korte avstander og derfor er det behov for en ganske detaljert analyse for å avgjøre hvilke tiltak som eventuelt er nødvendig. Det er en klar sammenheng mellom bæreevnen til underlaget og sårbarhet. Vanninnholdet i jorda og innholdet av finkornet materiale i løsmassene er de viktigste faktorene som påvirker bæreevnen. I tillegg kommer forhold som skråning, sorteringsgrad av sedimenter, sedimenttykkelsen, permafrost og andre frostprosesser samt berggrunnens hardhet. I denne sammenhengen er forvaltningsbehovene for geologiske verdier omtrent de samme som for generelle økologiske eller biologiske verdier. Analyser for å finne fram til relevante tiltak har lang tradisjon knyttet til for eksempel skjøtsels- og forvaltningsplaner for vernede områder. I Norge har det også foregått ulike prosjekter knyttet til de økologiske og terrengmessige effektene av ferdsel på Svalbard og i nasjonalparkene samt i forbindelse med forsvarets virksomhet (Vistad m.fl. 2008, Hagen m.fl. 2019 og Tømmervik m.fl. 2005). Her er det samlet mye materiale er materiale og utviklet metoder som er direkte anvendbare i analyser for praktisk forvaltning av geosteder som tenkes brukt i turistsammenheng.

Det er ikke slik at et område er likt i hele sin utstrekning. Ofte er det nødvendig med en detaljert gjennomgang av området for å finne ut hvor sårbarheten er stor og hvor man bør sette inn tiltak. Dette er essensen i enhver skjøtselsplan og også i den norske sårbarhetskartleggingen som danner grunnlag for forvaltningsstrategiene i forhold til besøk i nasjonalparkene (Hagen m.fl. 2019). Et eksempel på en slik modell er skissert i figuren under (fig. 20), der terrengforholdene for en sentral del av Grimsmoen naturreservat i Hedmark er skissemessig vurdert på denne måten. Terrenget er fremstilt som et skyggekart basert på 5 punkts LiDAR-data (www.hoydedata.no). Området er et stort delta bygget ut i en bredemt sjø. Klimaet er tørt og skogbunnen på sandurflatene som fremviser et intrikat dreneringssystem er dekket av til dels tykke lavmatter (G). Lavmattene er svært sårbare i forhold til tråkkslitasje og skal man legge opp til turistbesøk her trengs et tilrettelagt stisystem som i størst mulig grad benytter seg av eksisterende stier og kjørespor fra skogsdrift. Deltaet ender i en bratt erosjonsskråning ut mot elva. Denne holdes til dels fri for vegetasjon fordi elva eroderer i massene som står i rasvinkel. Å gå her setter umiddelbare spor, men disse varer ikke lenge fordi rasprosessene visker dem ut. I denne sammenhengen har de vegetasjonsfrie skråningene lav toleranse (resistens) i forhold til tråkk, men høy evne til gjenoppretting (resiliens). I disse skråningene er det nok helst sikkerheten som bør vurderes med tanke på hvordan ferdselen skal ledes. Det finnes også andre erosjonskanter i området (B). Disse er ikke så høye og er i hovedsak vegetasjonsdekket. Lavmatter i skråninger er enda mer sårbare enn på flat mark, annen vegetasjon i bratte skråninger på sedimenter som dette, har også ofte lav toleranse. Her settes lett spor. På sandurflaten finnes en rekke fordypninger (dødisgroper) (C) som til dels ligger i langstrakte serier knyttet til dreneringsretningen på deltaet. I dette kontinentale klimaet er det så kalt om vinteren at disse gropene som samler kulde om vinteren får en motsatt tregrense og utvikler spesielle naturtyper



Figur 20. Terrengstrukturer på Grimsmoen: **A.** Stor erosjonskant. **B.** Liten brattkant/erosjonskant. **C**. Dødisgrop. **D**. Flyvesanddyner. **E.** Elv. **F**. Flomland. **G**. Sandurflate med spylerenner. Områder nord for elva er ikke klassifisert. Bakgrunnskart: www.hoydedata.no.

ned mot bunnen av gropene. Her er det både geologiske og biologiske forhold som er viktige. I skråningene er sårbarheten som B. Den aktive erosjonen i brattkanten ned mot elva (A) gir tilgang på åpne finsandarealer. Erosjonskanten ligger åpent til og vinden tar tak i finsanden og legger denne opp i flyvesanddyner på toppen av skråningen (D). Her er også tråkktoleransen lav og bare de mest aktive områdene har høy gjenopprettingsevne. Legger man vekt på de aktive prosessene er det imidlertid ikke ønskelig at sanddynene gror helt igjen i alle fall ikke i ytre deler. Mellom elva og erosjonskanten ligger det flomland (F) som geologisk sett er ganske robust i forhold til tråkkslitasje. Elva (E) har en viktig rolle i å opprettholde systemet. Tiltak i elva oppstrøms som regulering eller andre tiltak som kan endre flomregimet vil kinne endre hele systemet. I verste fall vil aktive prosesser stoppe helt.

Ved bruk av geosteder i turistsammenheng er det også viktig å analyser sikkerheten til de besøkende. Mange geosteder er bratte med fare for fallskader. Noen kan være utsatt for ras og mange ligger langs vei med stedvis stor trafikk. Dette er ikke behandlet spesielt i GEARS, men er avgjørende hvis man ønsker å utvikle konkrete lokale geoturisteder. Geostedene må forvaltes godt for å oppnå bærekraft og det skal være mulig å besøke dem på en trygg og god måte.

Konklusjon og videre arbeid

Geodiversitet og geologiske naturverdier er en viktig del av naturen og må inkluderes i all naturforvaltning. Kunnskapen om geologi bør styrkes i naturforvaltningen og kunnskap om forvaltning bør styrkes blant geologene og spesielt i de geologiske undersøkelsene. Forvaltnings- og skjøtselsplaner bør gjennomgås for å sikre at også geologiske verdier hensyntas. Ved sårbarhetsanalyser i for eksempel norske nasjonalparker bør geologiske forhold inkluderes i arbeidet slik at oppmerksomheten ikke bare er på biologiske og økologiske forhold. Der det er interessekonflikter mellom geologiske og biologiske forhold (gjengroing), bør man sette av tid til å løse slike konflikter og å lære av dem. Dette kan danne grunnlag for veiledningsmateriale som kan bidra til å unngå eller minimere slike konflikter.

Det bør arbeides videre med geologisk landskapskarakter både for å identifisere muligheter for lokal geoturisme, men også for å utvikle bedre forvaltningsstrategier og å bidra til mere helhetlige forvaltningsstrategier som ser biologiske, økologiske og geologiske naturverdier i sammenheng.

Bærekraftig turisme fordrer et bevisst forhold til de lokalitetene som brukes og utvikling av forvaltningsstrategier basert på områdenes sårbarhet. Dette bør gjøres i tilstrekkelig detalj slik at man kan utnytte området best mulig med minst mulig menneskelig fotavtrykk. Dette er uavhengig av områdenes formelle status og om det er vernet eller ikke. Det er også uavhengig av områdenes verdi. Ødelegges eller forringes områdene på grunn av dårlig forvaltet fersel som en årsak av turismen, er turismen ikke bærekraftig.

Den planlagte workshoppen mellom naturforvalter i Norge og Sverige er ikke blitt gjennomført. Med bakgrunn i prosjektet som helhet bør det vurderes om dett likevel kan gjennomføres etter at prosjektet ellers er avsluttet.

Relaterat material till WP 6 finns i bilaga 1

- För WP6-rapport, se under WP3
- Minnesanteckningar Exkursion – tema Förvaltning Siljansområdet 2019

PROJEKTORGANISASJON

Prosjektansvarlige
Har eid, styrt og vært juridisk ansvarlige for prosjektet og svart for prosjektets gjennomføring, budsjett og regnskap (redovisning).

- SGU, Sveriges geologiska undersökning, har vært prosjekteier og prosjektansvarlig i Sverige. Partnere i Sverige har vært Länsstyrelsen i Dalarna, med naturum Fulufjällets nationalpark och naturum Dalarna. Ideell aktør har vært Sollerö sockenförening.
- I Norge har NGU, Norges geologiske undersøkelse, vært prosjektansvarlig. Stiftelsen Folldal Gruver, Fylkesmannen i Hedmark med nasjonalparkforvalter for Fulufjellet nasjonalpark, Høgskolen i Hedmark og Norsk institutt for Naturforskning var prosjektpartnere fra starten av. Stiftelsen Folldal Gruver og Fylkesmannen i Hedmark har imidlertid ikke hatt aktivitet i prosjektet og har, bortsett fra i stifltesesmøtet, ikke deltatt i møter og aktiviteter

Prosjektledere
Prosjektlederne har hatt ansvar for prosjektplanlegging (projektplanering) i detalj, koordinering, regnskap, (redovisning), økonomi og administrasjon.

- I Sverige: SGU – Gunnel Ransed, (2017–2018), Sven Lundqvist (2018–2020)
- I Norge: NGU – Rolv Dahl

Arbeidspakkeledere
Har hatt ansvar for å planlegge og koordinere arbeidet innen de respektive arbeidspakker.

- WP 1: SGU – Gunnel Ransed (2017–2018), Sven Lundqvist (2018–2020)
- WP 2: SGU – Kaarina Ringstad (2017), Johan Persson (2017–2018), Nelly Aroka (2018–2020)
- WP 3: NGU – Tom Heldal
- WP 4: NGU – Rolv Dahl
- WP 5: Länsstyrelsen i Dalarna – Henny Sahlin (2017–2018), Per Johansson (2018–2020
- WP 6: Norsk institutt for naturforskning – Lars Erikstad

Styringsgruppe
Styringsgruppen har hatt et overordnet ansvar for prosjektet og dets resultater. Gruppen har godkjent regnskap, planer for gjennomføring og prioriteringer for prosjektet, har støttet prosjektledelsen med ideer og innspill og veivalg for prosjektet. Styringsgruppen har hatt årlige møter

Styringsgruppen har bestått av representanter fra søkerne og medsøkerne. Leder for styringsgruppen har vært Anna Hedenström, SGU.

Referansegruppe
I prosjektet var det planer om å etablere en referansegruppe som støtte til prosjektet, som kunne delta i diskusjoner og gi innspill slik at arbeidet som ble gjort, var relevant, forankret og riktig prioritert med tanke på prosjektets mål og brukernes behov. Tanken var å involvere representanter fra berørte kommuner, miljødirektoratet (Norge) og representanter for Interregprosjektet "Grenseoverskridende besøksforvaltning for Fulufjellets nasjonalparker."
Det ble aldri opprettet noen referansegruppe for prosjektet, men arbeidet ble gjort i nær dialog med flere av brukerne, slik at brukerperspektivet etter prosjektledelsens syn har blitt godt ivaretatt.

GRENSEOVERSKRIDENDE MERVERDI

Den grenseregionale merverdien i prosjektet har spesielt vært knyttet til gjennomføringen av prosjektet som helhet. Under perioden har også prosjektmøtene, diskusjoner om metodikk for registrering og kartlegging, feltarbeid, formidlingsmetoder og dertil hørende faglige diskusjoner gitt oss en langt bedre forståelse av de respektive land og institusjoners ulikheter og likheter – både geografiske og kulturelle. Vi tror at vi har lært av hverandre, vi har utarbeidet et «veikart» for hvilke deler av metodikk og kartlegging vi kan gjøre på felles måte og hvilke som må være litt forskjellige. Regionens geologiske karakter er variert, mange ting er felles, mens andre ting varierer over Indre Skandinavia.

Samlet gjør det at vi kan bidra til å styrke både den naturfaglige forvaltningen av regionen så vel som å bidra til å videreutvikle en grenseoverskridende besøksnæring. Prosjektet har bidratt til at deltakerne kan trekke fram begge lands viktige geosteder og informasjon som kan bidra til en felles forståelse og opplevelse av regionens naturhistorie og kan styrke regionens utvikling. Dette vil på sikt bidra til å styrke besøksnæringen i begge land og å få en helhetlig forvaltning av naturen, både biologi og geologi, i regionen.

Arbeidet har også bidratt til å gjøre kompetansemiljøer på norsk side (Høyskolen Innlandet) og mulig besøksnæring på svensk side (Sollerø sockenförening) kjent med hverandre.

HORISONTALE KRITERIER

I prosjektet har vi forholdt oss til Interreg-programmets *Horisontale kriterier,* der det forutsettes at prosjektet tar hensyn til: (1) bærekraftig utvikling, (2) likestilling og (3) ikke-diskriminering og like muligheter.

Bærekraftig utvikling (Hållbar utveckling)

Ideen med prosjektet har vært å se på geologisk arv som base for en helhetlig, bærekraftig natur-og arealforvaltning. Tanken har vært å øke kunnskap og tilgjengelighet om geologiske besøksmål i Indre Skandinavia og derved styrke det kulturelle og historiske identiteten i lokalsamfunn. Dette kan i sin tur bidra til en bærekraftig utvikling, i et «vern gjennom bruk»-prinsipp. En annen fordel er at geologiske besøksmål ofte ligger utenfor de områdene der det er størst besøkstrykk, og de kan også bidra til en lengre besøkssesong. Dette kan være viktige innsatsfaktorer i besøksforvaltning, som bidrar til både å spre interessen, bidra til flere produkter i reiselivet og bidra til lavere besøkstrykk.

Vi tro vi har lykkes med dette. På norsk side har vi blant annet lagt opp til at enkelte lokaliteter best kan formidles via såkalte VR-stier, som innebærer et mindre besøkstrykk og mulighet for styring av aktiviteten. Dette gjelder spesielt Jutulhogget, et spektakulært naturminne der det er ønskelig å styre besøkene til visse steder, samt i Folldal Gruver, der alle geologiske steder av ulike årsaker ikke er tilgengelige for alle, men der en VR-sti bidrar til å fortelle hvordan malmen har blitt til og hvorfor det ligger et gruvesamfunn der det gjør.

I Fulufjellet er det jobbet mye med Klorans dalgång og dette arbeidet vil gi hele Fulufjellet merverdi, ved at det er utviklet nye besøkssteder og nye geologiske fortellinger (som man altså ikke kan få oppe på Fulufjället – det er ulike geologiske dannelsesmiljøer). Å gjøre disse stedene tilgjengelig gjør naturarven tilgjengelig for alle, ikke bare interesserte spesialister. Arbeidet med Östbjörka steinbrudd og naturreservat gir også ny informasjon om stedet og kompletterer det litt forenklede bildet av at alt rundt Siljan kan forklares med meteorittnedslaget.

I perioden har vi besøkt lokaliteter i felt og diskutert betydning, kontekst og dannelseshistorie. Vi har ønsket å inkludere det geologiske perspektivet tydeligere i formidling og skjøtsel av vernet natur, og det er et skritt på veien mot en helhetlig og dermed bærekraftig forvaltning av natur.

Likestilling (Jämställdhet mellan kvinnor och män)

Effektene prosjektet har bidratt til naturinformasjon som kan brukes av både kvinner og menn. Kjønns-. oppgave- og maktfordelingen har blitt fordelt jevnt i prosjektgruppen underveis i prosjektet. På svensk sida har man implementert policyen Schyst! som Region Värmland har utviklet. Policyen er også brukt i arbeidet med implementering av resultatene fra prosjektet. Dette gjelder spesielt i arbeidet med filming og fotografering, samt forberedelse til å formidle prosjektets resultater i eksterne media.

Ikke-diskriminering og like muligheter (Lika möjligheter och icke-diskriminering)

Prosjektet har bidratt til å gi alle mulighet til å oppdage og oppleve den geologiske dimensjonen i naturen, vår naturhistorie og severdighetene som er dannet av geologiske krefter i naturen. Denne muligheten har fram til i dag stort sett vært forbeholdt spesialister og de spesielt interesserte. Ved å utvikle nye formidlingsmetoder har vi kunnet gjøre materialet mer tilgjengelig. I tillegg til pussigheter, myteomspunne formasjoner og vakre landskap, gir geologi en mulighet til å forstå ikke bare hva du ser, men også hvordan det ble slik. Geologien gir innsikt i tidsperspektiver, prosesser og sammenhenger som er viktige for å forstå vårt natur- og kulturlandskaps historie, vårt livsmiljø og forutsetninger. Generelt er kunnskapen om geologi lav i samfunnet i Skandinavia, og vi tror at prosjektet kan bidra til en økt kunnskap i Indre Skandinavia på sikt. Prosjektets resultat kan omsettes i produkter og tjenester som kommer ulike brukergrupper til gode, på ulike språk og til og med tilpasset for ulike funksjonsnedsettinger. VR-stiene er et eksempel på dette siste.

INFORMATION OCH KOMMUNIKATION

Intern kommunikation

Möten, workshoppar, exkursioner och e-post har haft stor vikt i att nå målen för den interna kommunikationen vilka var att:

- skapa en gemensam förståelse och helhetssyn på arbetet bland samarbetspartners
- stödja projektets mål att ta fram en metod för kartläggning och värdering av geologiska naturvärden.

Inom projekttiden har byte av kommunikatör och WP 2-ledare skett tre gånger vilket har försvårat kontinuiteten i kommunikationsarbetet och uppföljning av kommunikationen. Projektplattformen Trello har använts sparsamt och verksamheten inom de olika WP-delarna har inte här kommunicerats tillräckligt mellan projektmöten.

Extern kommunikation

Den externa kommunikationen har främst bestått av träffar med naturförvaltare, inlägg i sociala medier, deltagande på konferenser och information på webbplatsen: www.sgu.se/om-sgu/verksamhet/samarbeten/gears/. Kommunikationen har gett tillfredställande resultat i form av muntlig positiv feedback och statistik för projektets digitala material. I den externa kommunikationen har finansiering från Interreg samt dess logotyp belysts. Det har varit svårt att kvantifiera och följa upp målen för den externa kommunikationen vilka var att:

- förmedla vad geologiska naturvärden är generellt samt vilka specifika värden som det geologiska arvet i regionen har
- väcka nyfikenhet, öka intresset för det geologiska arvet i allmänhet och i regionen i synnerhet
- förbättra kunskapsunderlaget om regionens geologiska arv för verksamma geologer.

Det digitala materialet kommer att finnas kvar på ovan nämnda webbplats och på SGUs Youtubekanal efter projektets slut. Dialog mellan besöksnäringen och samarbetspartner kommer att fortsätta, bland annat inom projektet GNIST.

FÖRANKRING AV PROJEKTETS RESULTAT OCH EFFEKTER

Projektets interna leveranser av resultat är i sig bidrag för att i framtiden kunna utnyttja kunskap om geologiska värden i både naturförvaltning och besöksnäring. Genom att Länsstyrelsen i Dalarnas län på den svenska sidan och Fylkesmannen i Innlandet och Folldal Gruver på den norska sidan har varit partner, har bidraget till dem varit insatser som säkerställt att projektresultaten övergått i deras befintliga verksamhet. Det har gällt bidrag till utställningar, information om platser, geologisk bakgrundsinformation, förslag till nya platser och en ökad helhetssyn på naturen hos regionala myndigheter. Projektets resultat är i den meningen också till en del dess effekter. I den meningen har inte många övriga åtgärder krävts för att implementera projektets erfarenheter och resultat i organisationernas reguljära verksamhet.

De projektansvariga organisationerna inom NGU och SGU har informerat om resultat och produkter på sina respektive webbplatser. Den utvecklade metodiken för att dokumentera och värdera geologiska naturvärden kommer att användas inom både SGUs och NGUs verksamhet med geologiska naturvärden.

Det samarbete som skett inom GEARS har också stärkt de geologiska undersökningarnas roll inom ett område som de tidigare inte haft någon officiell delaktighet i. Vi hoppas att detta samarbete kan utvecklas i framtiden.

Två andra projekt har kunnat samverka med projekt GEARS och bidragit till verksamhetsprioritering. Dels har Interreg Sverige-Norges projekt ”Gränsöverskridande besöksförvaltning för Fulufjällets nationalparker” pågått samtidigt där en löpande dialog kunnat föras med partner på den svenska och norska sidan, dels har också godkännandet 2019 av Sveriges första geopark, Geopark Siljan, kunnat styra diskussionerna. Genom att Länsstyrelsen i Dalarnas län varit delaktig i båda fallen har kommunikation om detta kunnat anpassas effektivt. I Innlandet Fylke (tidigare Hedmark) har man antagit en ”Regional plan for opplevelsesnæringene i Hedmark 2012–2019”. Framtagandet av denna plan har inte skett i samarbete med projekt GEARS, utan snarare har den regionala planens prioriteringar av utveckling av attraktiva upplevelsekoncept visat på möjligheterna för GEARS att kunna förankra resultaten i redan befintliga regionala planer och intressen. Planen har visat hur väl GEARS mål ligger i tiden.

Utöver detta har ett tydligt behov utkristalliserats under projektets slutfas och det har varit att utnyttja potentialen i resultaten för att kunna utveckla dem. Projekt GEARS har visat hur långt det var möjligt att nå med det utrymme som funnits och de projektmedlemmar som medverkat. Det har också visat var vi har varit tvungna att dra linjen för fortsatt verksamhet. Av den anledningen har ett fortsättningsprojekt sökts och blivit beviljat, GNIST. Fortsättningsprojektet fokuserar på såväl teknikutveckling som lokalt nätverkande inom besöksnäring och allmänhetens delaktighet. Projektmedlemmarna från GEARS är till största delen med i GNIST, tillsammans med nya medlemmar. Se vidare under avsnittet *Förslag och idéer.*

En av projektmedlemmarna har velat fortsätta med och utveckla möjligheterna för digital förmedling av natur- och kulturarv som stöd till lokala entreprenörer. Som ett resultat av

GEARS har därför ett aktiebolag, Vis-Syn AS, bildats för att kunna fortsätta med detta. Det är nu offentligt registrerat i företagsregistret i Norge och är i gång.

Ytterligare ett resultat av GEARS är det förprojekt som genomförs 2018–2020 på Høgskolen i Innlandet med stöd från RFFI (Regionalt ForskningsFond Innlandet) och Høgskolen i Innlandet; ”Kunnskapsturisme i Indre Skandinavia – pilot om formidling av natur og kulturminner ved hjelp av utvidet virkelighetsteknologi (AR/VR)”.

AKTIVITETER OCH EKONOMI

Aktiviteterna har beskrivits översiktligt i inledningen till avsnittet *Mål, resultat och förväntade effekter*. Till allra största delen har kostnaderna förbrukats inom kostnadsslagen Personal samt Resor och logi. Kostnaderna för externa tjänster har dock varit högre i Norge än i Sverige.

Fördelningen i utfall per aktivitet (WP) utgör visserligen de redovisade kostnadsställena, men utfallet i sig per WP visar inte en fullt representativ bild av arbetsförfördelningen inom projektet. Anledningarna är flera. Vi har under både projektträffar, exkursioner, fältarbete, möten och workshoppar kombinerat flera arbetsuppgifter, för att effektivisera arbetet så mycket som möjligt och utnyttja den tid som givits. Med andra ord kan en och samma resa redovisas på flera olika sätt av deltagarna, beroende på hur de själva bokats in i respektive ekonomisystem. En medlems huvudsakliga arbetsuppgift kommer ju också att redovisas som tid på tillhörande WP, även om man deltagit på ett möte där andra arbetsuppgifter varit i fokus. Projektledarnas tid har dessutom till en del lagts på att stötta inom olika aktiviteter, medan tidredovisningen satts på projektledning (WP 1). Den praktiska och faktiska resursfördelningen mellan WP rymmer därför både överlapp och dolda tal. Utfallet per aktivitet kan av dessa anledningar endast redovisas med genomsnittliga summor och ses i tabell 2 och 3 för Sverige och Norge.

Tabell 2. Svenskt utfall per aktivitet projekt GEARS.

Kostnadsslag	WP 1	WP 2	WP 3	WP 4	WP 5	WP 6	Totalt
Personal	1 231 808	321 204	173 418	1 001 984	700 045	109 560	3 538 020
Resor och logi	83 425	114 046	5 407	86 255	45 681	24 887	359 701
Schablonkostnader	184 771	48 181	26 013	150 298	105 007	16 434	530 703
Externa tjänster	0	405	0	9 000	36 218	6 127	51 750
Utrustning	0	0	0	0	6 802	0	6 802
Summa	**1 500 004**	**483 835**	**204 838**	**1 247 537**	**893 754**	**157 008**	**4 486 976**

Tabell 3. Norskt utfall per aktivitet projekt GEARS.

Kostnadsslag	WP 1	WP 2	WP 3	WP 4	WP 5	WP 6	Totalt
Personal	181 620	181 620	363 240	363 240	363 240	363 240	1 816 200
Resor och logi	44 608	44 608	44 608	89 216	89 216	44 608	356 863
Schablonkostnader	27 243	27 243	54 486	54 486	54 486	54 486	272 430
Externa tjänster	90 649	0	20 126	58 451	96 777	213 399	479 402
Utrustning	0	0	0	4 043	3 494	0	7 536
Summa	**344 120**	**253 471**	**482 460**	**569 436**	**607 212**	**675 733**	**2 932 431**

I Sverige har personalkostnaderna upparbetats till 88 %. Genom de byten av ansvariga personer och de sjukskrivningar som skett inom projektet har personalinsatserna därför inte kunnat utnyttjas fullt ut. Vidare har ett antal insatser som planerats som separata händelser, kunnat slås ihop för att effektivisera arbetet. Därför har också färre timmar gått åt i praktiken genom denna rationalisering. Det handlar om såväl insatser i fält som möten och workshoppar.

Förbrukningen inom Resor och logi var från början lägre än planerat, då fältarbetsinsatsen blev mindre än planerad. Under projektets gång har dock fler workshoppar och möten kunnat balansera resursförbrukningen till en del.

Under projektet har ett par mindre och en större ändring av kostnadsslag beviljats. I början av projektet såg vi behovet av att ändra hela kostnadsslaget från Investeringar i material och externa lokaler till Extern sakkunskap och externa tjänster, dock var det mer att betrakta som en korrigering. En planerad insats genom inköp av konsulttjänst blev inte av, på grund av att Länsstyrelsen i Dalarnas län behövde utföra arbetet själva och då behövde köpa in utrustning. Därför beviljades också en mindre ändring av kostnadsslag från Extern sakkunskap och externa tjänster till Investeringar i material och externa lokaler.

Den stora ändringen som gjorts i projektets budget har gällt ändring på svensk sida av kostnadsslag från Resor och logi till Personal för att kompensera för att tidsåtgången för de olika WP har visat sig vara mer tidskrävande än förväntat. Särskilt överlämningen och anpassningen av information mellan WP 3+4 och WP 5+6 har visat sig kräva långt mer diskussioner och samarbete än vad som planerats. En annan ändring som vi har sett behovet av, var att kompensera för tidigare nämnda förseningar och personalbortfall. Vi har därför under 2019 ansökt om förlängning av projekttiden med en period, vilket beviljades. Detta har gett oss möjlighet att utnyttja mer av projektets oförbrukade medel och att nå de flesta av projektets mål.

Totalt sett har 98 % av projektets beviljade medel förbrukats. På svensk sida har 89 % förbrukats medan 7 % över budget har förbrukats på norsk sida.

FÖRSLAG OCH IDÉER

Projektets ramar och mål är både dess möjligheter och begränsningar. De möjligheter som projektet har gett har varit unika och välmotiverade, men vi har i projektet också sett det stora behovet att ta resultaten ett steg längre än vad som projektet tillåtit. I nästan samtliga WP ser vi behovet av att förverkliga potentialen i de levererade resultaten, att konkretisera möjligheterna. De mest påtagliga behoven har rört

- att utveckla digitala verktyg och webbaserade tjänster och redskap, för både allmänhet och tjänstepersoner
- att färdigställa en gemensam databasstruktur för en nationell registrering av platser
- att utveckla handledningar och riktlinjer för att kunna arbeta enhetligt mellan och inom länderna
- att kunna erbjuda fler platser till besöksnäringen
- att lokalt och regionalt stärka den naturbaserade identiteten genom att bygga varumärken kring de geologiska värdena
- att stärka samarbetet inom lokal geoturism genom workshoppar och nätverkande.

Av den här anledningen har projektet Geologiskt arv i Naturbaserad Innovation för Skandinavisk Turism (GNIST) kommit till. Detta fortsättningsprojekt både kompletterar och förtydligar GEARS möjligheter och begränsningar. Vi ser GNIST som en välkommen chans för att nå ut och utveckla regionerna.

REFERENSER

Ashbourn, J., 2011: Geological Landscapes of Britain. Springer, London.

Baug, C., 2018: *Tectono-metamorphic evolution of metasedimentary host rocks of ultramafic rocks in the Heidal/Sel Group, Trondheim Nappe Complex, Folldal: mineralogical and micro-textural changes during the Scandian thrusting.* Master thesis In Geology, Department of Geosciences, The Arctic University of Norway, Tromsø. <https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/14341/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (hentet 1. juli 2020)

Bergengren, A., 2019: Geodiversity in Scandinavian nature management: a case study from Hedmark, Norway and Dalarna, Sweden. 45 credits Master Thesis in the Earth Sciences Master's program, Department of Earth Science, University of Gothenburg.

Brilha, J. & Reynard, E., 2018: *Geoheritage and Geoconservation: The Challenges.* In: Editor(s): Emmanuel Reynard, José Brilha, Geoheritage, Elsevier, 433–438. ISBN 9780128095317.

Brocx, M., 2008: *Geoheritage – from global perspectives to local principles for conservation and planning.* Western Australian Museum, Perth, Australia, 175 s.

Burek, C. V. & Prosser, C. D., 2008: The history of geoconservation: an introduction. *Geological Society, London, Special Publications, 300(1),* 1–5

Crofts, R. & Gordon, J. E., 2015: *Geoconservation in protected areas.* In M. L. G. L. Worbys, A. Kothari, S. Feary and I. Pulsford (Ed.), Protected Area Governance and Management, 531–568. ANU Press, Canberra.

Direktoratet for Naturforvaltning, 2010: Landskapsanalyse. Framgangsmåte for vurdering av landskapskarakter og landskapsverdi. 48 s. ISBN: 978-82-7574-054-8.

Erikstad, L., Uttakleiv, L. A., Halvorsen, R., 2016: Characterisation and mapping of landscape types, a case study from Norway. *Belgeo 2016 (3-2015).*

Gray, M., 2013: *Geodiversity – valuing and conserving abiotic nature.* Wiley Blackwell, 2nd ed., 495 s.

Gray, M., Gordon, J. E. & Brown, E. J., 2013: Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. *Proceedings of the Geologists' Association, 124(4),* 659–673.

Gray, M., 2018: *Chapter 1 - Geodiversity: The Backbone of Geoheritage and Geoconservation.* In: Editor(s): Emmanuel Reynard, José Brilha, Geoheritage, Elsevier, 13–25. ISBN 9780128095317.

Hagen, D., Eide, N.E., Evju, M., Gundersen, V., Stokke, B., Vistad, O.I., Rød-Eriksen, L., Olsen, S.L. & Fangel, K., 2019: Håndbok. Sårbarhetsvurdering av ferdselslokaliteter i verneområder, for vegetasjon og dyreliv. *NINA Temahefte 73.* Norsk institutt for naturforskning.

IUCN, 2015: *Protected Area Governance and Management.* Editors Worboys, Lockwood, Kothari, Feary and Pulsford.

Johansson, C. E., (ed), 2000: Geodiversitet i nordisk naturvård. Nordisk Ministerråd, Nord, *2000:8.*

Lantmäteriet, 2020: Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+.

Länsstyrelsen Dalarnas län, 2013: Miljömål 2013. *Rapport 2013:11.*

Medhus, S., Nagy, T.G. & Kalvsjøhagen, A.B., 2020: Geological Heritage Group – GEARS Team. Studentarbete, intern arbetsrapport. INN.

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005: Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis.

Natural Recources Wales, 2016: LANDMAP Methodology Geological Landscape.

NOU, 2013: 10. Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester.

Simensen, T., Halvorsen, R., Erikstad, L., 2018: Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land Use Policy; Volume 75*. 557–569.

Sigvartsen, M., & Krogh, H., 2019: Game technology and simulation. Gears app. Bacheolors project: Pilotproduction. Inland Norway University. <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3A4f830375-e0b5-4a06-bcd2-5f4033a55351> åtkommen 30 mars 2020.

van Wyk de Vries, B., Byrne, P., Delcamp, A., Einarson, P., Göğüş, O., Guilbaud, M-N., Hagos, M., Harangi, S., Jerram, D., Matenco, L., Mossoux, S., Nemeth, K., Magshoudi, M., Petronis, M., Rapprich, V., Rose, W. I. & Vye, E., 2017: *A global framework for the Earth: Putting geological sciences in context*. Global and Planetary Change.

BILAGA 1. RELATERAT MATERIAL TILL WP 2 – WP 6

I denna del av rapporten redovisas de olika dokument som utgör delresultaten av projektet och är indelade efter aktivitet (WP). De tjänar som rapportering från projektets verksamhet, där flera också är bidrag till det framtida arbete som projektet syftar mot.

Dokumenten omfattar både redovisningar av möten, fältarbeten, sammanställningar av geologi, delrapporter, förslag och olika underlag till förmedlings- och förvaltningsinsatser.

Foton där fotografens namn saknas är tagna av projektdeltagarna.

De geologiska kartunderlag som framställts för projektet har hämtats från SGUs och NGUs databaser enligt nedan:

Jordarter Hedmark-Dalarna: SGU, NGU, 2020: Jordarter 1:1 miljon – databas. Hedmark-Dalarna, 2020-05-26, modifierad.
Jordarter Siljansområdet: SGU, 2020: Jordarter, huvudsakligen 1:50 000 – databas. Siljansområdet, 2020-05-26, modifierad.
Berggrund Fulufjället: SGU, NGU, 2020: Berggrund, huvudsakligen 1:250 000 – databas. Fulufjället Norge-Sverige, 2020-05-26, modifierad.
Berggrund Siljansområdet: SGU, 2020: Berggrund, 1:50 000 – databas. Siljansområdet, 2020-05-26, modifierad.

WP 2

- Poster. ProGEO-konferens i Polen juni 2018
- ProGEO News. Nr 2, 2017
- Poster. Nordic Geological Winter Meeting 2018, Köpenhamn

Photography: The geosite Jutulhogget in Norway is a mighty canyon washed out by gigantic glacial meltwater flows. According to folk lore, though, the bedrock is split by fighting giants. The site today is a spectacular tourist attraction. Photo: Rolv Dahl, NGU.

Geological heritage in the central part of Scandinavia

A Norwegian-Swedish transboundary Interreg project (2017–2019)

Our goal: use geological values to create societal values

Geological values
The project is focusing on geological heritage and geological diversity, a valuable but often overlooked natural resource. The aim is to register, manage and create values based on the shared geological heritage in the neighbouring counties of Hedmark (Norway) and Dalarna (Sweden). The chosen study areas (*Fig. 1*) contain significant geological features in a transboundary context. From the Caledonides in the west, in the middle precambrian sandstone, to precambrian crystalline bedrock in the east, including the Siljan astrobleme – the biggest in Europe. The glacial history is also a characteristic feature of the area.

Societal values
These values could be made more well-known in spatial planning, nature management and tourism. The Norwegian and Swedish nature managements differ in parts, and we aim to reach a consensus and to find a methodology ranging from inventory, assessment and management, to transferring of information. Through this methodology, we aim to further the use of geodiversity as sustainable tourist destinations, produce good examples for interpretation and presentation of some of the sites. This will serve as a pilot study for a common national management.

Project leaders
The Geological Surveys of Sweden and Norway

Partners and participants
- Norwegian Institute for Nature Research
- Inland Norway University of Applied Sciences
- Folldal mines (foundation)
- County Administrative Board of Dalarna
- County Governor of Hedmark
- Sollerö Sockenförening (local and non-profit association)

The project has been granted funding from Interreg Sweden-Norway, Hedmark County Council, and the Regional Development Council of Dalarna County.

References
Johansson, C.E. (Ed). 2000. Geodiversitet i nordisk naturvård (Geodiversity in Nordic Nature Conservation), Nord 2000:8, pp. 1–149. Nordiska ministerrådet (Nordic Council of Ministers); Copenhagen.

Wimbledon, W.A.P., Smith-Meyer, S. (Eds). 2012. Geoheritage in Europe and its conservation, pp. 1–405. The European Association for the Conservation of the Geological Heritage, ProGEO; Oslo.

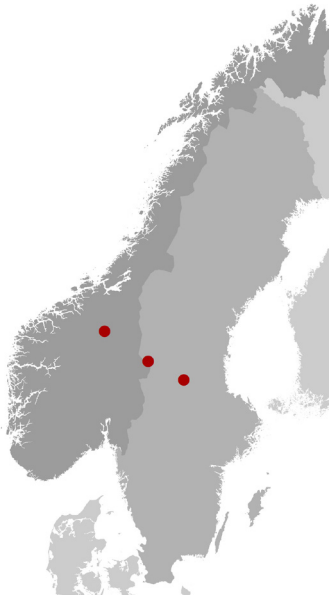


Fig. 1. Study areas are chosen to represent significant geological features in a transboundary context, from west to east: Folldal in Norway, Mount Fulufjället national parks in Norway and Sweden, and the Siljan astrobleme in Sweden.

Results
- A framework for the mapping and valuing of the region's geological heritage;
- Geological maps and descriptions in selected areas;
- Proposal for outreach methods of how to inform of the geological heritage in selected areas;
- Outreach material about the region's geological heritage aiming at the public, including residents;
- International seminar on geoheritage.

Expected effects
- An increased local and regional awareness of the importance of geoheritage as an asset for the tourism industry;
- Increased co-operation between tourism industry and nature managers on both sides of the border;
- Increased awareness and pride of local landscape character as well as the shared cultural and historical identity of the region;
- A better environmental management in the region;
- Better and new products for the tourism industry, leading to better tourist experiences;
- Development of new tourist sites;
- Better education in natural science in the region.

Contact information

Sven Lundqvist [1], Gunnel Ransed [1], Rolv Dahl [2]

[1] Geological Survey of Sweden,
Box 670, SE-751 28 Uppsala, Sweden

e-mail: sven.lundqvist@sgu.se
gunnel.ransed@sgu.se

[2] Geological Survey of Norway,
P.O. Box 6315, Torgarden,
NO-7491 Trondheim, Norway

e-mail: rolv.dahl@ngu.no

Project partners:

Interreg Sweden-Norway – European Regional Development Fund – EUROPEAN UNION
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE – NGU
SGU Sveriges geologiska undersökning – Geological Survey of Sweden
HØGSKOLEN i INNLANDET
FOLLDAL GRUVER
FULUFJÄLLETS NATIONALPARK
County Governor of Hedmark
LÄNSSTYRELSEN DALARNAS LÄN
NINA – Norsk institutt for naturforskning
SOLLERÖN
REGION DALARNA

ProGEO NEWS

ProGEO 2017 n.2

the european association for the conservation of the geological heritage

Geological heritage in the central part of Scandinavia (GEARS)

A Norwegian-Swedish transboundary project (2017 – 2019)

by:
Gunnel Ransed [gunnel.ransed@sgu.se]

There is in Scandinavia a need to advance the work in producing adapted information as well as basic information regarding sites of geological significance and their area of adequate use. For this development it is important to find collaborators and to build a network of stakeholders and users of the information. A transborder project started earlier this year that aim to develop the way of working in the range from a better knowledge-base to the management of sites.

The project area includes geologically significant values of which some represent important parts of our geological heritage. These values could be made more well-known in spatial planning, nature management and tourism. In the project we aim to further the use of geodiversity as sustainable tourist destinations, produce good-examples for interpretation and presentation of some of the sites. The Norwegian and Swedish nature management differs in parts, and we find it important to reach a consensus and to find a methodology ranging from inventory, assessment, management to transferring of information regarding the transboundary geodiversity. This has not yet been done between the countries and would for that reason serve as a pilot study for a national management in both Norway and Sweden.

The project aim for these results:

- A joint methodology for inventory, categorization/ assessment
- Inventory of the geoheritage in the region
- In three case study areas: registration, passing on information, produce good examples for management and value-adding
- Develop the cooperation between the different actors: from the holder of basic information to those that refine and interpret natural and cultural values.

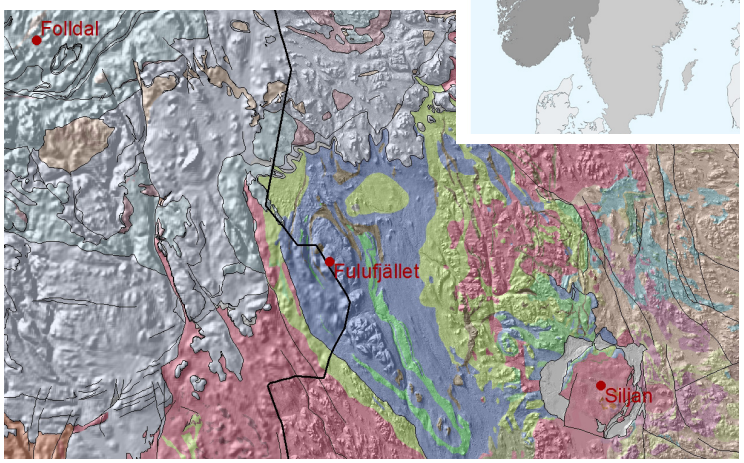


Figure 1 : The Scandinavian peninsula with the case study areas shown as red dots. The main bedrock geological features in the region show that the case study areas complement each other as to the geological character and evolution. From Caledonides (very light blue) in the west, in the middle pre-Cambrian sandstone (blue; very well preserved despite younger Caledonian orogeny), to Precambrian crystalline bedrock (reddish etc.) in the east. A light grey ring of Palaeozoic bedrock shows at Siljan, representing the Siljan ring astrobleme (ca 370 million years old).

In order to ensure the methodology, we would like to engage ProGEO and to invite exchange of experiences with other countries. We propose to organise a thematic seminar within the ProGEO Northern Europe regional group.

Collaborating partners in the project are the Norwegian and Swedish geological surveys, who are the leading partners in respective country. In addition, sub-partners from nature management, regional educational institutions and tourism are participating: Norwegian Institute for Nature Research, Inland Norway University of Applied Sciences, the foundation Folldal mines, County Administrative Board of Dalarna, County Governor of Hedmark and the local and non-profit association Sollerö Sockenförening. The project has been granted funding from Interreg Sweden-Norway, Hedmark County Council, and the Regional Development Council of Dalarna County.

Figure 2 : Plumose structures in granite at largest impact crater in Europe (Siljan ring - 52 km across). It is the source and background for high geoheritage values in the region: not only impact structures and almost vertical Palaeozoic beds that are preserved in the ring structure, but it has also affected Quaternary features and processes.

Meeting of the Geoheritage Commission

Biosphere Reserve of Menorca (Spain) from 6 to 10 June 2017

by:
Enrique Diaz Martinez [e.diaz@igme.es]

The XII National Meeting of the Geoheritage Commission (CPG) of the Geological Society of Spain (SGE) took place in Menorca from 6 to 10 June 2017. This biannual meeting is the main Spanish scientific forum on geoconservation, and its objective is to share, discuss and disseminate the initiatives developed in Spain for the adequate conservation of geoheritage, including inventories, legislation, management and public outreach. The meeting was also a great opportunity to consolidate the project developed by the Minorca Biosphere Reserve Agency of the Insular Council of Menorca (CIME) to publicize Minorca's geological heritage.

The local government of the island (CIME) hosted the inauguration of the meeting on Tuesday 6th in an event that included the interventions of Javier Ares (Councillor of Environment and Biosphere Reserve), Ana Maria Alonso (president of the SGE), and Laia Obrador (member of the City Council of Maó). Together with CIME and CPG, other organizations also collaborated, supported and/or sponsored the meeting, such as the Menorca Studies Institute, the Ministry of Environment of the regional Government of the Balearic Islands, the City Councils of Maó and Ferreries, the University of the Balearic Islands, the Association of Geologists of the Balearic Islands, the Geological Survey of Spain (IGME), the Lithica Foundation, the Martí i Bella Historical & Archaeological Society, and the company Yellow Catamarans.

The meeting had 89 registered people, of which about 70 were experts in the field of geoheritage from different parts of Spain, as well as Portugal, Germany and Brazil. The first day (Tuesday 6th) took place an intensive course on "Interpretation and Management of Geological Heritage", which was also a success. The course covered its quota of 40 entries, and was part of the XXI edition of the International University of Menorca.

The scientific sessions of Wednesday 7th and Friday 9th allowed to share the latest developments on geoconservation and management of geological heritage. These included well-moderated 8 min discussions after each 12 min presentation, as well as invited conferences on "Trends and challenges in geoconservation" by José Brilha (professor of the University of Minho, Braga, Portugal) and "Management of heritage in Biosphere Reserves" by Francisco Cantos (secretary of the Spanish National Committee of the Man & Biosphere Programme). Other activities included a debate open to the general public, a boast trip for all participants to see the geology along de Bay of Maó, and a tribute was paid to the Minorcan geologist Antoni Obrador.

As is tradition in these national meetings of the CPG, the technical sessions took place all in the same auditorium (i.e., with no session overlaps), and alternated with several excursions around the island on Thursday 8th and Saturday 10th, which allowed the attendees to get a good knowledge of the exceptional geological heritage of Menorca, and its relation with cultural heritage and other types of natural heritage.

On the occasion of the meeting, and following the line of work promoted by the Menorca Biosphere Reserve Agency, the local government of the island (CIME) produced a video documentary on the geological heritage of Menorca and its influence on the landscape, which was premiered during the meeting with the intention to start a line of public outreach on the natural heritage of the island. The Municipality of Maó joined the initiative with the publication of an urban geological guide for a walking tour of the city center.

The meeting also included formal protocols of the Commission, such as the required general assembly, the election of location for future meeting, and election of new executive committee. The next meeting will take place in Tenerife (Canary Islands) in June 2019. The executive committee renewed its members, except for its new president (Manu Monge) and vice-president (Ángel Salazar), in exchange for outgoing Enrique Díaz-Martínez and Guillermo Meléndez.

The work resulting from the meeting has been collected in a monographic volume of the series "Cuadernos del Museo Geominero" under the title "Geological heritage, managing the abiotic part of the natural heritage" and available in http://www.igme.es/Museo/publicaciones/CUADERNO21.pdf

Southeastern Europe - regional group

Meeting in Ankara (12-14 April 2017)

by:
Afat Serjani [afatserjani@gmail.com]

The meeting ProGEO South-eastern Europe - regional group was held under the framework of the 70th International Geological Congress of Turkey, which was held in Ankara from 12 to14 April 2017. This congress hosted sessions dedicated to Geological Heritage Conservation, Geoparks and Geotourism.

The special Session on Geoheritage in SE European countries was arranged April the 13th. Here country reports and presentations were given by N. Kazanci and H. Inanner et al. (Turkey); S. Vasile and D. Grigoresku (Romania); R. Nakov and V. Zagorchev (Bulgaria); L. Marjanac (Croatia); V. Pruthi (Kosovo); L. Moisiu, M. Dollma (Albania); G. Sijarich (Bosnia and Herzegovina); G. Horwath (Hungary).

The second part of this session was dedicated to a join debate about ProGEO future activities and projects in participant's countries.

The participants spoke about the future activities and projects, and especially on a book of regional geosite list of SE European countries. The debate also focus: inclusion of ProGEO membership for Slovenia, Bosnia and Hercegovina, and Macedonia; involvement of ProGEO young researchers and students in every country; organization of local and regional ProGEO thematic trips and meetings, promoting the knowledge exchange between countries; creating a list of the "best" geosites in SE European countries; organizing a summer school for training on geoconservation, and a digital interactive map with geosites.

In this debate participated among others) Nizamettin Kazanci, Bill Wimbledon (ex-President of ProGEO), and Ivan Zagorchev founder ProGEO Southeastern Europe - regional group.

The second day a ProGEO sessions "Geological Heritage in the Middle East and South East European Countries" had the following presentations:

- Geological Heritage Inventory and Geoconservation Studies in Turkey, by Tahya Cifci, et al. (Turkey);
- TAR-AL-SAYED Area Suitability as Geopark, by Ahmed J, et al. (Iraq);
- Sand dunes migration over Qara Taba architecture site in southern Iraq, by Hasan K. Jasim, et al. (Irak);
- Regional Geological Sites of Albania in a Regional Geological Context by A. Serjani (Albania);
- Reclassification of Geosites based on the New Administrative Reform of Territory of Albania by L. Moisiu (Albania);
- Ahvar of Southrn Iraq in the UNESCO World Heritage list by Zeki M. Hasan, et al. (Iraq).

This was followed by the session "Geoparks and Geotourism" with the following presentations:

- Ohrid Geopark and its Unique Geoheritage by A. Mici, et al. (Albania);
- Valorisation of the Geosites of Tropoja for Geotourism Development by M. Dollma (Albania);
- Fulgurite: A Potential site for Geological Heritage by I. Gundogan, et al. (Turkey);
- Living Hydromagnesite Stromatolites and Salda Lake by Elife Akgul, et al. (Turkey);
- Geotourism potential of natural Sites around Kayseri, Malatya, Sivas, Yozgat Provinces in Turkey by M.Gormus, et al. (Turkey);
- Geopark Potential of Kackar Mountain National Park by Yildrim Ginger, et al. (Turkey);
- Geological Features of Cal-Camili Natural Park and their Geotourism Potential by N. Araz, et al. (Turkey);
- Assessment of the Geotourism Potential of Seydiler and Nearest Area by Cagiag Ozkaymak, et al. (Turkey);
- The Geopark Potential of Oltu Narman Basin (Eastern Turkey, Erzurum) by D. Azaz, et al. (Turkey);
- Significance of Geosites for Protection of Nature and Selected Geosites by C. O. Akin, et al.(Turkey);
- International Geological Congress, Geological Heritage and Geoparks by Aydin Aras (Turkey).

In addition, Dan Grigoresku gave a presentation about the Cretaceous Dinosaur's Park in the session of Stratigraphy.

The third day it was a field trip visiting:

- PeltchikYashian Petrified fossils (forest);
- Abaca fairy chimneys;
- Mahkeme Agacin cultural geosite;
- Guverm columnar basalt;
- Bekonak leave and fish fossils.

This meeting of ProGEO Southeastern Europe - regional group was a new experience for all participants.

The outcomes of the meeting will support and enhance future scientific studies and research projects. We expect to increase public awareness on importance of geological sites and Geoparks in our countries, with special focus on education of young generations.

Our Turkish colleagues combined the very good hospitality we experienced with a precise organization of the meeting as the core factor to the meetings success.

These very nice days in Ankara, were a strong remember for all of us members of "ProGEO: Big Family".

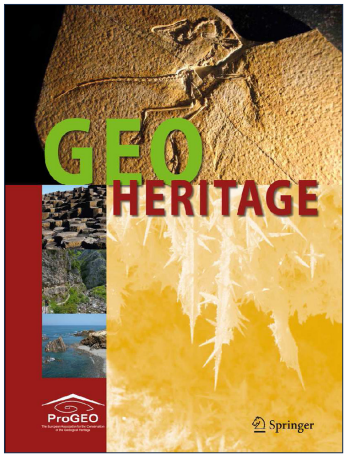
Geoheritage

ProGEO scientific journal - impact factor 1.472

by:
ProGEO [progeo@progeo.ngo]

Our efforts with the ProGEO scientific journal "Geoheritage" seem to pay off! It is a great encouragement to see that the impact factor of "Geoheritage" continues to increase! The new Journal Citation Reports (Thomson Reuters) are now out showing that the 2016 impact factor for Geoheritage is: 1.472. This is an increase of 40% in relation to 2015.

Thank you to all authors, reviewers, readers, and editorial board that are the basis of this result and let it be an encouragement for us all to continue to do the work so we can secure this positive development.



Deadline next issue of ProGEO NEWS

October 2th, 2017

Please send contributions to ProGEO NEWS. Members are interested in things that happen all over the world, your experiences, activities, science, geosites, geoconservation and geotourism efforts!

october
2

ProGEO NEWS are available in the ProGEO site (under publications) www.progeo.ngo

ProGEO NEWS issued 4 times a year with information about ProGEO and its activities.
Editor: Lars Erikstad • lars.erikstad@nina.no • + 47 91 66 11 22 (phone)
Please send your contributions (unformatted word file). 500 – 2000 words with photographs, maps and figures clearly marked as ProGEO NEWS.
If longer texts are needed, please contact the editor.

ProGEO: European Association for the Conservation of the Geological Heritage.
President: José Brilha • Executive Secretary: Lars Erikstad • Treasurer: Sven Lundqvist.
Membership subscription: € 50 (including GEOHERITAGE journal), 25/yr.(without GEOHERITAGE journal). Institutional subscription: €185/yr.

ProGEO is affiliated with the IUGS and is a IUCN member

ProGEO NEWS produced with support from the Norwegian directorate for Nature Management

Nordic Geological Winter Meeting 2018
The 33rd Nordic Geological Winter Meeting - January 10-12, 2018 -
Technical University of Denmark (DTU), Kgs. Lyngby, Copenhagen, Denmark.

Geological heritage in Inner Scandinavia - GEARS

by Terje Motrøen, Gunnel Ransed and Rolv Dahl

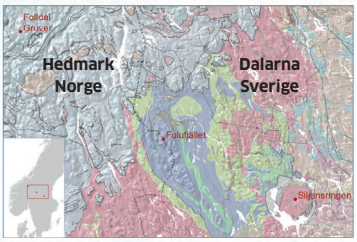
ABSTRACT

The goal of the project is to record, manage and create values based on the region's common geological heritage. Achieved results will be a common framework for geological surveying, registration and descriptions of geo resources in selected areas in inner Scandinavia.

Other results are the testing of new methods for information on geological heritage through the use of new dissemination technology (VR/AR technology), obtaining material about the geology of the region aimed at the public and residents and organizing an international seminar on geological heritage.

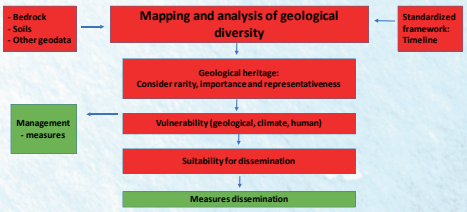
Expected effects are increased local and regional awareness of the importance of geological heritage as a resource for tourism and business development. Increased cooperation between tourism and nature management, increased awareness and pride of local landscapes, as well as shared cultural and historical identity. Better environmental management, improved new products for the tourism industry, better tourist experiences, development of new sites and improved education in the region.

In the interreg project GEARS (2017-2019) , are SGU project owners and NGU have project management. In addition, several other regional institutions and companies from Norway and Sweden participate in the project.



The map shows field areas in Inner Scandinavia: Folldal / Nord Østerdalen (Norway), Fulefjellet (Norway-Sweden) and Siljan, Dalarna Sweden.

Measurements of an old soapstone excavation site in Folldal. Photo: Ane Engvik, NGU.



Work model and method. Geological heritage in inner Scandinavia 2017-2019.

GOAL

Determine wether if the geology in Hedmark and Dalarna can be used more actively as a destination, how it can be communicated and how the geological conditions can be used as a pilot for national and regional environmental administration for both countries in this area.

DESIRED RESULTS

A framework for mapping and valuation of geological heritage. Geological maps and description of selected areas and themes. Proposed method for spreading geological diversity in selected areas. Information about the region's geological heritage for tourism, schools and residents. Basis of management plan (s) for geological heritage. International seminar on geological heritage

ACHIEVEMENT OF OBJECTIVES

Increased local awareness of the importance of geological heritage as a resource for tourism. Increased cooperation between tourism and nature management on both sides of the border.
Increased awareness and pride in the local landscape and the common cultural and historical identity of the region. An improved nature and environmental management in the region. New, better tourism products that can contribute to better travel experiences. Development of new tourist attractions where this is environmentally friendly. Better foundation for scientific education in the region.

The main author explaining the geological history of Jutulhogget, a famous geological landmark in Norway. Photo: Terje Motrøen

GEARS WORK PACK (WP)

1. Administration and project management
2. Communication
3. Methodology for mapping and verification of geological heritage
4. Geological heritage as a basis for outdoor life and tourism
5. Spread of natural heritage and natural diversity through new technologies, products and exhibitions.
6. Leadership of geological natural heritage

AUTHOR CONTACT

Terje Motrøen, Associate Professor, Inland Norway University of Applied Sciences.
P. O. Box 400, NO-2418 Elverum, Norway. E-mail: terje.motrøen@inn.no
Gunnel Ransed, Scientist, Geological Survey of Sweden (SGU).
P. O. Box 670, NO-751 28 Uppsala, Sweden. E-mail: gunnel.ransed@sgu.se
Rolv Dahl, Scientist, Geological Survey of Norway (NGU)
P. O. Box 6315 Torgarden, NO-7491 Trondheim, Norway. E-mail: rolv.dahl@NGU.NO

Partnere:
Fylkesmannen i Hedmark
Hedmark Fylkeskommune
Stiftelsen Folldal gruver
NINA
Inland Norway University of Applied Sciences
Norges geologiske undersøkelse
SGU Sveriges geologiska undersökning
Interreg Sverige-Norge
Länsstyrelsen Dalarnas län

WP 3

- Rapport WP3 og WP6 om Registrering, Verdisetting og Forvaltning av geologisk arv
- Mall för platsbeskrivning

REGISTRERING, VERDISETTING OG FORVALTNING AV GEOLOGISK ARV

GEARS-rapport WP3 og WP6

Erikstad L.(1), Heldal, T.(2), Lundqvist, S.(3), Angvik, T. L.(2), Dahl, R.(2) og Ransed, G. (3)
1) Norsk Institutt for Naturforskning
2) Norge geologiske undersøkelse
3) Sveriges geologiska undersökning

Interreg Sverige-Norge

GEARS (Geologisk Arv i Indre Skandinavia) er ett svensk-norsk prosjekt innenfor EU-programmet Interreg Sverige-Norge. Prosjektet har fått bevilgning gjennom innsatsområdet Natur- og kulturarv, innen delområdet Indre Skandinavia.

Målet er å se om regionens geologi kan brukes enda mer aktivt som bærekraftig reisemål, hvordan den kan formidles og hvordan vi kan bruke de geologiske forholdene i regionen som en pilot for en nasjonal forvaltning for begge landene på dette området.

Gjennom prosjektet GEARS skal aktører fra Norge og Sverige bidra til å forbedre kunnskapsgrunnlaget om regionens geologiske arv. Prosjektet skal i første omgang utvikle en felles metode for kartlegging og vurdering av regionens geologi. Videre skal prosjektet spre informasjon og kunnskap, forvalte og skape verdier basert på den geologiske naturarven i tre områder; Folldal, Fulufjellet og Siljansringen.

GEARS-prosjektet er et samarbeid mellom:

- Sveriges geologiska undersökning (SGU, prosjekkoordinator)
- Norges geologiske undersøkelse (NGU, projektleder i Norge)
- Norsk institutt for naturforskning (NINA)
- Länsstyrelsen Dalarna
- Høgskolen i Innlandet
- Fylkesmannen i Innlandet
- Fulufjellet nasjonalparkforvaltning
- Stiftelsen Folldal Gruver
- Sollerö sockenförening

Innhold

Innledning 6
Geologi og naturforvaltning 8
Bruk og forvaltning av geologisk arv 9
Økosystemtjenester og geologi 9
Geologien i landskapet 10
Betydningen av geologisk arv 14
Fra mangfold til arv 16
Innganger til verdi 16
Videre definisjoner 17
Registrering og beskrivelse av geologisk arv 21
Før registrering 21
Registrering av geologisk arv 22
Geografiske data 22
Grunnleggende geologisk beskrivelse 23
Støttende informasjon 24
Referanseinformasjon 26
Et beskrivende rammeverk for geologisk arv 27
Rammeverk for geologisk arv 27
Rammeverk for geosteder – en syntese 30
Geologisk arv og verdier 32
Tematisk avgrensing 32
Verdibegreper 33
Sjeldenhet 33
Unikhet 33
Representativitet 34
Typeområde/sted 34
Vitenskapelig dokumentasjon 34
Diversitet 34
Undervisningspotensial 35
Undervisningsrelevans 35
Observasjonskvalitet 35
Autentisitet 35
Integritet 35
Estetisk kvalitet 36
Inntrykkstyrke 36

Utsagnskraft 36
Tilstand 36
Assosierte verdier 37
GEARS-modell for verdisetting av geologisk arv 38
Overordnet perspektiv 38
Vitenskapelig verdi 38
Undervisningsverdi 40
Opplevelsesverdi 41
Visualisering av verdier for geologisk arv 43
Eksistensverdi (naturforvaltningsverdi) 46
Forvaltningsansvar 49
Naturens sårbarhet og konkrete forvaltningsstrategier 51
Forvaltningsbehov 54
Geoelementer og deres ulike forvaltningsbehov med vekt på sårbarhet 55
De ulike studieområdene 57
Grimsmoen (Folldal) 57
Jutulhogget 58
Skattungbyfältet 59
Östbjörka 61
Konklusjon og videre arbeid 63
Referanser 64

«Alle priser utsikter fra fjellene, ingen snakker om alle de utsikter de ligger i veien for» Nils Kjær (parti fra Grimsdalen)

Innledning

Prosjektet «Geologisk arv i Indre Skandinavia (GEARS)» ble startet opp i 2017. Indre Skandinavia defineres i denne sammenhengen som (tidligere) Hedmark fylke i Norge og Dalarna Län i Sverige. Hovedmålet er å undersøke om regionens geologi kan brukes enda mer aktivt som bærekraftig reisemål, hvordan den kan formidles og hvordan de geologiske forholdene i regionen kan brukes som en pilot for en bedre nasjonal forvaltning for begge landene på dette området.

Regionen inneholder store geologiske naturverdier, hvorav en del utgjør viktige biter av vår geologiske arv. Disse verdiene kan gjøres bedre kjent for både de som planlegger fremtidens miljøforvaltning og arealbruk, samt besøksnæringen.

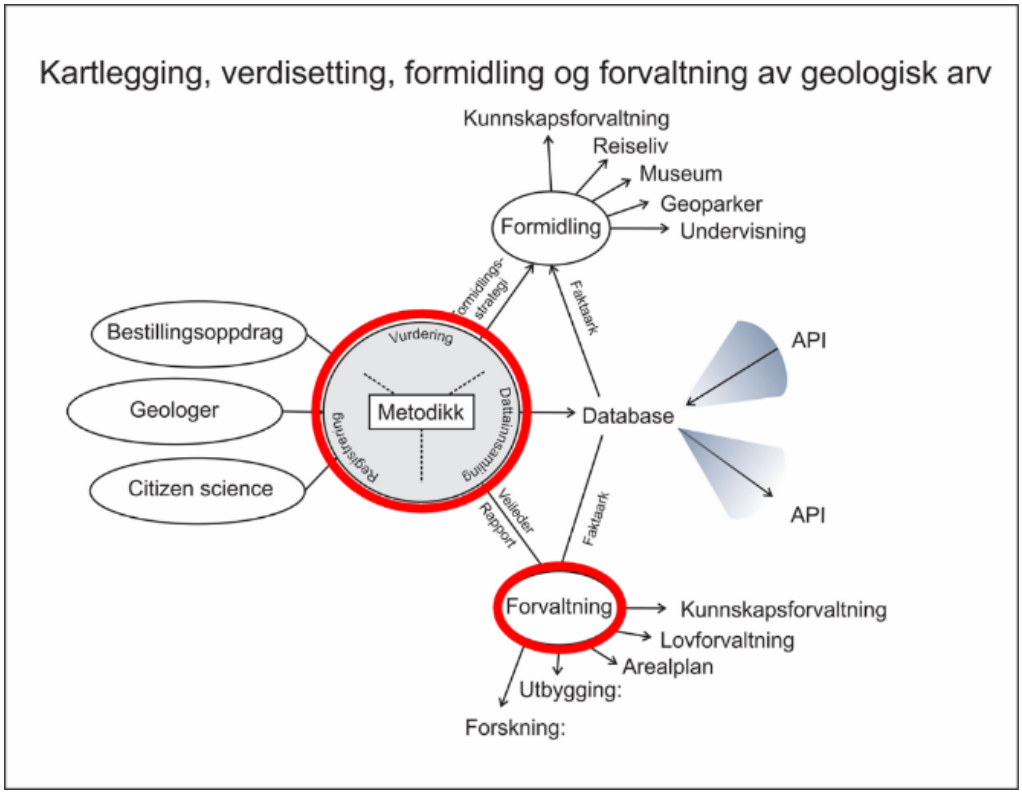
Et viktig mål i prosjektet er å lage et godt grunnlag for forvaltning og formidling av geologi i Hedmark og Dalarna, samt for utvikling av produkter som besøksnæringen kan bruke for å skape ytterligere verdier. Slike produkter kan være utstillinger, faktainformasjon for naturguider etc. Viktige effektmål er økt verdiskapning i besøksnæringen og en robust naturforvaltning i regionen.

GEARS skal også være en pilot for å utvikle metoder og systemer for beskrivelse, verdivurdering og forvaltning av geologisk arv på et mer generelt grunnlag som kan overføres til andre steder i våre to land. GEARS har i tillegg et fokus på nye og innovative metoder for formidling av geologisk arv.

Denne rapporten omhandler den delen av prosjektet som går på metoder for registrering/vurdering av geologisk arv (Figur 1) samt forvaltning. Inkludert i dette arbeidet er en masteroppgave som er utført som en del av

prosjektet og koblet til Universitetet i Göteborg (Bergengren 2019). Denne masteroppgaven inneholder en litteraturgjennomgang av forvaltning av geologisk arv internasjonalt og spesielt forholdene i Norge og Sverige generelt og Dalarna og Hedmark spesielt. Denne rapport er nær koblet til denne masteroppgaven, men fokuserer på praktiske forvaltnings- og tilretteleggingsbehov der geologisk arv er definert og spesielt der geologisk arv danner grunnlag for turisme.

Området som er valgt for prosjektet er stort. Derfor har vi lagt vekt på tre delområder som vi fokuserer særlig på: Siljan i Sverige, Fulufjellet Nasjonalpark (norsk-svensk nasjonalpark i grenseområdet) og Folldalområdet i Norge selv om noen av forvaltningseksemplene ligger utenfor dette kjerneområdet. Disse tre områdene er meget ulike i landskap og geologi, samtidig som de samlet beskriver viktige deler av områdets geologiske utvikling.



Figur 1. Elementer i GEARS og denne rapporten (arbeidspakke 3 og 6) plassering (røde ringer)

"Look! Look! Look deep into nature and you will understand everything". Albert Einstein (lavbevokst sandstein fra Fulufjell)

Geologi og naturforvaltning

Geologien har hatt en plass innen naturvern og naturforvaltning gjennom hele naturvernets historie (Burek & Prosser, 2008). Det til tross, har de delene av naturvernet som knyttes til biologi og økologi hele tiden dominert over det geologiske, selv om landskap alltid har hatt en fremtredende plass. Gjennom fremveksten av begrepet biologisk mangfold har denne dominansen blitt svært tydelig, i den grad at man for eksempel i EU ikke har anerkjent geologien som en del av naturen i offisiell politikk og regelverk. Det har imidlertid hele tiden vært klart at geologi har sin plass i naturvernet som en integrert del av naturen, som forutsetningen for biologien og gjennom sin fremtredende plass i naturhistorien, også for tradisjonelle biologiske emner som evolusjon og økologiske prosesser.

Geologiens plass innen naturforvaltningen er anerkjent og slått fast av den internasjonale naturvernorganisasjonen IUCN senest gjennom resolusjoner som er vedtatt på de seneste tre verdenskongressene til IUCN (2008,2012,2016) og IUCN har også etablert en egen geofaglig ekspertgruppe som er tilknyttet World Commission for Protected Areas (IUCN WCPA Geoheritage Specialist Group (GSG).

I nordisk miljølovgivning kommer geologiens integrering i naturforvaltningen særlig tydelig frem i den norske Naturmangfoldloven fra 2009, der det heter i lovens formålsparagraf at «*Lovens formål er at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur.*»

I den svenske rammeloven for «miljölagstiftning», Miljöbalken, finnes ikke geologi nevnt. Uttrykket «värdefulla naturmiljöer» er det redskap som nærmest kan

anvendes. I forarbeidene til loven framgår det imidlertid at geologiske naturverdier er inkluderte i formålene med områdesikring, men dette er ikke synliggjort i Miljöbalkens tekster.

Gjennom arbeidet med å tydeliggjøre geologien som en del av naturforvaltningen er begrepet geodiversitet eller geologisk mangfold etablert (Gray 2013). Følges logikken i IUCN's resolusjoner og den norske naturmangfoldloven, kan begrepene kobles slik at naturmangfoldet omfatter all natur og består av geologisk mangfold sammen med biologisk mangfold. Begrepet landskap går på tvers av denne faginndelingen og brukes normalt om variasjon på en noe grovere skala og inneholder i tillegg kulturelementer og har en kobling til hvordan folk oppfatter landskapet. Det er viktig å understreke at begrepet geomangfold eller geologisk mangfold har en vid betydning og omfatter også landformer og landformdannende prosesser som for eksempel rennende vann, breer etc.

Bruk og forvaltning av geologisk arv

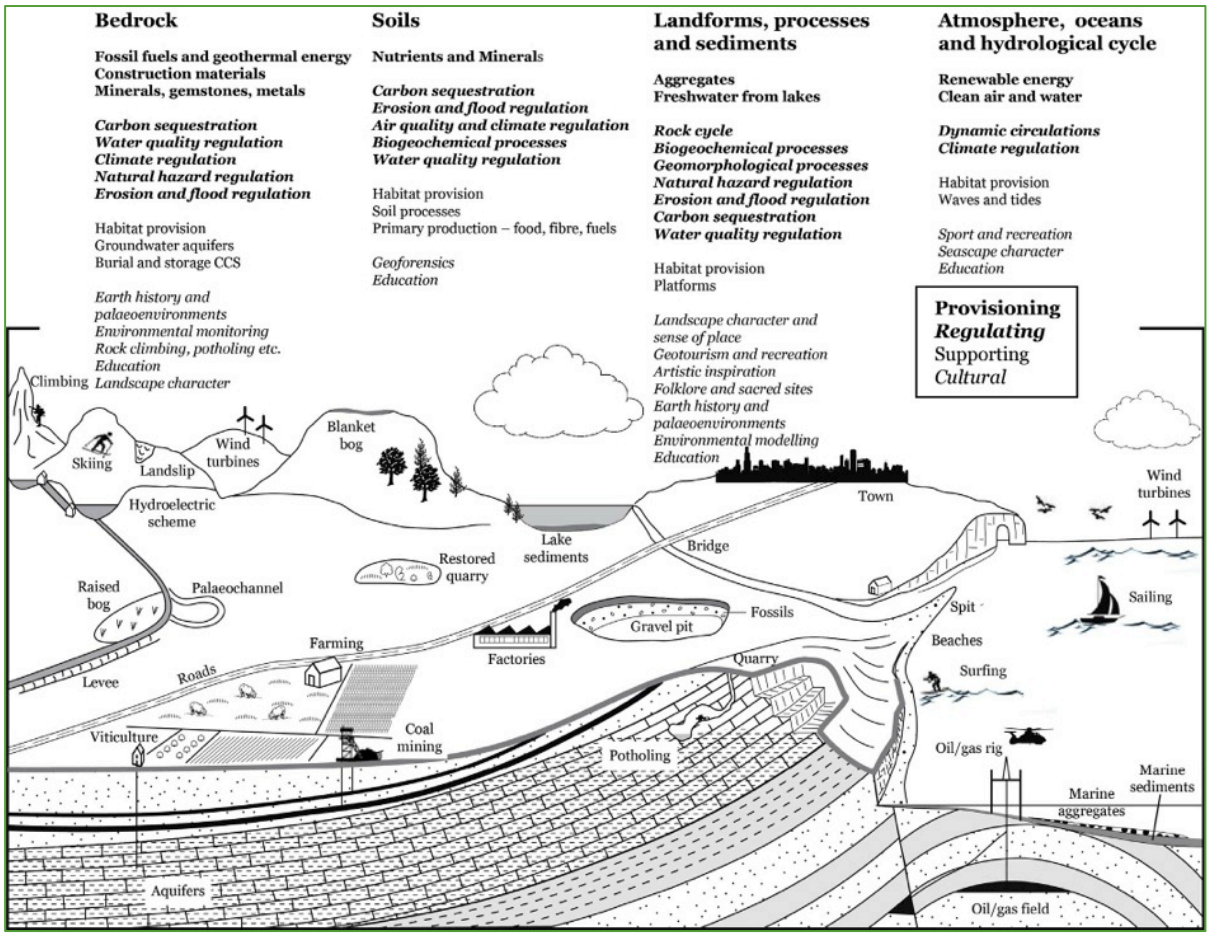
Geodiversitet har lenge vært en nøkkel for turisme i mange steder i verden. Turistmål som Grand Canyon, Uluru (Ayers Rock), Viktoriafallene, fjorder, breer, grotter og vulkaner har vært til dels dominerende turistmål med en direkte kobling til sitt geologiske innhold, landformer og prosesser. Samtidig er geologien en basisressurs for biologi og kulturhistorie. Ingen ting kan gro og leve hvis man ikke har noe å leve av. Næring, jord og fuktighet er grunnleggende ressurser som er knyttet direkte til geologien og som styrer mye av vegetasjon og hvordan vi mennesker lever og tilpasser oss det landskapet vi lever i. Jordbruk, industri, transportveier er bare tre direkte elementer som illustrerer dette. Derfor er også geodiversiteten grunnleggende for oss mennesker som livsgrunnlag og knyttet opp mot lokal identitet og ressurs for opplevelse og turisme.

Økosystemtjenester og geologi

Denne direkte avhengigheten mellom det geologiske, fjellet, jorda, landskapet og prosessene og alt levende er den grunnleggende årsak til at koblingen mellom geologisk mangfold og biologisk mangfold er så sterk. Denne sterke koblingen ser vi også i landskapsmangfoldet og også i kulturarven.

I den senere tid er menneskers avhengighet av naturen blitt viet fornyet oppmerksomhet gjennom begrepet økosystemtjenester (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Begrepet er brukt i hovedsak i forhold til fungerende økosystemer som vi alle er avhengig av. Økosystemtjenestene er ofte delt i Forsynende, Regulerende, Støttende (Supporting services) og kulturelle tjenester.

Som vi har sett også med begrepet mangfold er forståelsen av økosystemtjenester vært svært biosentrisk (se for eksempel NOU 2013:10). Selv om geologiske elementer er nevnt som ressurser, i tilknytning til landskap etc. er det økosystemenes tjenester i seg som er i fokus. Gray m. fl. 2013 har påpekt dette misforholdet og gjennomgått begrepet med tanke på hvordan geologi og landskap er knyttet til de fundamentale egenskapene i naturen som vi er avhengig av (Figur 2). Det er lett å se at geodiversiteten er den fundamentale støttende tjenesten for økosystemene og at det dermed er svært uheldig ikke å behandle naturen som en helhet i denne sammenhengen. Her er det fare for at viktig lærdom går tapt og at forvaltningsstrategien som bygger på denne lærdommen blir skjev og mangelfull. Gray m.fl. (2013) har antydet at man kan snakke om geosystemtjenester parallelt med økosystemtjenester, men sier også at begrepet økosystem ikke kan isoleres fra geologi og geologiske prosesser slik at det trolig er vel så bra å insistere på en bredere forståelse av begrepet økosystemtjenester. Ellers er det verdt å merke seg at geodiversiteten også bidrar til andre økosystemtjenester direkte (geologiske ressurser, undervisning, landskapsopplevelse og turisme m.m.



Figur 2. Geodiversitetens bidrag til økosystemtjenestene. Gray et al. (2013)

Når det gjelder identifisering av turistressurser og forvaltning av områder som brukes til turisme er det avgjørende å se økosystembegrepet i videst mulig sammenheng. Hvordan kan fjordene og fjellene våre isoleres fra geologien og historien om hvordan de er dannet gjennom mange istider? Hvordan kan gruvemiljøene våre isoleres fra den geologiske ressursen som nettopp ble utnyttet og dannet grunnlag for den næringsvirksomheten, bosettingen og industrien de representerer. Hvordan kan jordbruket isoleres fra sin grunnleggende ressurs, jorda? Den Europeiske landskapskonvensjonen understreker at landskapet må ses i en tverrfaglig sammenheng, og det er nettopp i landskapet vi finner vår identitet og søker etter opplevelser, rekreasjon og lærdom.

Geologien i landskapet

Landskap er etter den Europeiske landskapskonvensjonen definert som: *"Landskap" betyr et område, slik folk oppfatter det, hvis særpreg er et resultat av påvirkningen fra og samspillet mellom naturlige og/eller menneskelige faktorer. ("Landscape" means an area, as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factors*). Denne definisjonen indikerer for det første at landskap er knyttet til hvordan det oppfattes av mennesker og hvordan det er avhengig av ulike faktorer som virker i samspill med hverandre. Den første delen av definisjonen medfører ofte en del diskusjon. Her er det spørsmål om i hvilken grad oppfattelsen av landskapet er individuell eller generalisert, og hvis den er generalisert, hvem som har definisjonsmakten for denne generelle forståelsen av hvordan landskapet oppfattes, med andre ord: «hvem er folk?» (Erikstad m.fl. 2016). Her finnes det en gradient av oppfatninger som strekker seg fra det personlige (alle oppfatter landskap ulikt) til det generelle (som ofte er nødvendig hvis landskap skal kartlegges og sammenlignes). Disse ulike landskapsoppfatningene er ikke nødvendigvis i motstrid med hverandre, men kommer til

anvendelse i ulike former for landskapsbeskrivelse og analyse avhengig av formålet (Simensen m.fl. 2018).

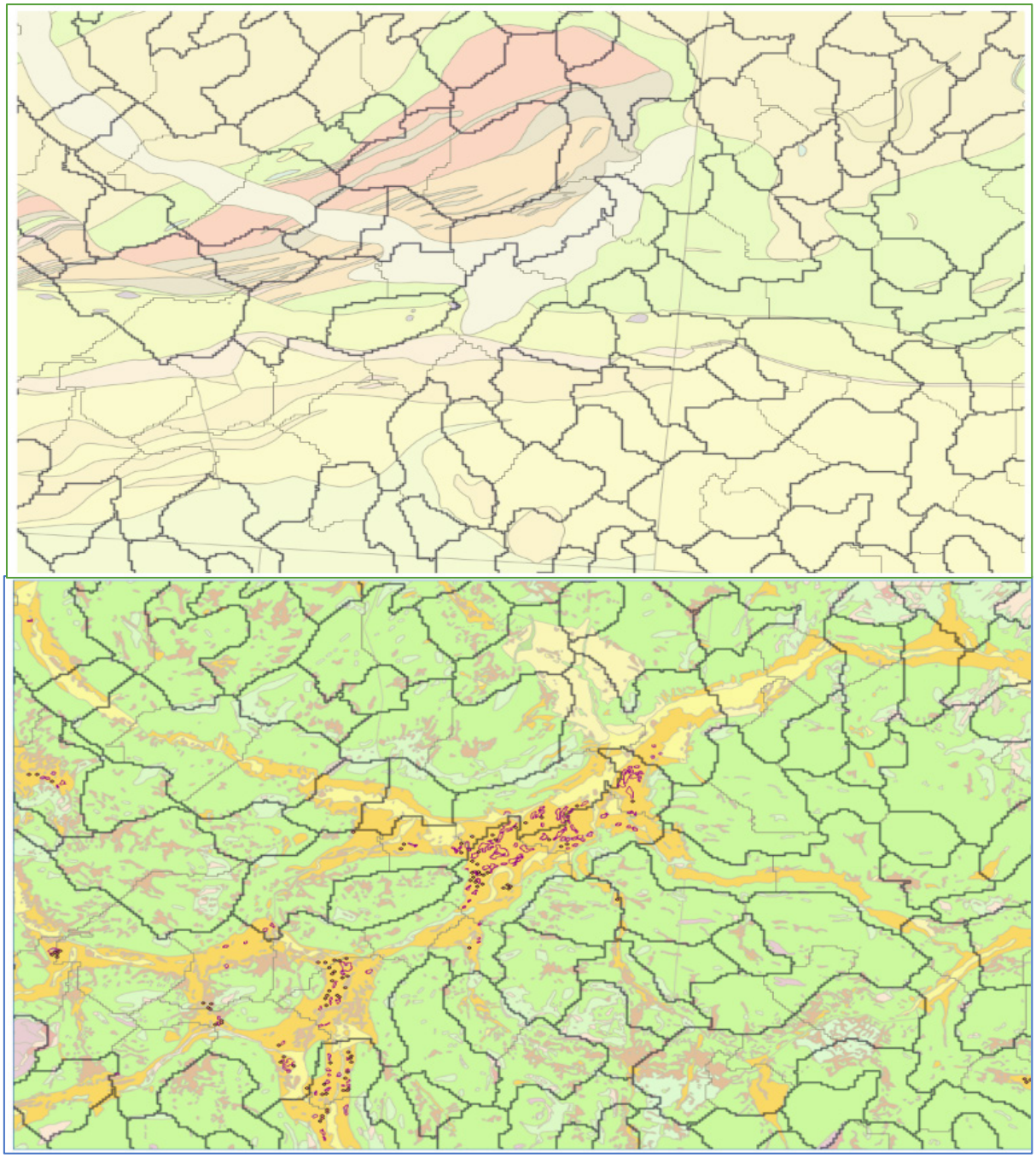
Ordet landskap har imidlertid en rekke ulike nyanser som kan gjøre det litt forvirrende. Disse nyansene spenner fra det veldig spesifikke til det generelle og beveger seg over flere skalaer. Begrepet kommer fra malerkunsten og er ofte knyttet til det vakre, det er en sterk kobling tidlig også til hager og landskap på detaljert skala hvor mennesker har bearbeidet naturen for å fremheve estetiske verdier slik de har vært oppfattet.

Landskap kan også kobles til en beskrivelse av et spesielt område («Skåne är Sveriges sydligaste landskap»), men i samme artikkel finner vi også formuleringen «*Den skånska geografin uppvisar en mångfald av olika landskap*», som illustrerer at ordet kan anvendes på ulikt sett eller i det minste i ulik skala. Landskapsforståelsen er imidlertid tverrfaglig og tradisjonell landskapsanalyse beskriver ofte først geologi, dernest landformer, vegetasjon og menneskelig aktivitet og prøver å føre dette komplekse tverrfaglige bildet sammen i en syntese, en totalbeskrivelse av et område (se for eksempel Sporrong m. fl.1995).

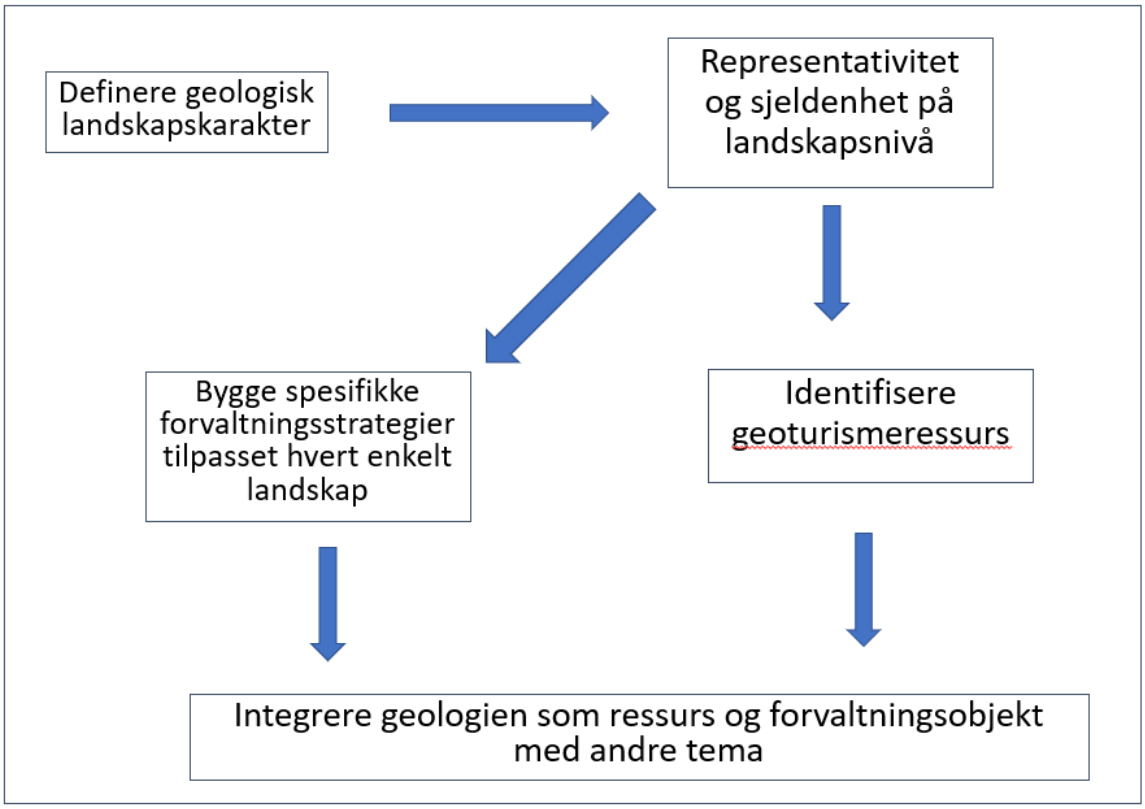
I Norge er landskapet integrert i det nye naturbeskrivelsessystemet NiN (Natur i Norge) og det er publisert en nytt landskapskart basert på landskapsgradienter fremkommet ved multivariate analyser av en lang rekke variabler knyttet til landform, geologi, vegetasjon, jordbruk, infrastruktur m.m. Inndelingen i landskaps hovedtyper og grunntyper gjør det mulig å samle også andre typer data og tilordne disse til landskapsområdene. Her er det mulig å analysere elementer som sammen kan sies å være avgjørende for definisjon av landskapets geologiske karakter (Figur 3) og å bruke disse som utgangspunkt for forvaltningsstrategier tilpasset hvert enkelt område. For eksempel vil en samling av ulike jordartsdata og kvartærgeologiske formelementer på landskaps grunntypenivå i Folldal i Hedmark vise klart at nettopp jordartsfordelingen og landformene knyttet til isavsmeltingen er dominerende karaktertrekk i mange av de kartlagte landskaps grunntypene i områdene (Figur 4). De gir området karakter og særpreg og på denne måten er de en geoturistressurs men også en egenskap som bør tas vare på og forvaltes.

Landskapskarakter er et konsentrert uttrykk for samspillet mellom et områdes naturgrunnlag, arealbruk, historiske og kulturelle innhold, samt romlige og andre sansbare forhold som særpreger området og adskiller det fra omkringliggende landskap (Direktoratet for naturforvaltning 2010). Landskapskarakteren kan være knyttet mange ulike trekk fra landskapet også geologien. Ofte snakkes det i denne sammenhengen om geologiske landskap (Ashbourn, 2011, Natural Resources Wales 2016). Geologiske landskap kan forstås på mange ulike måter. Det kan dreie seg om geologien i landskapet, geologisk bakgrunn og forklaring av landskapet, men også landskap der geologi og landformer dominerer og er med på å definere landskapets karakter (Figur 3). Alle disse måtene å forstå geologisk landskap på kan være gyldige og kan også brukes i kombinasjoner. Landskapets geologiske karakter er et begrep som kan være nyttig for forvaltning av geodiversitet på landskapsnivå, for vern, geoturisme og bidra til en mer helhetlig naturforvaltningsstrategi (Figur 5).

Figur 3. Skrinn skifer og sandstein i Rondane legger sterke føringer på landskapskarakteren; vegetasjon, landformer og til og med kulturlandskapet.



Figur 4. NiN Landskap grunntyper for Folldal (grå streker) overlagt geologiske data. Øverst: bergrunnskart (duse farger) der nederste halvdel samt øvre vestlige og østlige hjørner er kvartsrik skifer og sandstein. Lys grønn er mer næringsrik fyllitt og glimmerskifer, mens «bulen» fra midten og oppover er vulkanske og magmatiske bergarter som inneholder sulfidmalmer (Folldal gruver). Underst: løsmassekart fra NGU der grønt er morene, oransje er breelvmateriale, gult fluvialt materiale og lys gult bresjømateriale (www.ngu.no). Dødisgroper er markert med rødt. Berggrunnen og løsmasseavsetningene bidrar på hver sin måte til områdets landskapskarakter. Berggrunnen er sterkt knyttet til menneskelig aktivitet, gruvedrift og tettstedet Folldals karakter og utvikling, mens løsmassene og landformene bidrar sterkt til terrengformene på middels til detaljert skalanivå samt vegetasjonsmønsteret.



Figur 5. Bruk av begrepet geologisk landskapskarakter for en mer helhetlig forvaltningsstrategi

“To the complaint, 'There are no people in these photographs,' I respond, There are always two people: the photographer and the viewer” Ansel Adams (landskap på Fulufjell)

Betydningen av geologisk arv

Geologisk arv er de spor vi kan se i naturen som vitner om de geologiske prosesser som dannet det landskapet vi lever og virker i. Altså, steder der fortellingene om jordas tilblivelse og utvikling, eller menneskers relasjoner med den geologiske naturen kommer særlig godt fram. Det kan være spor som forteller om hvordan isbreene formet landskap, om hvordan klimautviklingen var på dinosaurenes tid, eller hvordan landskapet så ut for mer enn en milliard år siden. Mens våre kulturminner forteller om menneskenes utvikling, gir geologisk arv oss et innblikk i de prosesser som til syvende og sist dannet livsgrunnlag for oss.

De siste tiårenes utvikling har i økende grad belyst nødvendigheten av å integrere kunnskap om geologisk og biologisk mangfold for å kunne forstå jordsystemet, dets prosesser og krefter, og dets respons på hendelser og tiltak forårsaket av mennesker. Vi må ofte tilbake i den geologiske historien for å kunne forstå hvilken respons vi kan forvente i dag og fremover. Derfor henger kunnskap om geosfæren og biosfæren intimt sammen. Det geologiske arkivet kan fortelle oss om omfang og hastighet på katastrofale klimaendringer og utryddelser, om havnivåendringer, vulkanisme, skred og jordskjelv. Og om de mer langsomme prosessene, de som kontinuerlig endrer jordas overflate. Hvis vi ikke hadde hatt denne kunnskapen, ville vi hatt problemer med å forstå for eksempel menneskeskapte klimaendringer.

Derfor er det viktig at vi kollektivt øker kunnskapen om både biosfæren og geosfæren. Ikke bare hos eksperter, men i oss alle. God allmennkunnskap er en vaksine mot dårlige beslutninger. Mens vern av fin natur og til en viss grad biologisk mangfold, har oppnådd en form for legitimitet over generasjoner, er dypere økologisk forståelse som involverer både geosfære og biosfære, ny kunnskap som

foreløpig ikke har slått rot. Geologisk mangfold og arv i en slik bredde er derfor relativt nye «oppfinnelser» i naturforvaltning.

Geologisk mangfold (Geodiversity) som konsept i naturforvaltning ble først utviklet i Australia (Kiernan, 1996, 1997). Ifølge Gray (2008) ble en ny milepæl nådd gjennom et nordisk samarbeid som resulterte i publikasjonen Geodiversitet i Nordisk Naturvård (Johansson 2000) og et etterfølgende engelsk sammendrag fra Nordisk Ministerråd i 2003. Organisasjonen PROGEO (The European Association for the Conservation of the Geological Heritage) var sentral i dette arbeidet og i en rekke senere publikasjoner og aktiviteter, blant annet det vitenskapelige tidsskriftet «Geoheritage». På 2000-tallet ble geologisk mangfold/arv og geologisk vern (geoconservation) inkludert i IUCN (se Crofts and Gordon 2015) og samme år ble UNESCO Globale Geoparker formalisert. I Norge ble geologisk mangfold tatt inn i Naturmangfoldloven da den kom i 2009.

I mange land har arbeidet med å synliggjøre geologisk mangfold/arv blitt utført eller er blitt påbegynt. Tilnærmingen til slikt arbeid speiler ulike lovverk og forvaltningsregimer for naturmangfold, og vi er fremdeles langt i fra en internasjonal harmonisering av metoder for å beskrive og verdsette geologisk mangfold/arv. Likevel er det gjennom faglitteratur etablert en viss konsensus om perspektiver og målgrupper.

Geologisk arv er viktig for forskning. Det kan være steder der store oppdagelser ble gjort, der analyser av prøver ga oss en ny brikke i det gigantiske puslespillet som jordas utvikling er. Et viktig vitenskapelig prinsipp er at forskning skal kunne repeteres, at forskere kan oppsøke lokaliteter som har dannet grunnlag for vitenskapelige publikasjoner og foreta nye analyser og tolkninger. Hvis en viktig vitenskapelig lokalitet sprenges vekk eller bygges ned går denne muligheten tapt. På mange måter fungerer de geologiske lokalitetene som et arkiv, vår planets «DNA» og historie. På samme måte som vi har frøbanker og DNA lagre, må vi ha dette arkivet intakt for fremtidens generasjoner. Behovet for å ivareta slike lokaliteter er derfor vitenskapelig nødvendig.

Forskning og undervisning går hånd i hånd. Elever og studenter kan ikke kun lære fra publikasjoner, de må også kunne oppsøke steder som gir dem viktige innsyn i geologiske prosesser. Slike lokaliteter kan spenne fra lokaliteter som er i nærheten av et undervisningssted til de som i kraft av sine kvaliteter oppsøkes på ekskursjoner. De kan formidle enkle prinsipper og relasjoner for dem som skal introduseres til geologi, eller være typelokaliteter for avanserte tolkninger. Geologiske lokaliteter for undervisning kan altså variere svært mye avhengig av publikums alder og kunnskapsnivå.

I tillegg til forskning og undervisning, er ofte opplevelser og turisme bragt fram som viktige argumenter for å få geologisk arv på kartet. Ikke nødvendigvis fordi man skal finne opp noe nytt for å trekke flere turister til et sted, men heller grunnet i at mer kunnskap kan øke naturopplevelsen; å kunne se inn i det landskapet man befinner seg i og skjønne hvordan det henger sammen og ble formet, gir ekstra dimensjoner til turen eller ferien. Men enda viktigere enn den personlige opplevelsen er konsekvensen av den, nemlig å verdsette natur enda mer. Det er en nødvendig og viktig effekt av den allmennkunnskapen vi i økende grad må tilegne oss for å takle de store utfordringene vi står overfor.

Sist, men ikke minst, har naturmangfoldet verdi i kraft av at det er, uten at det nødvendigvis har noen opplevelses- eller nytteverdi for oss mennesker. Og når slike mangfoldsverdier blir sårbare eller truet, har de en verdi i seg selv – en eksistensverdi.

Vi ser nå at verdien av geologisk mangfold er i seg selv mangfoldig, avhengig av perspektiv. Geologisk arv har altså flere dimensjoner som er viktig å få fram. Noen, for å sørge for at fremtidens forskere har tilgang til dem. Andre, for at de skal være tilgjengelig for elever, studenter og turister. Atter andre, fordi de er en del av naturmangfoldet vi ikke ønsker skal forsvinne.

For å få til dette, må vi også ha en forvaltningstilnærming: hva bør vernes, hva bør vi markedsføre og vise frem? Er det steder som

bør skjermes for publikum? Og hvilke slike områder er av ekstra stor betydning for forskjellige brukergrupper?

Disse spørsmålene leder frem til en konklusjon: vi trenger en metode som kan lede til en etterprøvbar kvalitets- og verdivurdering av geologisk arv. En slik metode vil igjen ha betydning for hvordan vi registrerer og beskriver geologisk arv.

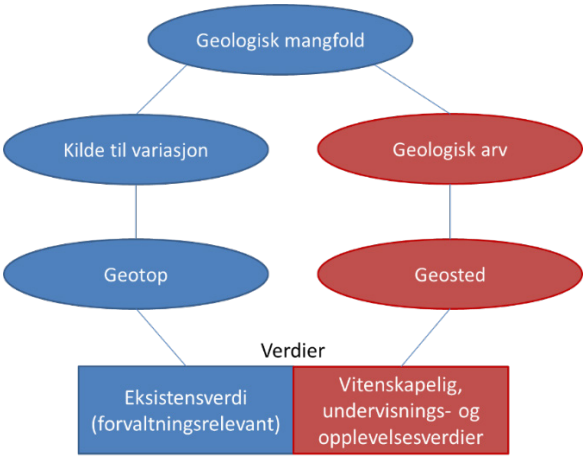
Fra mangfold til arv

Mens BIOLOGISK MANGFOLD (Biodiversity) = variasjonen i livsformer på Jorden, mangfoldet av arter, økosystemer og genetiske variasjoner innenfor artene, er GEOLOGISK MANGFOLD (Geodiversity) = variasjonene i berggrunn, mineraler, fossil, løsmasser, landformer og geologiske prosesser, altså kilde til variasjon i naturen. Lignende definisjoner finner vi i internasjonal litteratur (Carcavilla et al. 2008, Crofts et al. 2015). Det geologiske mangfoldet er der i større og mindre grad, og kan beskrives på en verdinøytral måte. Men når deler av dette mangfoldet blir truet eller holder på å forsvinne, kan vi ut ifra det faktum i seg selv si at det er ekstra verdifullt. En ravinedal er en del av et naturmangfold sammen med andre ravinedaler, og når slike blir sjelden fordi det planeres eller bebygges, vil de resterende være truet og ha en *eksistensverdi* nettopp av den grunn. Hvis gruppen ravinedaler er truet, vil altså alle de gjenværende ha en eksistensverdi. Vi kan bruke dette begrepet ganske synonymt med «intrinsic value».

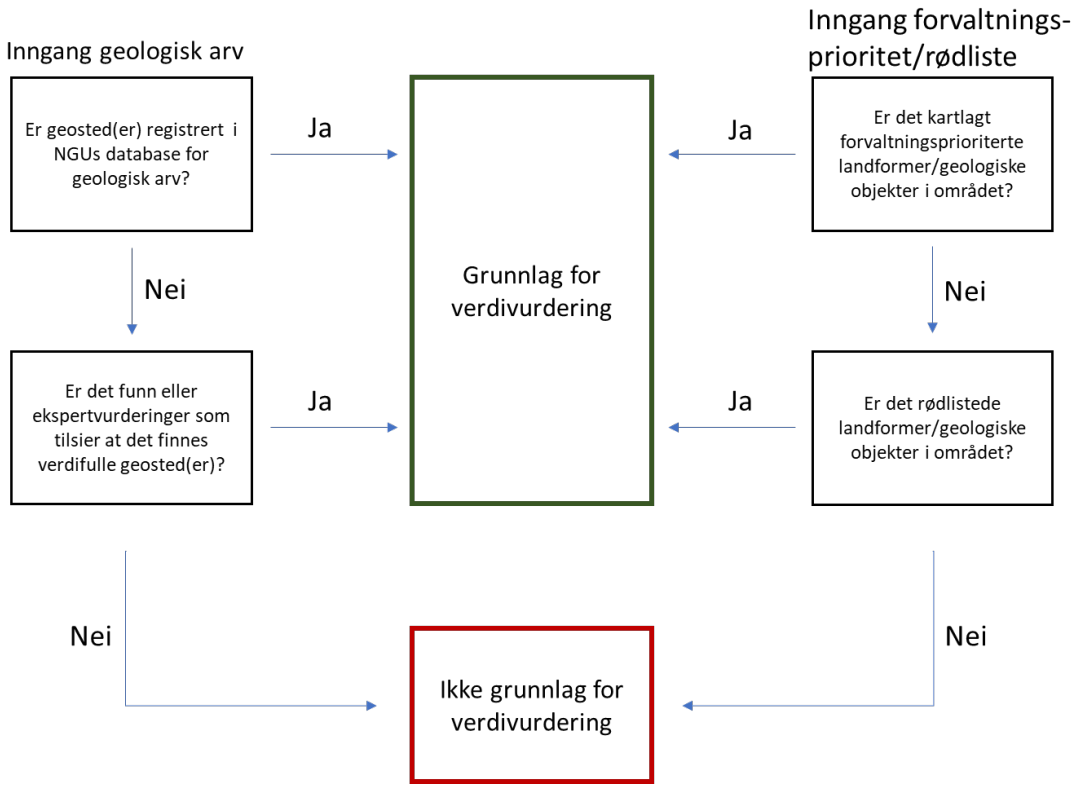
GEOLOGISK ARV er de deler av det geologiske mangfoldet som ut ifra en kvalitativ vurdering har særlig verdi for brukergrupper. Eller sagt med Gray (2018): *Geoheritage are those parts of the identified geodiversity of the Earth that are deemed to be worthy of conservation because of their importance/value*. Det kan være at en bestemt ravinedal er ekstra verdifull fordi det er den første som ble beskrevet, eller har en særlig typisk utforming. Da kan vi tillegge den ekstra verdier utover å være en del av et mer eller mindre truet system av ravinedaler. Det er viktig å merke seg at som geologisk arv behandles alle ravinedaler individuelt, og ikke som gruppe.

Innganger til verdi

Konsekvensen av en slik inndeling er at geologisk mangfold både er kilde til variasjon i naturen med tilhørende eksistensverdi, og geologisk arv, som er de elementer i det geologiske mangfoldet som tillegges ekstra verdier. Figur Figur 6 illustrerer dette. I Figur 7 har vi vist en konsekvens av det, i form av et flytskjema med to innganger – kilde til variasjon (eksistensverdi) og geologisk arv.



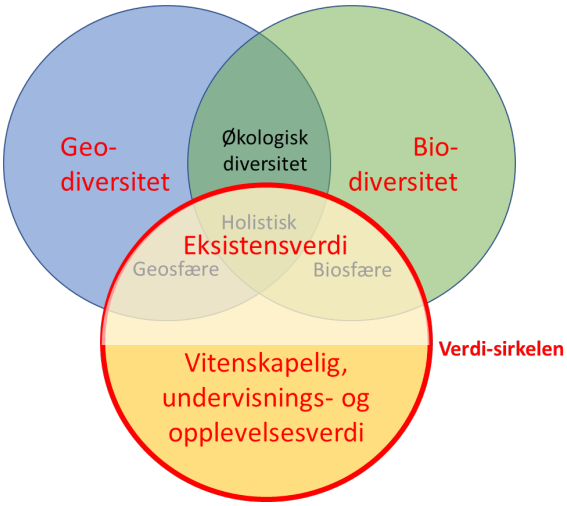
Figur 6. To perspektiver på geologisk mangfold: kilde til variasjon og geologisk arv. Det leder til to veier for verdisetting.



Figur 7. Flytskjema som viser hvordan beslutte om det er grunnlag for verdivurdering (fra utkast til veilder for norsk forvaltning)

Vi søker å integrere de to, gjennom å definere en «verdisirkel» der menneskesentrerte verdier pluss verdier knyttet til geologisk mangfold (geosfæren), biologisk mangfold (biosfæren) og en mer holistisk «økosfære» gir et helhetlig perspektiv på verdier. I Figur 8 har vi vurdert henholdsvis geo- og biodiversitet og økologisk diversitet som «nøytrale» størrelser, men som kan verdisettes når de faller innenfor verdisirkelen. For eksempel, når en rødlistet landform (geosfæren) blir en prioritert naturtype, og har en eksistensverdi i kraft av å være sjelden.

Merk at det vi kaller menneskesentrerte, eller systemtjenestebaserte, verdier, har et sterkt innslag av ekspertvurdering; vitenskapelig og undervisningsverdi er sterkt knyttet til disipliner innenfor geologi. Eksistensverdi, derimot, kan utredes på et ikke-ekspertnivå ut ifra spesifikke metoder.



Figur 8. Biodiversitet, geodiversitet og verdisirkelen: verdier kan vurderes menneskesentrert (vitenskap, utdanning, opplevelser) eller egenverdier knyttet til biosfære, geosfære eller holistisk.

Videre definisjoner

Geologisk mangfold som KILDE TIL VARIASJON i naturen er kvantitativt målbar: grad av variasjon, tilgjengelige næringsstoffer for biosfæren,

forekomsthyppighet av definerte landformer, løsmasser og bergarter. Denne kategorien kan beskrives og kvantifiseres, og det er mulig å etablere rødlister på et slikt grunnlag. Dette er implementert i Norge, men ikke i Sverige. I Norge er for eksempel raviner og grotter definert som to rødlistede landformer, av totalt 28.

Et sted som viser en landform, et sett av slike eller for den saks skyld et mangfold, har vi valgt å kalle en GEOTOP. Det er noe uenighet internasjonalt om bruk av det begrepet, men vi synes det er viktig å bruke parallelt i forhold til Biotop; altså, et avgrenset område med en bestemt sammensetning og innhold.

Et GEOSTED (Geosite) er da egentlig en geotop som har blitt gitt en særlig og definert verdi utover å være truet/sjelden. Den verdien kan speile en systemtjeneste, en geologisk prosess, ett gjennombrudd i forskning eller en representativ bit av jordsystemet. Et geosted kan også ha verdier utenom de rent geologiske: kulturelle (mytologiske eller estetiske koblinger til menneskers ferdsel og aktivitet) eller historiske (første observasjon av noe, eller geologisk ressurs knyttet til hendelser og kulturarv).

Selv om geosted er kjernen i en beskrivelse, kan de være bundet sammen i systemer og komplekser som kollektivt beskriver hendelser, slik som for eksempel istider og fjellkjededannelser. Det gir en mulighet for å etablere et hierarki fra geosted opp til landskapsnivå, og hva et bestemt geosted representerer i en større sammenheng.

Et GEOSTEDSYSTEM er *et enhetlig og avgrenset område som består av flere geosteder bundet sammen av samme geologiske prosess eller økosystemtjeneste*. Det kan for eksempel være et isranddelta.

Et GEOSTEDKOMPLEKS består av *flere geostedsystemer bundet sammen av samme geologiske prosess eller økosystemtjeneste.* Det kan for eksempel være isavsmelting etter en istid, som blant annet inneholder isranddelta.

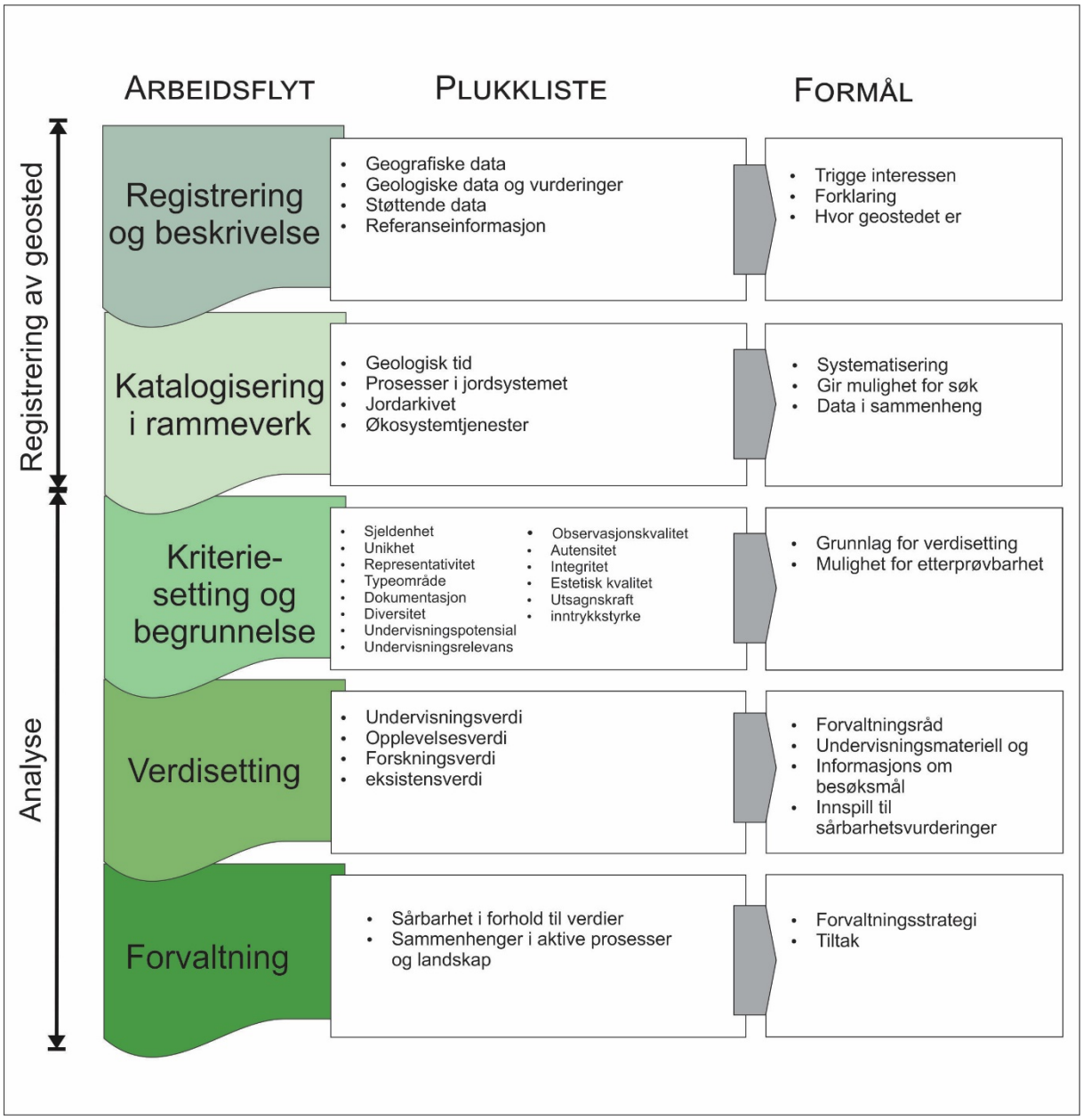
En GEOHENDELSE *er en større hendelse som er årsak til dannelsen av geostedskomplekser*, for eksempel istid. Dette hierarkiet er illustrert i Tabell 1. Vi har sammenlignet hierarkiet skalamessig med det som benyttes i det norske systemet NiN (Natur i Norge). Der har vi også åpnet for GEOSTEDELEMENT som kan være en bergartsforekomst eller et sedimentært lag innenfor et geosted.

Tabell 1. Hierarki som viser hvordan geosteder kan henge sammen i systemer, komplekser og hendelser.

Skalanivå	Geologisk mangfold	Eksempel	Størrelsmessig sammenlignbart med
Regionalt nivå	**Geohendelse** – beskrivelse av en større sammenheng som har ført til flere geo(sted)kompleks	En fjord, Oslofeltet	**Overordnet landskap** – eller **landskapstypekompleks**
Landskapsnivå **Ca 2-20km²**	**Geo(steds)kompleks** – består av et kompleks med flere geo(sted)systemer og geosteder som utgjør en geologisk eller geomorfologisk enhet som forekommer innenfor et velavgrenset geografisk område.	Et breområde med breforland, Leirslette med mange ravinesystemer, Platåfjell med serier av bergarter, Bærumskalderaen	**Landskapstype eller større naturkompleks**
Landskapselement og enkeltlokalitet **Ca 1m²-2km²**	**Geosted** – Et geografisk velavgrenset geologisk eller geomorfologisk fenomen. eller flere geosteder innenfor et enhetlig og avgrensbart område (**Geo(steds)system).** For å kalles landskapsselement skal det være en distinkt synlig fremtreden i landskapet.	Fossillokalitet, bergartslokalitet, esker, morene, dødisgrop eller systemer av slike elementer	**Natursystem** og **naturkomponent**
Mikronivå **Oftest mindre enn 100m²**	**Geosted-element** – Enkeltelementer som eksisterer på et geosted.	En vulkansk gang, Isskurt fjell	**Livsmedium**

Definisjon og karakterisering av geosteder har følgelig sterke elementer av vurderinger i ulik målestokk. I de følgende kapitler skisseres arbeidsflyt og metoder fra registrering og beskrivelse av geologisk arv fram til verdisetting og forvaltningsrelevante aspekter (Figur 9).

Hittil har vi snakket om steder ute i naturen, altså *in-situ*. Men geologisk arv kan også forekomme *ex-situ*, i form av samlinger og til og med bygningsmasse. Men i denne omgang tar vi ikke med dette aspektet.



Figur 9. Arbeidsflyt for registrering og verdisetting av geologisk arv.

"By discovering nature, you discover yourself". Maxime Lagacé (NGU og SGU oppdager Einungdalen forklart av Høgskolen Innlandet)

Registrering og beskrivelse av geologisk arv

Med utgangspunkt i arbeidsflyten i Figur 9 er registrering og beskrivelse det første skrittet. Det dreier seg gjerne om at man er ute i felt og vurderer områder, hva som «fortjener» å bli avmerket som geologisk arv, samt registrerer og kartlegger utbredelse til geosteder. Det er viktig å merke seg at vi allerede i denne fasen har en grunnleggende verdivurdering: ut i fra vår kunnskap og våre observasjoner, prioriterer vi hva som er viktig for noen. Denne «usynlige» verdisettingen er svært viktig å være bevisst på. Følgelig er det allerede i registreringsfasen nødvendig å ha en grunnleggende idé om verdier og interessenter.

Før registrering

Før kartlegging og registrering er det nyttig å oppsøke kilder som kan gi nyttig bakgrunns- og forhåndsinformasjon om bestemte områder. I Tabell 2 har vi gitt lenker til informasjon i begge land.

Tabell 2. Nyttige lenker til informasjon relevant for registrering av geologisk arv i henholdsvis Norge og Sverige.

Norge	Bakgrunnskart: NGU geologiske kart, Lidarkart Litteratur: NGU litteratur database Vassdragsrapporter, gamle rapporter og geologiske registreringer, eldre KU-er NGU database for geologisk arv Miljødirektoratets Naturbase Økologiske grunnkart (kommende portal på Artsdatabanken)
Sverige	Geologiska kartor och beskrivningar: www.sgu.se Grusdataarkivet, SGU: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-ballast.html Naturvårdsregistret: https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/ Länsstyrelsernas naturvärdesinventeringar Geomorfologiska kartbladen: www.naturvardsverket.se Höjddata: www.lantmateriet.se Gamla rapporter och inventeringar från universitet, Nordiska ministerrådet, myndigheter etc.

Registrering av geologisk arv

Når vi skal kartlegge og registrere geologisk arv, utføres en inventering av et område som resulterer i et antall registrerte geosteder med tilhørende vurderinger. Gjennom utprøving, testing og evaluering, har vi kommet frem til en anbefalt metodikk for slik kartlegging. Den består av fire segmenter:

- Geografiske data
- Geologiske data og vurderinger
- Støttende data
- Referanseinformasjon

Metodikken skisserer hva en registrering kan inneholde, ikke nødvendigvis hva den skal inneholde. Variasjoner i prosjekttyper, nasjonale regelverk, skala og annet vil medføre forskjeller i praksis. De fire segmentene beskrives i detalj under. Vedlegg 1 har eksempler på krysstematiske tabeller som kan benyttes under registrering og Vedlegg 2 viser en tabell/skjema med innlagte rubrikker i henhold til beskrivelsen.

Geografiske data

Dette knytter seg til geografisk plassering, sted, koordinater, morfologi og type registrering (Tabell 3).

Stedstype: et geosteds omgivelser, om det er i et elveleie, en vegskjæring, etc. (Tabell 4)

Stedsnavn: navn på nærmeste dekkende sted, om mulig i henhold til nasjonale navn i INSPIRE-direktivet.

Koordinater: punkt i geostedet oppgitt i WGS84, enten UTM eller grader.

Obervasjonstype: punkt, polygon, linje eller utsiktspunkt (Tabell 5). Polygoner og linjer bør ledsages med registrering av slike objekter i felt.

Tabell 3. Geografisk beskrivelse under registrering - kategorier

Felt	Type data	Type innlegging
Stedstype	Standardisert	Plukkliste
Stedsnavn	Tekst	Dekkende, helst etter nasjonale datasett
Koordinater	Numerisk	Øst-vest-(sone) etter internasjonale standarder
Observasjonstype	Standardisert	Plukkliste

Tabell 4. Eksempel på plukkliste for stedstype

Rygg eller topp
Forsenkning, grop
Fjell- og åsside
Slette/vidde
Elveleie
Kyst sjø/innsjø
Ur
Skjæring
Grotte
Tunnel
Bebygget område
Annet.

Tabell 5. Geografiske observasjonstyper

Punkt	Små, isolerte områder *(Forslag: ikke større enn 1 ha.)*
Seksjon	Kronologiske sekvenser og/eller områder som har utstrekning som en linje
Areal	Store områder som inneholder kun en type av interesse
Utsiktspunkt	Et utsiktpunkt omfatter to ulike elementer: et stort areal med geologisk interesse og et punkt hvor det området kan sees fra.
Kompleks areal	Større områder som omfatter flere punkter, seksjoner, arealer og/eller utsiktpunkter.
Landskap	Større områder med spesifikke geologiske eller geomorfologiske egenskaper.

Grunnleggende geologisk beskrivelse

I dette segmentet beskrives de geologiske aspektene ved geostedet, hva det representerer og verdi/kvalitet.

Geologisk hovedtype: berggrunn, før-kvartær landskapsutvikling, kvartærgeologi og maringeologi (her kan det, hvis ønskelig, også legges til undertyper i samme kategorier)

Geologisk tidsrom: fordelt på eon, epoke og periode

Geologisk plassering: dekkeenhet, gruppe/formasjon, magmatisk kompleks etc.

Geologiske hovedtrekk: beskrivelse av de prosesser, bergarter, jordarter og landformer som kan observeres på geostedet.

Geostedets kjerneverdi: hva er de viktigste prosesser, bergarter, jordarter og landformer som kan observeres på geostedet? Er det et typeområde?

Geostedets kvalitet: vurdering av åpenbare kvaliteter ved geostedet, for eksempel i lys av tydelighet, integritet, mangfold og vitenskap (for seinere verdisetting).

Kobling av geostedet til rammeverket (se neste kapittel): i den grad rammeverket benyttes i et prosjekt/en inventering, plassere geostedet innenfor dette.

Datatyper og felt er gitt i

Tabell 6.

Tabell 6. Geologisk beskrivelse under registrering - kategorier

Felt	Type data	Type innlegging
Geologisk hovedtype	Standardisert	Plukkliste; berggrunn, pre-kvartært landskap, kvartærgeologi
Geologisk tidsrom	Standardisert	Etter IUGS
Geologisk plassering	Tekst	Etter nasjonale datasett og/eller publikasjon
Geologiske hovedtrekk	Tekst	Beskrivelse
Geologisk kjerneverdi	Tekst	Beskrivelse
Kvalitet	Tekst	Beskrivelse
Kobling til rammeverk	Standardisert	Plukkliste (se rammeverk i kapittel Et beskrivende rammeverk for geologisk arv. Hittas på wp3-rapportsida 27)

Støttende informasjon

I tillegg til de kriterier som til syvende og sist skal gi en bestemt verdi til et geosted, finnes annen, ikke-geologisk informasjon som beskriver hvor lett eller vanskelig det er å bruke geostedet. Vi kan si at denne støttende informasjonen angir om et geosted har en bruksverdi eller ikke. Hvis et geosted ligger i et militært område der folk er nektet adgang, har det ingen bruksverdi. Hvis det ligger langs en mye benyttet turveg har det stor bruksverdi. Støttende informasjon er altså verdifullt for å få frem i hvilken grad et geosted er tilgjengelig for folk. Dette er særlig viktig for undervisning og turisme, men mindre viktig for vitenskapelig vurdering.

Slike forhold og hvilke aspekter som bør beskrives avhenger sterkt av formål, aktør og prosjekter, og listen under er et hjelpemiddel til å prioritere hvilken informasjon som bør samles inn i et gitt formål (Tabell 7).

Tabell 7. Støttende data under registrering.

Felt	Type data	Type innlegging
Tilstand	Strukturert	Plukkliste (se definisjoner i tabell 8 nedanför)
Sårbarhet og trusler	Strukturert	Plukklister (se definisjoner i tabell 9 nedanför)
Skjøtselsbehov	Strukturert	Plukklister (se definisjoner i tabell 10 nedanför) og eksempel i Vedlegg 1-1
Tilgjengelighet	Strukturert	Se eksempel i Vedlegg 1-2
Sikkerhet og risiko	Strukturert	Se eksempel i Vedlegg 1-3
Logistikk og infrastruktur	Strukturer	Se eksempel i Vedlegg 1-4
Andre naturverdier	Tekst	
Vernestatus	Strukturert	Plukklister – iht. nasjonale retningslinjer
Annen bruk og regulering	Tekst	

Tilstand er i hvilken grad et geosted fremstår på samme måte som da det først ble beskrevet eller ikke. Det er altså et mål på endring i etterkant. Tilstand er knyttet til menneskeskapte og/eller naturlige prosesser – det kan være vegutbygging, erosjon eller hyttebygging. Tilstand er således ganske synonymt med autensitet og integritet (Tabell 8). *Definisjon: et geosteds karakter som funksjon av endring fra dets opprinnelige beskrivelse til dagens situasjon*

Tabell 8. Eksempel på vurdering av grader av tilstand

Tilstandsgrader	**Høy**	**Medium**	**Lav**	**Ikke vurdert**
Grad:	Godt bevart i naturlig tilstand	Delvis skadet av menneskelig aktivitet og/eller naturlige prosesser	Kraftig skadet av menneskelig aktivitet og/eller naturlige prosesser	Ikke vurdert
Begrunnelse:				

Sårbarhet: Vurdering av om et geosted fremstår som robust mot påvirkning eller om det er utsatt/eksponert for naturlige trusler eller menneskelig slitasje (Tabell 9 og Vedlegg 1-1). Vurdering av sårbarhet er svært viktig for å definere forvaltningsstrategi og skjøtselsbehov. Definisjon: *grad av et geosteds fremtidige endring av tilstand knyttet til besøk, bruk og naturlige prosesser*

Trusler: Naturlige trusler er for eksempel skred og flom, mens menneskelige kan være knyttet til besøksantall, vegbygging eller regulering (se Tabell 9). Det er viktig å merke seg at gjengroing kan være en trussel, dersom det fører til at synligheten til geostedets kvaliteter reduseres. Et poeng at en naturlig trussel også ofte representerer en geologisk prosess. Da er det spørsmål om den er en trussel i forhold til områdets kjerneverdi, eller en egenskap ved selve geostedet som er en del av denne verdien. I Vedlegg 1-1 er gitt en del eksempler og mulige hindre og manglende informasjon for beslutningstaking. Definisjon: *utenforstående prosesser, aktiviteter og planer som kan redusere verdien av et geosted*

Tabell 9. Sårbarhet og trusler, eksempel på registrering

Hvor eksponert er området for naturlige trusler?	Meget utsatt	Noe eksponert	Ikke utsatt – robust område	Ikke vurdert
Begrunnelse:				
Hvor eksponert er området for menneskelig påvirkning?	Sterkt eksponert	Noe utsatt	Ikke utsatt – robust område	Ikke vurdert
Begrunnelse:				

Skjøtselbehov: Hvis et geosted er sårbart kan det være behov for skjøtsel og vedlikehold. Det kan være alt fra å bygge gangstier til å rydde vegetasjon. Første vurdering er om det foreligger behov for tiltak, deretter hva slike tiltak vil innebære (skjøtsel og/eller fredning, Tabell 10)

Tabell 10. Behov for tiltak/skjøtsel og eventuelt om det foreligger behov for fredning.

	Høy	**Medium**	**Lav**	**Ikke vurdert**
Behov for aktive bevaringstiltak	Sterke bevaringstiltak nødvendige	Middels bevaringstiltak nødvendige	Ingen bevarings behov	Ikke vurdert
Begrunnelse:				
Forslag til skjøtsel	Tiltak svært nødvendig	Tiltak nødvendig	Tiltak unødvendig	Ikke vurdert
Begrunnelse:				
Behov for fredning	Behov for fredning	Behov for sikring av bevaring	Ikke behov	Ikke vurdert
Begrunnelse:				

Tilgjengelighet: Tilgjengelighet kan være fysisk (adkomst, kort eller langt fra infrastruktur, risiko) eller mentalt (om det er tydelig, om det finnes informasjon på stedet, osv.). Tilgjengelighet er et meget bredt begrep, som spenner fra om et geosted er fysisk tilgjengelig til om det foreligger lovmessige begrensninger for å oppsøke det. Og, hva man faktisk kan gjøre

på geostedet. Overordnet er tilgjengelighet altså et mål på hvor lett eller vanskelig det er å besøke et geosted og hvilke restriksjoner som gjelder for å bruke det. Tilgjengelighet spenner altså fra det praktiske (hvor langt å gå) til det lovpålagte (hva kan vi gjøre der, og når på året). *Definisjon: i hvilken grad et geosted er praktisk og lovmessig tilgjengelig for besøk og aktivitet*. Eksempel på hvordan dette kan beskrives er gitt i Vedlegg 1-2.

Sikkerhet og risiko: Beskrivelse av risiko er i noen sammenhenger viktig å ta med i vurdering av geologisk arv, samt eventuell sikring der dette er på plass. Samtidig er det meget vanskelig å vurdere dette og ikke minst oppdatere et risikobilde jevnlig. Vedlegg 1-3 viser hvordan dette aspektet kan registreres. *Definisjon: i hvilken grad besøk og bruk av et geosted forbindes med risiko for liv og helse, av naturlige og menneskeskapte årsaker*

Logistikk og infrastruktur: Dette omfatter logistikken rundt et geosted; om det finnes parkering og andre fasiliteter som kan ha betydning for besøksantall. *Definisjon: kombinasjonen av nærhet til veg og andre fasiliteter og grad av tilrettelagt adkomst* (Vedlegg 1-4).

Andre natur- og kulturverdier: Anmerking av andre verdier som gjennom kartlegging og registrering har blitt knyttet til området, som for eksempel kulturminner, naturtyper og rødlistearter.

Vernestatus: Anmerking av eventuelle verneområder tilknyttet geostedet, og hva vernet er begrunnet med. I tilfelle de er begrunnet med geologiske verdier er det særlig viktig å få med.

Annen bruk og regulering av området: Det området et geosted befinner seg i har en regulert eller ikke-regulert arealbruk, for eksempel friluftsliv, landbruk, beitemark eller boligområde.

Referanseinformasjon

Dette kan være vitenskapelige eller populærfaglige publikasjoner, bildemateriell, tegninger og kart. Vitenskapelige publikasjoner kan rangeres, i tilfelle det foretas vurdering av forskningsverdi. Internasjonale publikasjoner knyttet til et geosted vil for eksempel kunne lette begrunnelser for internasjonal verdi (Tabell 11).

Tabell 11. Hierarkisk listing av publikasjonsnivåer som kan medvirke til verdivurdering.

Kunskapsunderlag	Dokumentation och rapporter har gjorts om området	Dokumentation, abstracts och rapporter har gjorts om området	Artiklar publicerade i nationella, vetenskapliga tidskrifter	Artiklar publicerade i internationella, vetenskapliga tidskrifter

"When we trace the part of which this terrestrial system is composed, and when we view the general connection of those several parts, the whole presents a machine of a peculiar construction by which it is adapted to a certain end." James Hutton (malmblokk Folldal)

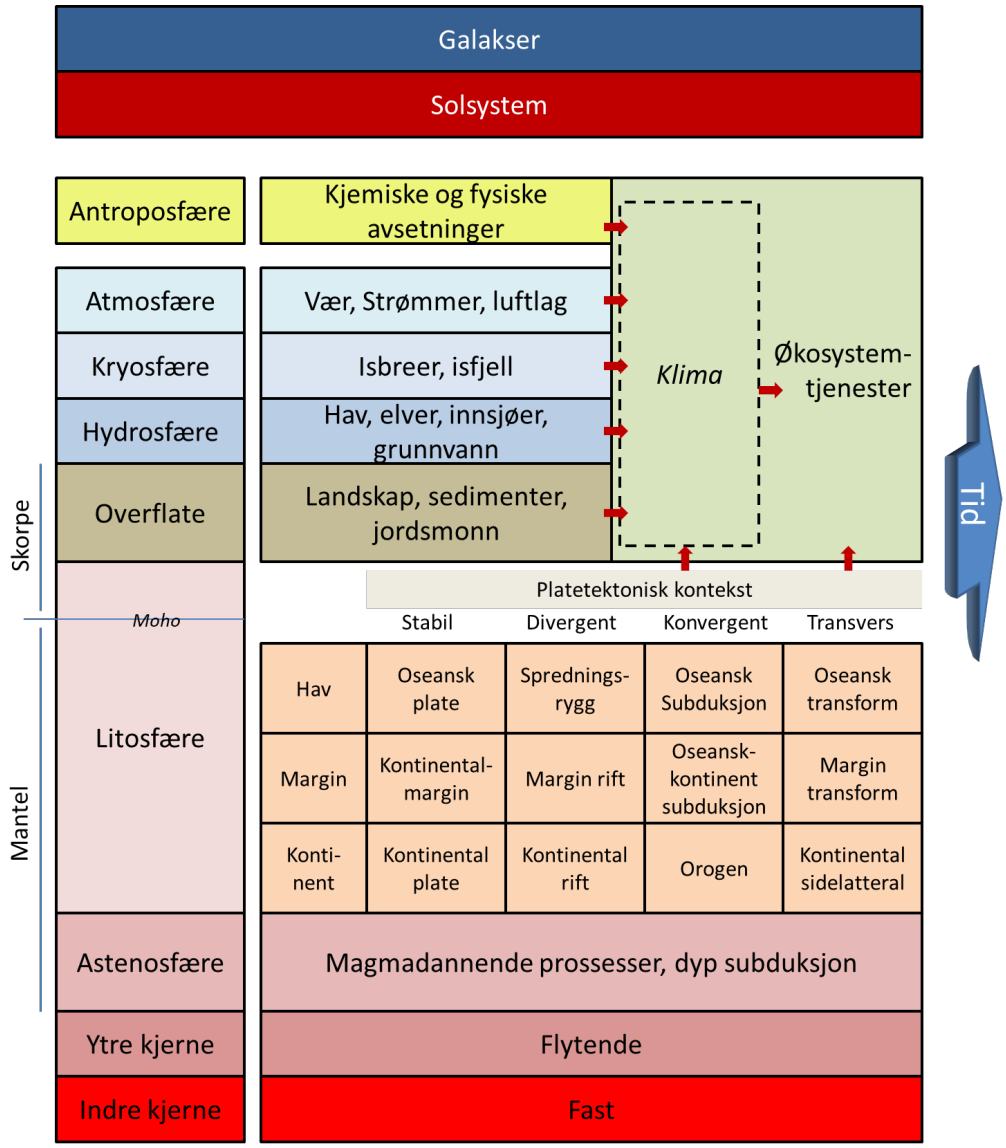
Et beskrivende rammeverk for geologisk arv

De siste tiårene har det vært publisert en rekke forsøk og veier for å «rydde» i måten vi sorterer og kategoriserer geologisk arv. Vi snakker jo tross alt om et stort spekter av fenomener og elementer, fra bergarter fra jordas indre til grus og vann. Under presenterer vi noen av de veiene og argumenterer for hva vi ønsker å benytte oss av.

Rammeverk for geologisk arv

Geologisk arv er knyttet til kunnskaps- og kulturelle tjenester fra det geologiske mangfoldet til oss mennesker. For å sortere dette, mener vi det er best å bruke et systemisk perspektiv: jordsystemet («earth system»).

Fra innerst til ytterst er jordkloden et geologisk system, en dynamisk motor med repeterende prosesser. I to dimensjoner kan vi beskrive de elementer og prosesser som virker i dag, og en tredje dimensjon er den geologiske tidsaksen bakover i tid (Figur 10; modifisert fra van Wryk de Vries 2017). En komplett samling av geologisk arv for jordkloden kan derfor beskrives som elementer som illustrerer boksene i diagrammet slik det foregår i dag, koblet med hvordan de samme eller andre prosesser var med på å forme jordkloden i de 4,5 milliarder år den har eksistert. I dag kan vi få geologiske avsetninger som speiler atmosfæren og havets sammensetning. Det gjorde vi for 2,5 milliarder år siden, men da var atmosfæren annerledes og ga derfor andre spor i bergartene.



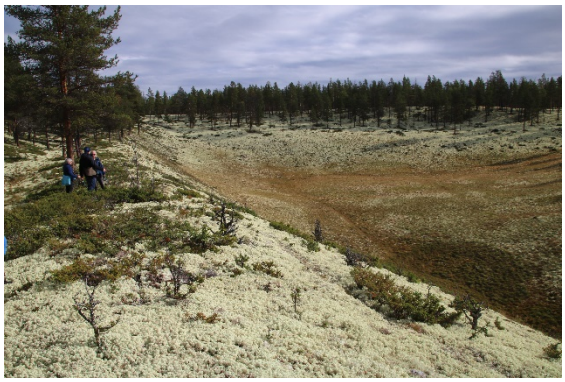
Figur 10. Jorda som system fra innerst til ytterst. Røde piler beskriver jordsystemtjenester. Vi kan forestille oss et slikt skjema for hvert stopp bakover i den geologiske tidsskala, som kollektivt beskriver endringer i prosesser på ulike nivå. Vi har selv lagt til Antroposfæren, som manifesterer seg gjennom geologiske avsetninger med menneskeskapt innhold. Figur modifisert fra van Wryk de Vries (2017).

En slik systemmodell er et godt utgangspunkt for å beskrive geosteders representativitet i forhold til prosesser og hendelser. Vi kunne for eksempel se dette i en global kontekst, der man søker etter en modell for å sammenligne for eksempel verdensarv og geoparksteder med et bakenforliggende mål om å oppnå representativitet for jordklodens utvikling.

Det kan likevel være en god modell for å plassere selv lokalt viktige steder i en "plass" i det firedimensjonale puslespillet jorda. Fra et slikt perspektiv er systemmodellen kanskje best for å gruppere geosteder i sammenhengende hendelser (Tabell 12).

For eksempel kan en dødisgrop (Figur 11), som et enkelt geosted, være en del av en «gruppe» geosteder, eller kompleks, som samlet beskriver et isranddelta. Jutulhogget sammen med distale geosteder knyttet til denne katastrofen, danner et annet kompleks, mens begge er komplekser i en større hendelse, som i dette tilfelle er isavsmelting. Slike koblinger mellom geosteder i komplekser og hendelser er viktig i beskrivelser av geologisk arv og i verdisetting av den.

Det kan sammenlignes med økosystemer; det er felleskapet mellom artene som gir betydning, og å overse eller fjerne noen av dem reduserer den betydningen.



Figur 11. Dødisgrop på Grimsmoen, Folldal.

Samtidig er det behov for å sortere ytterligere. Dødisgropa i isranddeltaet er en geomorfologisk prosess i et system som domineres av sedimentologiske prosesser. Og, en oseansk subduksjon vil involvere både magmatiske og metamorfe prosesser, og følgelig produsere både magmatiske og metamorfe bergarter. Derfor er det hensiktsmessig å foreta en tilleggsinndeling av geosteder, basert på type prosesser, som igjen reflekterer fagområder innenfor geologi (Tabell 12).

Selv om ikke geosteder kan plasseres inn i en jordsystem-modell (for eksempel på grunn av manglende data og kunnskap) vil det likevel være nyttig å ha en slik «faglig» inndeling som kan illustrere overordnete, generelle prosesser, gjenkjennbare fra pensum i grunnleggende og videregående skole.

Tabell 12. Inndeling av geologiske prosesser knyttet til jordsystemet

Prosesser	Forklaring
Magmatiske	Prosesser knyttet til smelting av bergarter, magmakamre og vulkaner.
Metamorfe	Prosesser knyttet til omdanning av bergarter (metamorfose).
Tektoniske	Prosesser knyttet til plastisk og sprø deformasjon av bergarter, jordskjelv.
Mineraldannelse	Prosesser knyttet til dannelse og vekst av mineraler og krystaller i ulike geologiske miljø
Sedimentære	Prosesser knyttet til forvitring og erosjon, samt transport og avsetning av masser fra dette
Hydrogeologiske	Prosesser knyttet til bevegelser av vann i grunnen
Geomorfologiske	Prosesser knyttet til landskapsdannelse og landformer
Impact prosesser	Prosesser og resultater av impact av meteroittnedslag

I tillegg til prosess- og hendelsesorientert inndeling, er vår geologiske arv også knyttet til et gigantisk arkiv av observasjoner og tolkninger, gjennom flere hundre år. Det kan være fossilfunn, stratigrafiske typeområder (for en geologisk æra, for eksempel), dateringer, observasjoner av klimaindikatorer, og så videre (Tabell 13).

Slike geosteder kan vi kollektivt kalle et arkiv av nøkkelobservasjoner som har gitt grobunn for de tolkninger av jordsystemet vi har i dag. En overgang mellom to enheter av sedimentære bergarter som markerer et skifte fra en geologisk tid til en annen er eksempel på slike geosteder. Det samme er et geosted der bergartene har gitt en datering av betydning for å tolke jordsystemet i en gitt periode. Irridiumlaget som markerer meteorittnedslaget i Kritt-Miocene overgangen er et eksempel på geosteder av global betydning. Likeså steder der «første observasjon av noe» som fikk innflytelse på geologi som vitenskap, ble gjort. Esmark-morenen i Rogaland er kanskje ikke den mest representative morenen i Norge, men den har likevel en stor betydning fordi den er blant de geosteder som ga Esmark ideen om istidene.

Tabell 13. Tematisk inndeling i typer observasjoner

Tema	Forklaring
Stratigrafi	Lagrekker og sekvenser som viser nøkkelobservasjoner for den geologiske utviklingen
Geokronologi	Steder for geokronologiske dateringer
Paleomiljø	Steder som inneholder indikatorer på fortidens klima og miljø
Vitenskapelig historisk	Steder som viser områder av betydning for den historiske utviklingen av geologi som vitenskap, samlinger

Mens de to foregående perspektivene har sterke kunnskapsmessige og vitenskapelige føringer, vil det være geosteder som har andre verdier som ikke helt passer inn i disse, der det er konkrete tjenester fra geologien til oss mennesker som er avgjørende. Det kan for eksempel være steder der geologisk innflytelse på biosfæren fremkommer tydelig, skredgroper som forteller om fortidens geofarer, eller historiske gruver og steinbrudd som viser menneskets behov for geologiske ressurser. Eller, rett og slett geosteder som har en kulturell eller estetisk egenskap som vi setter pris på. Vi har summert dette i Tabell 14.

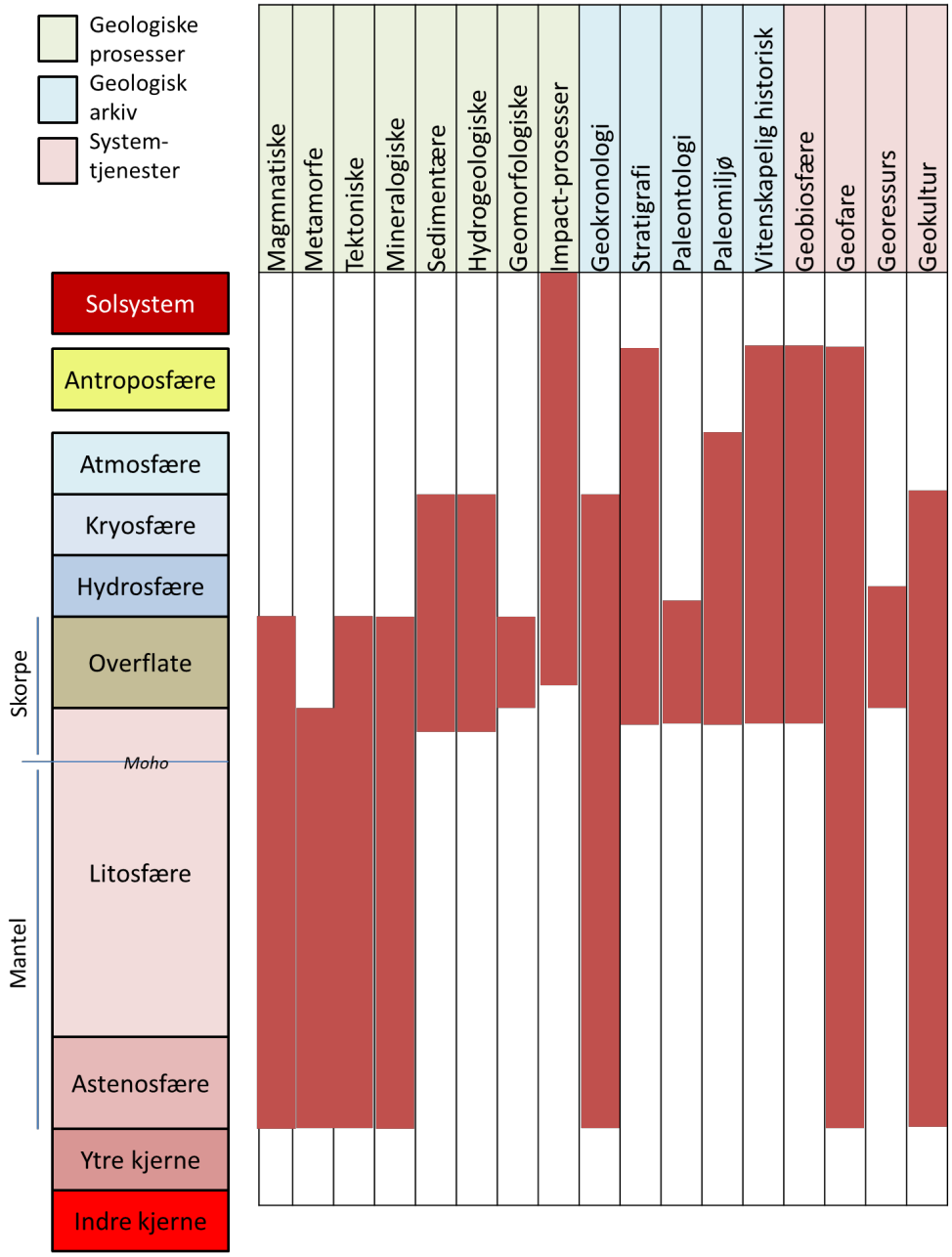
Tabell 14. Geosteder i lys av særlige systemtjenester

Tema	Forklaring
Geobiosfære	Geologi som kilde til variasjon for økosystemer, spesielle livsforhold og biodiversitet knyttet til geologi
Geofare	Bevis for nyere tids massebevegelser f.eks. skred, jordskjelv, vulkanske utbrudd, tsunami
Georessurs	Historisk eller moderne betydning som råvare (mineraler, bergarter)
Geokultur	Historisk eller moderne betydning av geologi som uttrykk for kunst, kultur, religion, arkitektur

Rammeverk for geosteder – en syntese

Hvis vi kombinerer de tre perspektivene ovenfor i en modell (Figur 12) får vi en matrise over hendelser, observasjoner og systemtjenester i jordsystemet. Når det blir kombinert med geologisk tidsskala, vil det være dekkende for å beskrive nær sagt ethvert geosted på kloden.

Selv om modellen kan virke omfattende, er den tross alt et redskap som dekker alle aspekter ved geologisk arv. Selv om et prosjekt kun fokuserer økologiske sider i en inventering, vil modellen kunne benyttes.



Figur 12. Sammenstilling av jordsystemet og geologisk arv i ulike kategorier.

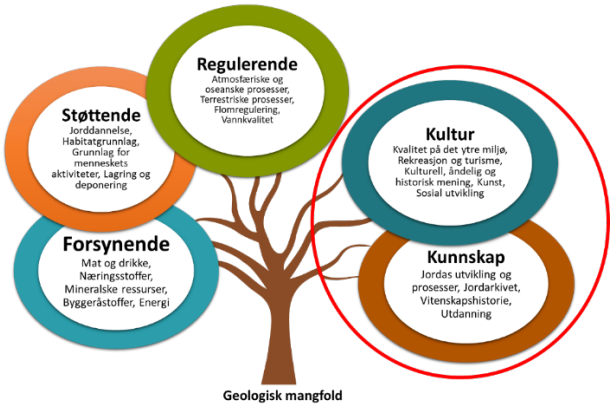
"…the area must have geological heritage of international value". UNESCO (prosjektgruppa i Jutulhogget)

Geologisk arv og verdier

Tematisk avgrensing

Geologisk arv har en mer komplisert tilnærming enn eksistensverdi, da det dreier seg om et stort spekter av tilnærming til verdier basert på ulike ekspertvurderinger. Det er vanskelig å etablere en metodikk som ikke involverer spiss ekspertise fra flere fagfelt. I dette kapitlet beskriver vi hvordan geologisk arv og tilhørende geosteder kan beskrives og katalogiseres i henhold til ulike systemer. I neste kapittel tar vi for oss hvordan vi setter verdier på slike geosteder.

Men først, noen avgrensninger. **Geologisk arv** er nært knyttet til Kulturelle økosystemtjenester, som vist i Figur 13. Det som ikke blir ivaretatt av andre forvaltningsorganer, og som primært er knyttet til naturmangfold, er ringet inn i rødt på figuren, altså kulturelle og kunnskapstjenester. I påfølgende tekst er geologisk arv basert på disse to.



Figur 13. Geologisk mangfold i økosystemtjenester. Rød ring beskriver de tjenester som er mest relevant for geologisk arv, siden andre forvaltningsperspektiv ivaretar forsynende (ressurser), regulerende geofarer) og støttende tjenester. Utvidet modell, etter Gray (2018).

Likevel unngår det ikke et kjerneproblem med kvalitativ vurdering: hva skiller høy fra meget høy? Og hvilke konsekvenser vil det ha for forvaltning av geosteder? I Norge er verdier ofte knyttet til skala: er et geosted verdifull lokalt, regionalt, nasjonalt eller internasjonalt? Denne klassifiseringen er imidlertid ikke styrende i svenske vurderinger av naturverdi.

Før vi går løs på en konkret anbefaling av metode, må vi se nærmere på noen av begrepene som er med på å bygge opp en gradering av verdi, og foreslår definisjoner for hver.

Verdibegreper

Det finnes mange perspektiver på hva som utløser verdi. Mange begreper er brukt for å beskrive dette. Disse begrepene er i større eller mindre grad knyttet opp mot kriterier for verdisetting. De fleste av disse kriteriene har sin basis i en felles forståelse på tvers av fagfelt når det gjelder å vurdere natur (Erikstad et al. 2008), men nyansene og overlappen mellom begrepene gjør det utfordrende å håndtere dem helt entydig. De spenner over hele feltet av verdiforståelse som er eksemplifisert i Fig. 10. i det følgene har vi en kort gjennomgang av en del av disse begrepene og hvordan de brukes og kan brukes.

Sjeldenhet

Logisk sett har «sjeldenhet» noe med kvantitative beregninger å gjøre. «Sjelden» betyr at noe er uvanlig i forhold til en størrelse, og for å slå fast at noe er uvanlig kreves kvantitative beregninger. En forekomst av en bestemt type fossiler kan være sjelden, men i hvilken skala? «Den eneste i kommunen» gir ikke nødvendigvis en høy verdi annet enn for folkene i kommunen. Men hvis det er den eneste observerte lokalitet i verden er det ganske klart at verdien er meget høy.

Det kan ikke være et mål at alle lokaliteter skal vurderes i forhold til «sjeldenhet», det gir liten mening for de fleste. Men for noen, vil dette være et kriterium som er meget relevant. Det er også viktig å merke seg at for å bruke begrepet i verdivurdering, kreves kjennskap til hyppighet av tilsvarende geosted i relevant skala.

Det er viktig å bruke begrepet kritisk, også med tanke på dets dynamikk i en verden i endring. Et geologisk fenomen som på et gitt tidspunkt er hyppig forekommende (vanlig og mange steder) kan utvikle seg til å bli sjeldent, nettopp fordi utgangsverdien var lav og følgelig førte til lav terskel for annen bruk (Brocx og Semeniuk 2007). Godt bevarte isranddelta i Norge var svært hyppige, men utbygging og grusutnyttelse fører gradvis denne type geosted i retning av «sjeldne». *Definisjon: Sjeldenhet («rareness» på engelsk) er i hvilken grad et geosted kvantitativt kan defineres som sjelden, ut ifra en målbar størrelse i en gitt skala.*

Unikhet

«Unikhet» er et mye mer kvalitativt begrep. Det kan finnes enormt mange lokaliteter der du kan se amonittfossiler i verden, men noen skiller seg ut fordi de viser et stort mangfold av amonitter eller der disse fossilene er svært synlige. I Fulufjell vil geosteder der forvitring og erosjon har gjort at bølgelagsmerker er særlig lett å se, være unike i forhold til andre som er vanskeligere å tyde. Det finnes mange steder der vi kan se lagrekkene i berget som viser overgangen mellom geologiske æra, men kun få har status som typeområde for å vise slike overganger. De er selvsagt mer unike – og følgelig verdifulle – enn de andre.

Slik kan vi fortsette: «unikhet» er et vidt begrep som kan favne mange kvalitetsaspekter. «Den ene» eller «De få» som demonstrerer en geologisk prosess eller et fenomen særlig godt. Stratigrafiske typeområder er eksempler på unike geosteder. Men begrepet kan også omfatte ikke-geologiske aspekter. Torghatten er ett av mange eksempler på brenningshuler i Norge. Akkurat denne brenningshulen går tvers igjennom et fjell (hullet i Torghatten). Dette geostedet er ikke nødvendigvis et typeområde for brenningshuler, men fjellformasjonen fremstår så kraftfullt estetisk at det i seg selv gjør den unik. Eksemplet viser at begrepet «unik» alltid må anvendes med en forklaring: hvilken kontekst legger vi på unikhet? *Definisjon: Unikhet («uniqueness» på engelsk) er et*

geosteds unike, kvalitative karakter i forhold til andre geosteder med tilsvarende innhold.

Representativitet

Hva og hvor godt representerer et geosted en geologisk prosess, et område eller jordkloden (Figur 14)? Representativitet betyr egentlig «representativ for…». Brilha (2016) beskriver det som i hvilken grad et geosted viser en geologisk prosess eller element som gir et meningsfullt bidrag til forståelsen av det. En putelava kan for eksempel være et av flere geosteder som gir en meningsfull forståelse av undersjøisk vulkanisme, og en randmorene er representativ for avsetninger og landformer knyttet til glasiale prosesser.

Men «representativitet» kan også benyttes i en rekke andre sammenhenger: 1) Geografisk skala (representativ for geologien i en kommune, region, nasjon eller hele kloden), 2) Geografisk tilpasset (representativ for et verneområde eller en nasjonalpark), 3) Økologisk (representativ for en spesifikk økosystemtjeneste, for eksempel kalkinnhold i grunnen)

Representativitet er altså i stor grad knyttet til 1) det geologiske rammeverket, og 2) den geografisk-økologiske skala/kontekst vurderinger gjøres innenfor. *Definisjon: Representativitet («representativeness» på engelsk) er hvor godt et geosted er representativ for, og gir et meningsfullt bidrag til forståelse av, en geologisk prosess, en annen definert geologisk kontekst eller et geografisk område.*

Figur 14. Fossile strømrifler i Trysilsandstein, halvannen milliard år gamle: er de representative for avsetning av sandsteinen den gang? Og er de representative i forhold til dagens nasjonalpark?

Typeområde/sted

Innenfor geovitenskapene er typeområder av stor betydning. Det kan være steder som viser overgangen mellom geologiske tider, fossillokaliteter med særlig viktige fossiler eller ansamlinger, stratigrafiske snitt som viser en prosess eller en avsetningssyklus, etc. GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) er et eget internasjonalt system under IUGS for å definere slike typeområder for den geologiske tidsskalaen. Slike geosteder vil alltid ha høy vitenskapelig verdi.

Definisjon: Typeområde («key locality» på engelsk) er et geosted som er definert og publisert som typelokalitet for å beskrive og definere geologisk tid, en geologisk prosess, et geologisk fenomen, stratigrafisk snitt eller paleontologisk forekomst.

Vitenskapelig dokumentasjon

I flere sammenhenger, som UNESCO Globale Geoparker, er det krav til dokumentasjon av vitenskapelig publisering for å fastsette verdi. Publisering i fagfellevurderte internasjonale tidsskrift er for eksempel en forutsetning for status av internasjonal betydning. Vi er noe skeptisk til å benytte denne vinklingen absolutt, siden det gir en bias i forhold til de steder på kloden der det har foregått mye forskning, versus like verdifulle steder som ikke er like godt dokumentert. Vi ønsker derfor å inkludere også geosteder som vurderes til å kunne tåle en refereebehandling etter tilsvarende kriterier. *Definisjon: Vitenskapelig dokumentasjon er volum og kvalitet på vitenskapelige publikasjoner som omhandler/inkluderer et geosted, eller geostedets evne til å tåle en refereebehandling etter tilsvarende kriterier.*

Diversitet

Eller rett og slett mangfold; begrepet er svært dynamisk og kan benyttes på flere måter. Det kan være mangfold av bergarter eller løsmasser, eller mangfold av elementer i rammeverket som vises på ett og samme sted. Det kan altså være et «indre» mangfold (det som finnes på et geosted) eller et «ytre» (det mangfoldet som geostedet er en del av). For ett bestemt geosted

har vi vanskelig for å se at mangfold i seg selv er en verdi. Etter vår mening er derfor mangfold en begrunnelsesfølsom verdi som krever utdyping. *Definisjon: diversitet er det kvantitative mangfold av geologiske prosesser og elementer som vises på et geosted eller som geostedet utgjør en del av.*

Undervisningspotensial

Undervisningspotensial er i en del litteratur kalt «didaktisk potensial». Hvor godt egnet et geosted er for undervisning. Men hvordan kan vi bruke dette? Brilha (2016, Table 5) bruker en høyere verdi på de geosteder som favner alle undervisningsnivå enn dem som kun er egnet for ett (les: høyeste nivå). Men det er ikke nødvendigvis slik at 5. klasse i grunnskolen og universitetsstudenter vil oppsøke de samme geosteder. Ulike nivå krever ulik pedagogikk og tilnærming. Begrepet er av Brilha (2016) knyttet opp til pensum på ulike trinn. *Definisjon: et geosteds evne til å bli lest og forstått av elever og studenter på ulike nivå.*

Undervisningsrelevans

Selv om begrepet ikke er brukt i litteraturen, kan det fungere i forhold til undervisning på en litt bredere måte enn «didaktisk potensial». Mens «potensial» fort oppfattes som en skala fra 0 til høy (og benyttes slik av Brilha (2016), er «relevans» noe mer dynamisk og kan kobles sterkere til et mer relativistisk nivå. En rullesteinsstrand kan ha høy relevans for femte klasse i grunnskolen, men er neppe like relevant for en gruppe med universitetsstudenter. *Definisjon: et geosteds evne til å tilfredsstille undervisningsbehov.*

Observasjonskvalitet

Dette begrepet er normalt benyttet i forhold til turisme. Hvis det er enkelt for legfolk å «se» og forstå et geosted er verdien høy. På norsk kan vi se det som et synonym med «tydelighet». Brilha (2016, 2018) bruker «vanlige folk» som mål på observasjonskvalitet, men det er fullt mulig å bruke dette begrepet mer relativt – at det representerer «tydelighet» for en nærmere definert gruppe. *Definisjon: et geosteds evne til å bli lest og forstått av en definert gruppe.*

Autentisitet

Begrepet «autensitet» benyttes mer innenfor kulturminnevern enn geologisk arv, men kan være nyttig for å beskrive hvorvidt og i hvilken grad et geosted viser det beskrivelsen tilsier, og i hvilken grad det er forstyrret av naturlig og menneskelig påvirkning. Autensitet kan være et ekstremt vidt begrep i geologi, hvis man strekker det langt nok; er for eksempel en metamorf skifer en sedimentær bergart der autensiteten er ødelagt eller redusert, eller et svært autentisk eksempel på metamorfose? I geologi, der dynamisk endrende prosesser er så viktige, må vi sette en terskel på hvordan vi definerer autensitet. Derfor blir begrepet lett et mål på en av de mange prosesser som kan ha påvirket et geosted. Hvilken skal vi i så fall velge som «autentisk»?

Etter vår mening er det naturlig å benytte begrepet rundt de geologiske fenomener og prosesser som er et geosteds primære budskap. Hvis et geosted er valgt på grunn av at det særlig viser vulkanske prosesser, vil autensiteten bestemmes ut ifra det og ikke «tilleggsverdier» skapt av seinere metamorfose og forvitring. Til det ekstreme kan geosteder til og med ha høy autensitet selv om den samme autensiteten medfører at geostedet mister viktige verdier eller til og med sitt eksistensgrunnlag: jordpyramider dannes gjennom en prosess som til slutt fører til at det morfologiske fenomenet forsvinner. Men autensiteten forsvinner ikke, selv om andre verdier gjør det. *Definisjon: mål på om opplevelse og forståelse av et geosted er intakt eller redusert i forhold til den eller de prosesser som var essensiell for dannelsen av dets primære verdier*

Integritet

Et geosteds integritet er ofte svært vanskelig å skille fra autensitet. Vi har derfor valgt å se dette i lys av geostedets intakthet i forhold til menneskeskapte og naturlige prosesser som virker etter den første observasjon og beskrivelse av det. Integriteten til jordpyramidene forsvinner følgelig den dagen de er borte, selv om autensiteten er intakt. Et annet viktig skille er at integritet kan ivaretas og forbedres gjennom tiltak. En vegskjæring som

har avdekket et interessant geologisk fenomen, vil i forhold til integritet måles i hvilken grad det samme fenomenet kan observeres på samme måte som før, det vil si om vegskjæringen er intakt. *Definisjon: mål på om et geosted viser det samme like godt som da det først ble beskrevet*

Estetisk kvalitet

Hva som oppfattes som estetisk attraktiv eller ikke er meget varierende og dynamisk i tid og rom. En markert fjellformasjon kan være truende for dem som bor rasfarlig under den, men estetisk vakker for andre. Det er likevel ingen tvil om at mange av verdens mest besøkte geosteder har kvaliteter som gir besøkende lyst til å ta bilder og henge dem på veggen. Svært ofte knytter estetisk kvalitet seg til uvanlige morfologiske fenomener, slik som Trolltunga og Torghatten. Det er ikke mulig å kvantifisere estetikk, med mindre man lager spørreundersøkelser blant besøkende. Likevel er det viktig å ta med som grunnlag for verdivurdering. Det er viktig å være klar over slike forhold når man skal vurdere skjøtsel og vern. Merk at vi lenger nede definerer begrepet «inntrykkstyrke» som etter vår mening er bedre egnet å bruke enn «estetisk kvalitet» (Figur 15). *Definisjon: i hvilken grad et geosted oppleves som estetisk attraktiv blant besøkende*

Figur 15. Elvecanyoner i Rondane i sandstein kan oppleves som estetisk vakre. Eller er det høy inntrykkstyrke?

Inntrykkstyrke

Begrepet brukes blant annet i landskapsanalyser (eks. Veileder. Metode for landskapsanalyse i kommuneplan) ofte sammen med utsagnskraft. I likhet med estetisk kvalitet er det dynamisk og vil variere i tid og rom. Inntrykkstyrke kan i stor grad erstatte estetisk kvalitet og er som beskrivende redskap bedre. Inntrykkstyrke kan for eksempel være dekkende både for dem som er truet av ras og dem som betrakter fjellformasjonen på avstand og synes den er vakker. Inntrykkstyrke er således et mer objektivt begrep enn estetisk kvalitet, og ofte kan det jo også være motstridende følelser som gjør et sted attraktivt. Trolltunga, som fremstår som et stupebrett ut i et både vakkert og farlig landskap, utsondrer risiko, menneskelig skjørhet og styrke på en gang. Selv om begrepet normalt benyttes på landskapsnivå, er det etter vår mening intet som skulle tilsi at det ikke kan benyttes for geosteder. *Definisjon: graden av oppmerksomhet og emosjoner et geosted vekker hos den som betrakter det*

Utsagnskraft

Begrepet brukes blant annet i landskapsanalyser (eks. Veileder. Metode for landskapsanalyse i kommuneplan), ofte sammen med inntrykkstyrke. Etter vår mening er det ikke nødvendigvis like knyttet til estetikk, men mer geostedets ekspressive kraft. Vi tolker det slik at innholdet vil variere etter publikum. Et geosted som lett skaper forståelse for prosesser og fenomener for studenter har høy utsagnskraft for denne gruppen. Et annet geosted kan vise en «missing link» i en lagrekke, og følgelig ha høy utsagnskraft for vitenskapen. Eller, et geosted kan være av slik art at det dominerer og overskygger sine omgivelser. Utsagnskraft overlapper mye med tydelighet, og er på mange måter et bedre begrep å bruke. *Definisjon: et geosteds evne til å formidle et budskap*

Tilstand

Tilstand er et mål på et geosteds evne til å vise en prosess, form, eller fenomen. En landform er i god tilstand hvis den ikke har vært påvirket av for eksempel veibygging som bryter formens helhet. Et meandrerende elveløp er i god tilstand hvis ikke dets naturlige prosess er avbrutt av for eksempel flomregulerende tiltak. Samtidig er det ikke nødvendigvis slik at inngrep automatisk reduserer tilstand. Det kan være at steinbrytning i et område kan ha avdekket kvaliteter i berget som har gitt grunnlag for å

definere et geosted i utgangspunktet, siden ting som før var usynlig er blitt synlig. Mens «autensitet» knyttes sterkt til geologisk opprinnelse, vil tilstand ta utgangspunkt i landskapet rundt oss og hvilke inngrep som er i det. «Tilstand» er etter vår mening mer knyttet til et observasjonspunkt, der tilstand ved ytterligere inngrep vil kunne endres i forhold til hvor intakt geostedet var i utgangspunktet for observasjonen av det. *Definisjon: mål på om opplevelse og forståelse av et geosted er intakt eller redusert fra første beskrivelse av det*

Assosierte verdier

Kvaliteten på et geosted kan påvirkes av andre verdier knyttet til stedet eller områdene rundt. Dette er særlig relevant for opplevelser. Mens geovitenskapelige forskere og studenter oppsøker geosteder uavhengig av slike verdier, vil turister ha en bredere interesse og krav til opplevelser. Gamle steinbrudd og gruver kan for eksempel gi tilleggsverdier i form av historiske bygninger og anlegg, og et geosteds verdi kan økes hvis det ligger i et storslått naturlandskap. Vi kan også se for oss at økosystemer knyttet til geosteder gir økt verdi. Eller, at mytologi og urgamle fortellinger gjør det.

Definisjon: et geosteds tilleggsverdi knyttet til historie, kultur, økologi og andre landskapsverdier

"Geologists have a saying – rocks remember". Neil Armstrong (Løsblokk ved Fulufjell)

GEARS-modell for verdisetting av geologisk arv

Overordnet perspektiv

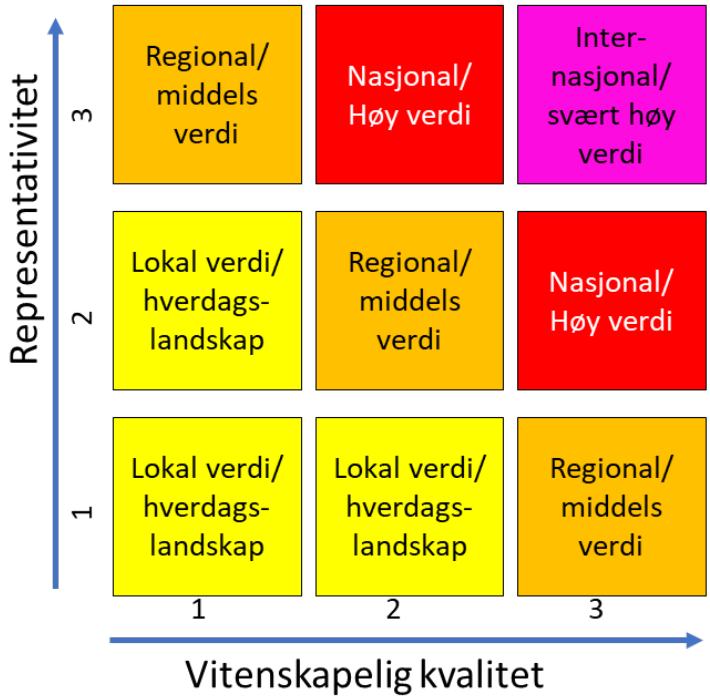
I GEARS ønsker vi å finne fram til en metode som er så enkel, praktisk og forståelig som mulig. Samtidig ser vi at vitenskapelig verdi ikke alltid vil sammenfalle med andre verdier. Vårt fokus på enkelte målgrupper, samt erkjennelsen som er referert over knyttet til Brilha (2016), leder derfor til en konklusjon der vi opererer med ulike verdikriterier for vitenskap, undervisning og opplevelser (inklusiv turisme). Det sammenfaller med anbefalt praksis for UNESCO Globale Geoparker.

Vitenskapelig verdi

Vitenskapelig verdi er en funksjon av **vitenskapelig kvalitet** mot **representativitet** (Figur 16).

Vitenskapelig kvalitet kan knyttes til kriteriet **unikhet**, støttet av informasjon om **autensitet**, om det er **typeområde** og i hvilken grad vitenskapelig **dokumentasjon** kan knyttes til stedet kombinert med hvor godt området er bevart (dvs. tilstand). Således kan «høy verdi» på den vitenskapelige skalaen både være knyttet til en spektakulær lokalitet som på en fortreffelig måte viser en geologisk prosess, og til en ikke-spektakulær lokalitet der geokjemiske analyser eller dateringer har gitt betydelige bidrag til geologien (Tabell 15).

Representativitet er et vanskelig og meget dynamisk begrep, og vi har prøvet å definere tre grader (Tabell 16), der laveste stort sett betyr at geostedet ikke representerer en geologisk prosess eller sammenheng på en bra måte.



Figur 16. Vitenskapelig verdi som en funksjon av vitenskapelig kvalitet og representativitet.

Tabell 15. Grader av vitenskapelig kvalitet.

VITENSKAPELIG KVALITET:	
3	Vitenskapelig velkjent geosted med svært god autensitet som gir/har gitt betydelige bidrag til geologi som vitenskap eller global geologisk forståelse
2	Vitenskapelig kjent geosted med god autensitet som bidrar til å øke forståelsen av geologiske prosesser og sammenhenger i nasjonal/regional skala
1	Vitenskapelig kjent eller lite kjent geosted med sterkt forringete kvaliteter og/eller nedsatt integritet

Tabell 16. Grader av representativitet

REPRESENTATIVITET:	
3	Geostedet representerer godt globalt betydningsfulle og fundamentale prosesser og sammenhenger i jordsystemet
2	Geostedet representerer godt et avgrenset, geografisk områdes geologi og/eller en geologisk prosess/sammenheng av relevans for området
1	Geostedet har noen identifiserbare kvaliteter som gjør det anvendbart til å vise et områdes geologi, geologiske prosesser og sammenhenger

Når hver gruppe av tre kategorier settes sammen til 4 verdigrupper, blir syntesen som vist i tabell 17.

.

Tabell 17. Vitenskapelig verdi – syntese for 4 verdigrupper

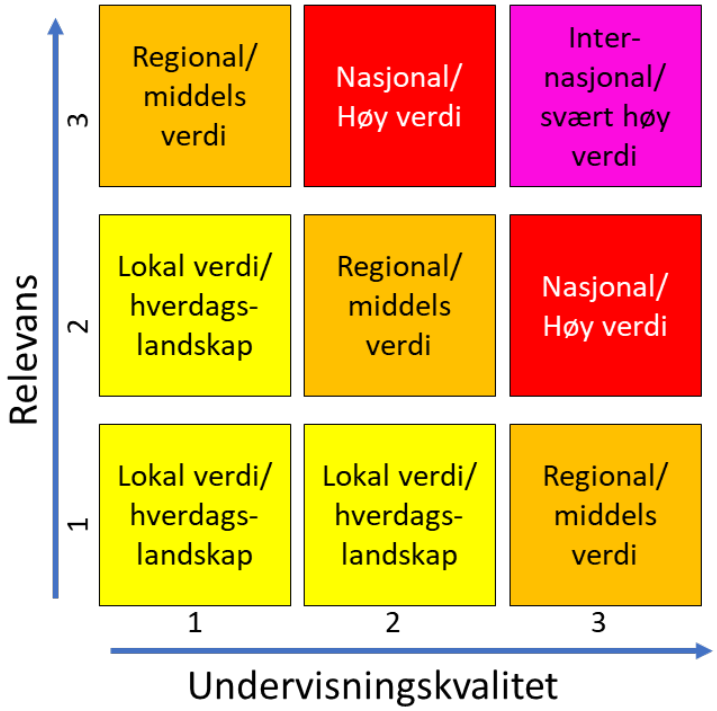
Uten identifisert verdi	Lokal verdi / hverdags-landskap	Regional / middels verdi	Nasjonal / høy verdi	Internasjonal / svært høy verdi
Uten betydning for temaet eller sterkt reduserte kvaliteter	Geosted som enten har forringet kvalitet eller lav representativitet, men kan likevel være av betydning for lokal geologisk forståelse	Geosted som er enten har noe forringet kvalitet eller at representativitet er begrenset til et avgrenset område (region)	Godt bevart, vitenskapelig kjent geosted som gir/har gitt bidrag til å øke forståelsen av geologiske prosesser og sammenhenger, og er representativt for et lands geologiske oppbygging	Meget godt bevart, vitenskapelig velkjent geosted som gir/har gitt betydelige bidrag til geologi som vitenskap eller global geologisk forståelse, og er representativ for betydningsfulle og fundamentale prosesser og sammenhenger i jordsystemet

Undervisningsverdi

Undervisningsverdi er en funksjon av **undervisningskvalitet** og **relevans** (Figur 17).

Undervisningskvalitet er i stor grad knyttet til **observasjonskvalitet** og **integritet**: hvor tydelig et geosted viser en geologisk prosess/fenomen og om dette kan observeres (Tabell 18). Relevans er knyttet til hva elevene/studentene har lært eller skal lære, altså i forhold til læreplaner og pensum (Tabell 19).

Det er en betydelig dynamikk knyttet til undervisningsverdi. Brilho (2016) knytter høyere verdi til geosteder som er egnet til folkeskoleelever enn dem som krever universitetsnivå. Vi er ikke enige i en slik tilnærming. Vi er heller tilbøyelig til å mene at de geosteder som øker kunnskapen på folkeskolenivå kan (og bør) være helt annerledes enn dem man besøker som student på universitetet.



Figur 17. Undervisningsverdi som funksjon av undervisningskvalitet og relevans.

Tabell 18. Grader av undervisningskvalitet.

UNDERVISNINGSKVALITET	
3	Svært tydelig og lesbart geosted som bidrar til god forståelse av en geologisk prosess eller sammenheng
2	Tilstrekkelig tydelig og lesbart geosted som bidrar til å øke forståelsen av en geologisk prosess eller sammenheng
1	Geosted der det er vanskelig å observere og tolke geologiske prosesser og fenomener visuelt

Tabell 19. Grader av relevans.

RELEVANS	
3	Svært relevant for læringsmål eller pensum
2	Ganske relevant for læringsmål eller pensum
1	Lite relevant for læringsmål eller pensum

Når hver gruppe av tre kategorier settes sammen til 4 verdigrupper, blir syntesen som vist i Tabell 20.

Tabell 20. Undervisningsverdi - syntese for 4 verdigrupper.

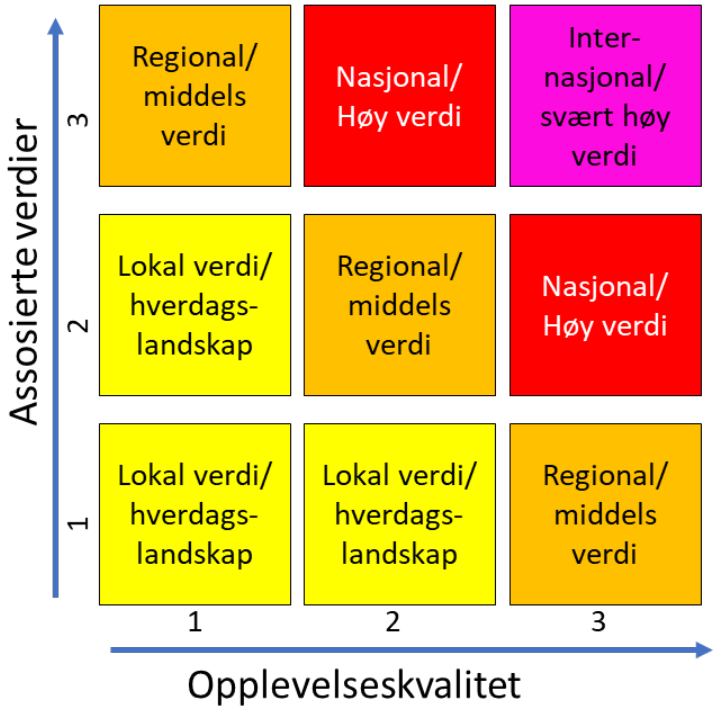
Uten identifisert verdi	Lokal verdi / hverdags-landksap	Regional / middels verdi	Nasjonal / høy verdi	Internasjonal / svært høy verdi
Uten betydning for temaet eller sterkt reduserte kvaliteter	Lite tydelig og svakt forklarende geosted, men som likevel er relevant for kjennskap til lokal geologi	Tydelig og lesbart geosted som bidrar til å øke forståelsen av en geologisk prosess eller et områdes geologiske oppbygging, og er relevant for læringsmål eller pensum	Tydelig og lesbart geosted som bidrar til å øke forståelsen av en geologisk prosess eller et lands geologiske oppbygging, og er relevant for læringsmål eller pensum	Svært tydelig og lesbart geosted som bidrar til god forståelse av en global geologisk prosess eller sammenheng, og er svært relevant for læringsmål eller pensum

Opplevelsesverdi

Opplevelsesverdi er en funksjon av **opplevelseskvalitet** og **assosierte** verdier (Figur 18).

Hva er opplevelseskvalitet? Hvis en person besøker et geosted, og opplevelsen av det øker denne personens kunnskap og interesse for natur og geologi, er det et verdifullt sted. Vi har tatt utgangspunkt i at slike kvaliteter er knyttet til om et geosted er estetisk imponerende, at geologien tydelig kan forstås og at geostedet fremstår intakt (Tabell 21), altså **høy utsagnskraft og inntrykkstyrke.**

Vi mener også at **assosierte verdier** er viktig: om landskapet rundt er bra å oppholde seg i, og om det er kulturhistoriske eller andre verdier knyttet til geostedet (Tabell 22).



Figur 18. Opplevelsesverdi som funksjon av opplevelseskvalitet og assosierte verdier

Tabell 21. Grader av opplevelseskvalitet.

OPPLEVELSESKVALITET	
3	Geostedet fremstår som intakt og svært estetisk tiltalende og/eller det er svært lett å forstå geologiske prosesser og sammenhenger
2	Geostedet fremstår som intakt og enten estetisk tiltalende eller at det er lett å forstå geologiske prosesser og sammenhenger
1	Geostedet fremstår som hverken estetisk tiltalende eller spesielt lett å forstå geologiske prosesser og sammenhenger

Tabell 22. Grader av assosierte verdier

ASSOSISERTE VERDIER	
3	Geostedet har rike landskapsmessige og/eller kulturhistoriske verdier i tillegg til de geologiske
2	Geostedet har noen landskapsmessige og/eller kulturhistoriske verdier i tillegg til de geologiske
1	Geostedet har få eller ingen landskapsmessige og/eller kulturhistoriske verdier i tillegg til de geologiske

Når hver gruppe av tre kategorier settes sammen til 4 verdigrupper, blir syntesen som vist i Tabell 23.

Tabell 23. Opplevelsesverdi - syntese for 4 verdigrupper.

Uten identifisert verdi	Lokal verdi / hverdags-landskap	Regional / middels verdi	Nasjonal / høy verdi	Internasjonal / svært høy verdi
Uten betydning for temaet eller sterkt reduserte kvaliteter	Geosteder med lav inntrykks-styrke/ hverdags-landskap	Middels tydelig og lesbart geosted med moderat inntrykks-styrke i område med begrensete landskapsverdier	Tydelig og lesbart geosted med høy inntrykks-styrke i område med store landskapsverdier	Svært tydelig og lesbart geosted med høy inntrykks-styrke i område med svært store landskapsverdier

Visualisering av verdier for geologisk arv

De verdier som settes på geosteder kan vises i en enkel matrise, som vist i Tabell 24.

Tabell 24. Verdimatrise for geologisk arv

Verdi	Vitens kap	Undervis ning	Oppleve lser
Internasjonal/ svært høy			
Nasjonal/høu			
Regional/mid dels			
Lokal/noe			
Uten identifisert verdi			

Jutulhogget er et eksempel i prosjektområdet som vil få svært høy verdi i alle tre kolonnene (Tabell 25, Figur 19). Det er vitenskapelig interessant som en unik katastrofal hendelse under isavsmeltingen, men likevel representativ for det samme. Tilsvarende er stedet en svært bra lokalitet for å lære, ikke minst på grunn av synligheten av både erosjons- og avsetningsfenomenene. Geostedet er allerede et verdsatt turistmål med stor inntrykksstyrke og tydelig utforming.

Tabell 25. Verdimatrise for Jutulhogget

Verdi	Vitens kap	Undervis ning	Oppleve lser
Internasjonal/ svært høy	X	X	X
Nasjonal/høy			
Regional/mid dels			
Lokal/noe			
Uten identifisert verdi			

Figur 19. Jutulhogget.

Bråtafallet er en elv/foss helt i utkanten av Fulufjellet Nasjonalpark. Her kan man se sedimentære strukturer i Trysilsandsteinen (Figur 20), og stedet er både av betydning for å tolke hvordan avsetningen av sandsteinen foregikk og hvilket miljø/klima det var. Siden Trysilsandsteinen er et viktig element i Norges geologiske historie, er det naturlig at vitenskapelig verdi er høy. Det er også et brukbart geosted for å vise hvordan slike sedimentære strukturer ser ut, men ikke blant

det beste stedene i landet. I tillegg ligger stedet vakkert til, lett tilgjengelig og ettertraktet for utflukter. Samlet gir dette en verdimatrise som vist i Tabell 26.

Tabell 26. Verdimatrise for Bråtafallet.

Verdi	Vitenskap	Undervisning	Opplevelser
Internasjonal/ svært høy			
Nasjonal/høy	X		
Regional/middels		X	X
Lokal/noe			
Uten identifisert verdi			

Figur 20. Bråtafallet - foss med bølgeslagsmerker i forgrunnen.

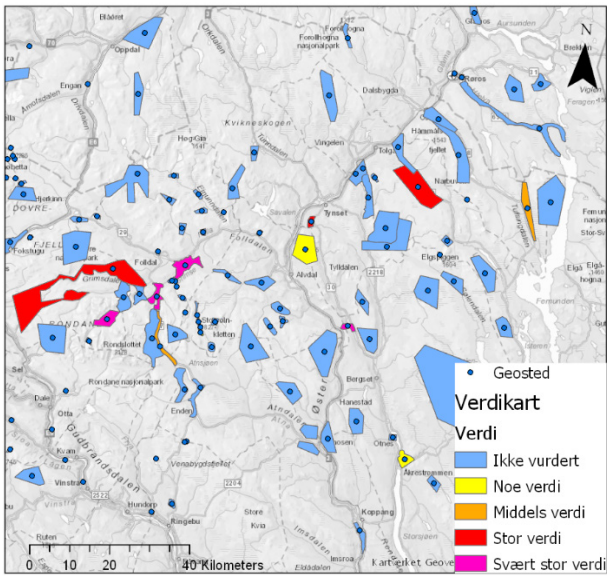
Tollevshaugkyrkja i Grimsdal er en markert knaus i terrenget, og består av bergarten serpentinitt. Langs kantene av knausen er denne omdannet til kleberstein (Figur 21). Vitenskapelig verdi regnes som relativt lav, men kan være av betydning for å forstå regionale, geologiske prosesser. Undervisningsverdi er også middels, det er et fint sted å lære om serpentinitt/kleberstein men det finnes også lettere tilgjengelige steder i regionen. Opplevelsesverdi tenderer mot høy, siden det er et storslått, attraktivt landskap og geostedet har tydelige og lettforståelige kvaliteter (Tabell 27).

Tabell 27. Verdimatrise for Tollevshaugkirka

Verdi	Vitenskap	Undervisning	Opplevelser
Internasjonal/ svært høy			
Nasjonal/høy			X
Regional/middels	X	X	
Lokal/noe			
Uten identifisert verdi			

Figur 21. Tollevshaugkirka - markert serpentinittkropp med historiske uttak av kleberstein langs randen.

Når et geosted registreres plottes det med punkt og areal enten med ukjent verdi eller som et verdivurdert geosted med tilhørende fargeverdi (Figur 22) etter Tabell 24 på et kart. Det er den høyeste verdien uavhengig kategori som blir den gjeldende fargen i verdikartet (Figur 22).



Figur 22. Figuren viser et fiktivt eksempel på verdikart som vil bli tilrettelagt i NGU databasen for geologisk arv. Fargene gjenspeiler høyeste verdi plottet i en av kategoriene i verditabellen.

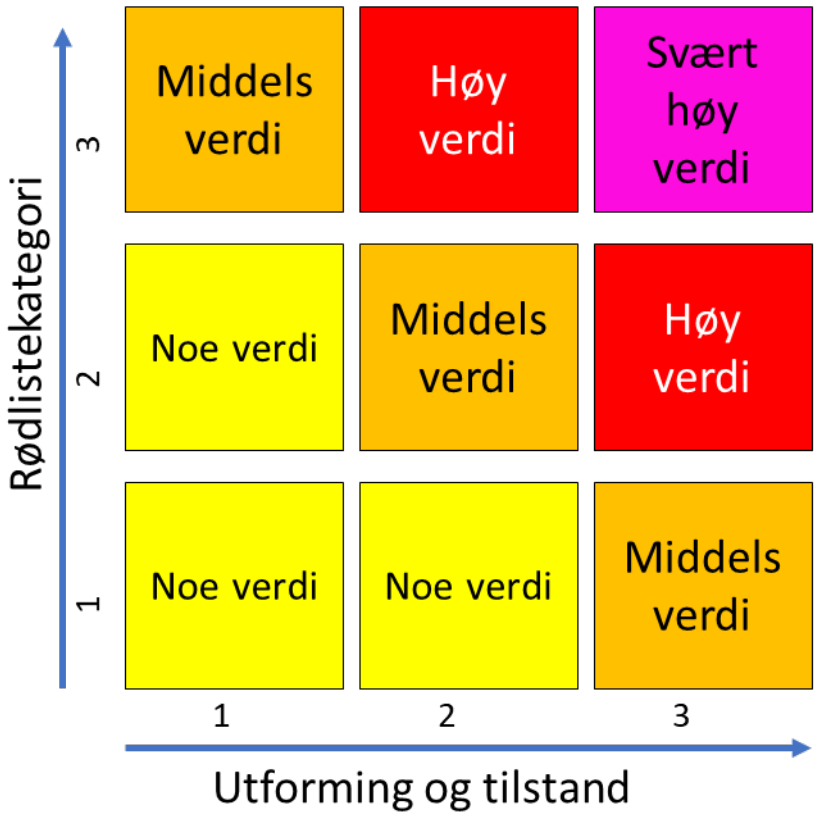
"It is this earth that, like a kind mother, receives us at our birth, and sustains us when born". Plinius den Eldre (Folldal malm)

Eksistensverdi (naturforvaltningsverdi)

Øvre del av verdisirkelen i Figur 8 er viet **eksistensverdi**, der hvor sirkelen overlapper geosfære og biosfære. Eksistensverdien kan beskrives som «verdi i kraft av å være», der sjeldenhet eller truethet ofte er viktige kriterier for utvelgelse. Det at en geotop er sjelden og/eller truet, er altså en verdi i seg selv. Egenverdi kan også kalles forvatningsprioritert verdi. I dag er dette i første rekke relevant i norsk forvaltning av naturmangfold.

Utvalg av geotoper for vurdering av egenverdi vil primært være rødlista og prioriterte naturtyper. Per i dag finnes det i Norge landformer på rødlista, og vi kan forvente at vi i fremtiden også vil se andre typer geologiske objekter der. I dag finnes det ikke geologiske naturtyper med forvaltningsprioritering, men også her er det sannsynlig at dette vil komme. Det har vi tatt høyde for under.

Vi har valgt å vise egenverdi (Figur 23) som en funksjon av geotopens **kvalitet** (utforming og tilstand; (Tabell 28) og «**rødlistekategori**» (Tabell 29), enten i forhold til den reelle rødlista, eller geosteder som ikke eksisterer på noen rødliste, men der samme tankesett er gyldig. Merk at i denne modellen slår verdivurderingen først inn når området inneholder rødlistede objekter. Når det foreligger forvaltningsprioriterte, geologiske naturtyper, vil matrisen også kunne benyttes for slike; de vil alltid plotte øverst på y-aksen.



Figur 23. Egenverdi som en funksjon av rødlistekategori og utforming/tilstand.

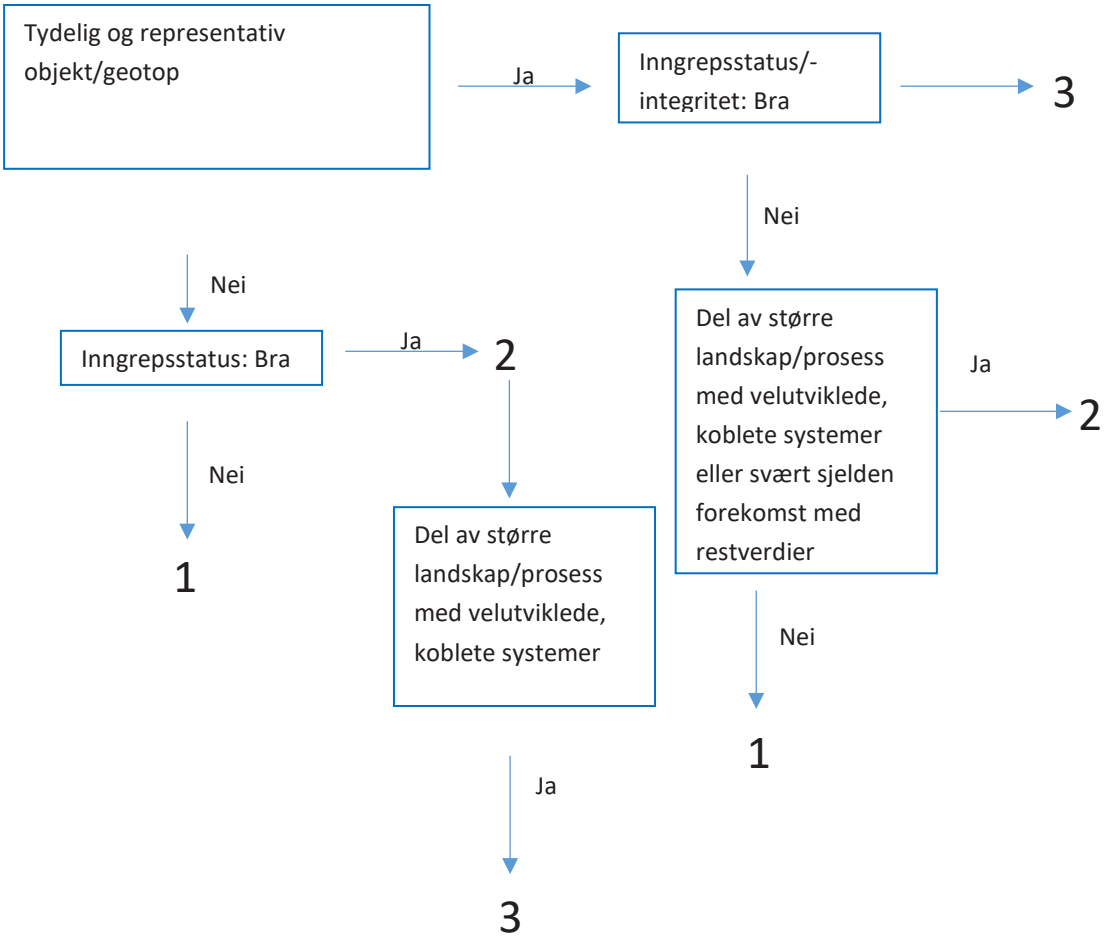
Tabell 28. Grader av kvalitet basert på utforming og tilstand

Utforming og tilstand	
3	Meget tydelig utforming/store systemer, meget god tilstand
2	Tydelig utforming/system, god tilstand
1	Middels tydelig utforming/system, noe redusert tilstand

Tabell 29. Rødlistekategorier

Rødlistekategori	
3	Truet/kritisk truet, forvaltningsprioritet
2	Sårbar
1	Nær truet

Rødlistekategori i Norge utledes fra Artsdatabankens sider. Forvaltningsprioritet vil (når det eventuelt foreligger) finnes på Miljødirketoratets sider. For å vurdere «utforming og tilstand», Tar vi utgangspunkt i en skritt-for-skritt metodikk utviklet for ravinedaler (Erikstad 2014), som vist i Figur 24.



Figur 24. Kvalitetsklasser for utforming og tilstand (se Tabell 28, modifisert etter Erikstad (2014)

Samlet gir dette en syntese av fire verdier som vist i Tabell 30.

Tabell 30. Egenverdi - syntese av 4 verdigrupper.

Uten identifisert verdi	Noe verdi	Middels verdi	Høy verdi	Svært høy verdi
Difus utforming/ sterkt redusert tilstand	Nær truete objekter med tydelig til middels tydelig utforming og god til noe redusert tilstand, Sårbare objekter med middels tydelig utforming og noe redusert tilstand	Nær truete objekter med meget tydelig utforming og meget god tilstand, sårbare objekter med tydelig utforming og god tilstand, truete objekter med middels tydelig utforming og noe redusert tilstand	Sårbare objekter med meget tydelig utforming og meget god tilstand, truete objekter med tydelig utforming og god tilstand	Truete og kritisk truete objekter og/eller forvaltnings-prioriterte, meget tydelig utforming/ store systemer, meget god tilstand

"The greatest threat to our planet is the belief that someone else will save it". Robert Swan (landskap i Einungdalen)

Forvaltningsansvar

I GEARS har vi brukt områder med identifiserte geologiske verdier. Disse finnes i ulike sammenhenger og deres formelle status har betydning for hvordan områdene kan benyttes til geoturisme og forvaltes slik at denne bruken blir bærekraftig. I hovedsak har vi sett på områder som:

- Er formelt vernet
    - Som nasjonalpark
    - Som generelt eller biologisk naturreservat
    - Som geologisk vernet område (naturreservat, naturminne e.l.)
- Uten formelt arealvern
- Knyttet til kulturminner eller kulturmiljøer

I tilfeller der det ikke finnes et formelt arealvern forvaltes området av grunneier under rammebetingelser knyttet til lovgivning om arealplanlegging og evt. Spesiallovgivninger som måtte være aktuelle (eks. Verneplan for vassdrag, jordbruk, ressurs, kulturminner m.v). Der området har en formell vernestatus er det verneformålet som normalt styrer hovedfokus for forvaltningen. Her kan geologiske verdier være spesielt nevnt eller ofte ikke nevnt i det hele tatt. Forvaltningen vi i tillegg ofte være styrt av forvaltningsplaner som i noe ulike grad er utarbeidet for de aktuelle områdene (Bergengren 2019). Uansett vil geologiske forhold være av stor betydning for forvaltningen fordi geologiske egenskaper er grunnleggende økologisk viktig og av betydning for biologisk mangfold som i slike tilfeller alltid vil være en del av vernefomålet mer eller mindre spesifisert. Det har i den senere tid vært et økt fokus på dette og betydningen av å forvalte det geologiske mangfoldet i vernede områder (se f.eks. Crofts & Gordon 2014).

Det finnes mange trusler mot naturmangfoldet generelt og det geologiske mangfoldet spesielt.

Det gjelder også de spesielt verdisatte geologiske egenskapene innen hvert område (geologisk arv). Tabell 31 oppsummerer en del kategorier av trusler basert på Crofts & Gordon 2014 samt Viestad et al 2008.

Tabell 31. En del trusler mot geosteder basert på Crofts & Gordon 2014 samt Viestad et al. 2008.

Trusselfaktor	Nivå/Skala	Relevans
Tekniske inngrep, nedbygging, infrastruktur m.v.	lokal	Små geosteder er særlig utsatt, men alle geosteder kan bli sterkt påvirket. Ofte skjer ødeleggelse pga av manglende kunnskap eller informasjon. Tekniske inngrep kan også blottlegge geologiske naturverdier.
Gruvedrift, steinbrudd, grustak etc.	Lokal	Tidligere tiltak har ofte blottlagt geologiske naturverdier og representerer et møtepunkt mellom geologisk og kulturell arv. For nye tiltak er forholdet som for øvrige tekniske inngrep. Grustak forekommer ofte i landformer som har begrenset forekomst og som derfor kan bli overbelastet, jf rødliste for naturtyper
Endret arealbruk inkl. Jordbruk, skogbruk etc.	Lokal	Medfører ofte mindre tekniske tiltak med virkning som disse. Jordbruk har en praksis med planering som påvirker naturlige landformer som f.eks. leirraviner.
Kyst og elveforvaltning inkl regulering m.v.	Lokal/regional	Kan også omfatte rassikring. Påvirker naturlige prosesser og landformer.
Rekreasjon, geoturisme og annen ferdsel	Lokal	Ferdsel kan medføre slitasje på vegetasjon og terreng i områder der ferdselen er stor eller konsentrert.
Forurensing, forsøpling	Global/regional/lokal	Påvirker i størst grad forholdet rundt en lokalitet mtp hvor attraktivt et område er og er dermed viktigst i geoturismesammenheng.

Gjengroing	Regional/lokal	Påvirker tilgang til og synlighet av geologiske verdier og geologiske landskap, men ikke nødvendigvis eksistensen av dette. Kan avbøtes med rydding og skjøtsel.
Klimaendringer	Global	Påvirker naturlige prosesser, men effektene mellom menneskeskapt påvirkning og naturlige prosesser kan være vanskelige å identifisere.
Endringer i havnivå	Global/regional	Påvirker naturlige prosesser, men effektene mellom menneskeskapt påvirkning og naturlige prosesser kan være vanskelige å identifisere.
Restaurering i gruve og steinbruddsområder	Lokal	Økologisk restaurering medfører ofte utjevning av bratte områder og vegetasjonsetablering som begge kan dekke til og skjule geologiske verdier som er avdekket i området og også påvirke negativt helhet i bergverksrelaterte kulturmiljøer.
Stabilisering av veikanter og skjæringer	Lokal	Medfører både opprensing av brattkanter, utfyllinger og tildekkinger. Allt dette kan ødelegge eller dekke til geologiske verdier som er knyttet til disse inngrepene.
Uansvarlig fossil og mineralsamling inkludert vitenskapelig prøvetaking (borprøver)	Lokal	Uforsvarlig samling kan fjerne kjerneverdier i mange geosteder. Prøvetaking og boring kan både ødelegge, men i særlig grad skjemme viktige geosteder og naturområder generelt. I UK er det utarbeidet spesielle veiledere for denne type aktivitet.

Naturens sårbarhet og konkrete forvaltningsstrategier

Geosteder er svært ulike i sin utforming og størrelse. De kan strekke seg til svært små fjellknauser som er sårbare bare i kraft av at de er så små til større områder med natursårbarhet som må analyseres på generelt nivå som for eksempel i en nasjonalpark. I UK har man inndelt geosteder i en tabell som for en stor del er basert på i hvilken grad geostedene er sårbare eller robuste i forhold til deres geologiske kjerneverdier (Tabell 32). her er geostedene klassifisert i tre kategorier (menneskeskapte blotninger, Aktive prosesser og landformer samt begrensede forekomster av for eksempel mineraler og fossiler. Dette utfyller og kompletterer til en viss grad de oversiktene vi

har vist over og gir et bidrag til å velge fornuftige forvaltningsstrategier.

Tabell 32. Klassifikasjon av geosteder med tanke på forvaltning i UK (Prosser et al. 2006)

Category	Type of site
Exposure or extensive	Active quarries and pits
	Disused quarries and pits
	Coastal cliffs and foreshore
	River and stream sections
	Inland outcrops
	Exposures in underground mines and tunnels
	Extensive buried interest
	Road, rail and canal cuttings
Integrity	Active process geomorphological
	Static geomorphological
	Caves
	Karst
Finite	Finite mineral, fossil or other geological
	Mine dumps
	Finite underground mines and tunnels
	Finite buried interest

Små begrensede forekomster kan være svært sårbare og man bør vurdere nøye om slike er egnet for geoturisme. Hvis de brukes er det avgjørende med sterke beskyttelsestiltak og grundig overvåking.

Av helt spesielle egenskaper som man må ta hensyn til knyttet til en del geosteder er:

- Små lokaliteter som lett ødelegges, også ved rene feiltagelser
- Geosteder med aktive prosesser som påvirkes av inngrep eller endringer til dels langt unna selve lokaliteten (for eksempel knyttet til erosjons- og avsetningsprosesser i elv)
- Samling. Særlig fossil og minerallokaliteter er utsatt for samling og det er slett ikke alle som tåler dette. Enkelte lokaliteter er så sårbare at de ikke bør brukes i turistsammenheng. Informasjon knyttet til slike bør vurderes med tanke på offentlighet på linje med for eksempel rovfuglreder o.l.
- Enkelte geosteder representerer spesielt sårbare og urørte miljøer som meget lett påvirkes negativt ved besøk. Norske grotter er rødlistet (kategori Sårbar) av denne grunn. Samtidig er de tradisjonelle turistlokaliteter. Dette er forhold som krever helt spesielle forvaltningsstrategier.
- Bålbrenning. Ofte er det slik at når man brenner bål og skal ta hensyn til naturen, legges bålplassen på fast fjell. Bål på fast fjell kan gjøre stor skade for eksempel på naturlig isskurte og polerte steinoverflater, eller på steinflater som inneholder spesielle geologisk informasjon eller verdier. Dette krever god informasjon og gjennomtenkte forvaltningstiltak.
- Gjengroing. Gjengroing ødelegger ikke de geologiske verdiene i seg selv, men gjør det vanskelig å studere dem og bruke dem i formidlingssammenheng. Dette gjelder også geoturisme. Det er

derfor viktig å holde områder som skal brukes på denne måten åpne. Dette gjelder ikke bare høyere vegetasjon, men også moser og lav. Forvaltningsmessig kan dette være krevende fordi det kan komme i konflikt med andre (biologiske) forvaltningsstrategier og det er derfor behov for å bruke tid for å finne riktige og gode metoder for å avveie ulike behov og finne løsninger.

Big things have small beginnings". T.E. Lawrence

Forvaltningsbehov

I sammenheng med bruk av områder for turisme er det viktig å ta flere forhold i betraktning. Utgangspunktet er at ved bruk i turistsammenheng så økes og konsentreres ferdselen om de objekter og områder som er verdisatt og som markedsføres som attraksjoner. Den økte ferdselen kan ha negativ effekt både på biologisk mangfold, geologisk mangfold, kulturminner og kulturlandskap i tillegg til at opplevelsesverdien av området kan forringes ved at området mister estetisk kvalitet ved slitasje og forsøpling (Viestad et al 2008). I en nasjonalpark eller et generelt naturreservat er helheten og bredden i de kvalitetene som påvirkes avgjørende viktig og normalt dekket opp gjennom verneforskrifter (regler) og gjerne spesifisert i forvaltningsplaner. Rent konseptuelt er det viktig å erkjenne at uansett hvor sterkt vern av urørt natur står i samfunnet, vil ikke det nødvendigvis gjøre sårbarhetsanalyser overflødige. Det er ikke bare styrken av vern som er viktig for å ta vare på geologisk arv, men i hvilken grad sårbarhetsanalyser fanger opp ulike verdier. For at geoturisme i spesielle geologiske verneområder og i områder som ikke er omfattet av formelt vern vil det samme gjelde. Dette er en forutsetning for at geoturismen kan kalles bærekraftig. Forringelse av de generelle naturverdiene, økologisk, geologisk og visuelt vil alle bidra til å forringe opplevelsesverdien av de aktuelle områdene.

Det er i denne sammenheng fokusert på de mulige negative virkningene som kan komme av økt ferdsel og det er i mindre grad analysert behov for forvaltningstiltak knyttet til arealbruk, tekniske inngrep og globale endringer slik som klima. Det betyr ikke at disse ikke er viktige, men at de i mindre grad er koblet til bruken av områdene som attraksjoner. Det er imidlertid klart at når naturverdier er identifisert og beskrevet i denne sammenheng bør man passe på at disse blir behørig tatt hensyn til i arealplanlegging, ved planlegging av inngrep og så videre. I svært mange tilfeller vil god planlegging kunne føre til at naturverdier kan beholdes og ikke bli ødelagt selv om endret

arealbruk, behov for infrastruktur og teknisk samfunnsutvikling foregår i ulikt omfang i ulike områder. I noen tilfeller vil det være rimelig å foreslå formelt vern for å sikre verdier med særlig høy verdi.

Dette betyr at når man utnytter en egenskap i naturen som attraksjon, må man sikre at egenskapen selv ikke blir ødelagt eller forringet. Ferdselen/turismen må tilrettelegges slik at den geologiske verdien sikres. Dette er grunnleggende forvaltningsproblemstillinger som det arbeides med på mange nivåer i stor bredde innen naturforvaltning.

Geoelementer og deres ulike forvaltningsbehov med vekt på sårbarhet

For å sikre seg mot områdeforringelse og ødeleggelse knyttet til ferdsel og turisme på et mer generelt nivå er en analyse av områdenes sårbarhet spesielt viktig. De fysiske og økologiske forholdene i et område er avgjørende for hvilken effekt en gitt aktivitet medfører. Miljøforholdene kan variere mye over svært korte avstander og derfor er det behov for en ganske detaljert analyse for å avgjøre hvilke tiltak som eventuelt er nødvendig. Det er en klar sammenheng mellom bæreevnen til underlaget og sårbarhet. Vanninnholdet i jorda og innholdet av finkornet materiale i løsmassene er de viktigste faktorene som påvirker bæreevnen. I tillegg kommer forhold som skråning, sorteringsgrad av sedimenter, sedimenttykkelse, permafrost og andre frostprosesser samt og berggrunnens hardhet. I denne sammenhengen er forvaltningsbehovene for geologiske verdier omtrent de samme som for generelle økologiske eller biologiske verdier. Analyser for å finne fram til relevante tiltak har lang tradisjon knyttet til for eksempel skjøtsels- og forvaltningsplaner for vernede områder. I Norge har det også foregått ulike prosjekter knyttet til de økologiske og terrengmessige effektene av ferdsel på Svalbard og i nasjonalparkene samt i forbindelse med forsvarets virksomhet (Vistad et al 2008, Hagen et al 2019 og Tømmervik et al 2005). Her er det samlet mye materiale er materiale og utviklet metoder som er direkte anvendbare i analyser for praktisk forvaltning av geosteder som tenkes brukt i turistsammenheng.

Det er ikke slik at et område er likt i hele sin utstrekning. Ofte er det nødvendig med en detaljert gjennomgang av området for å finne ut hvor sårbarheten er stor og hvor man bør sette inn tiltak. Dette er essensen i enhver skjøtselsplan og også i den norske sårbarhetskartleggingen som danner grunnlag for forvaltningsstrategiene i forhold til besøk i nasjonalparkene (Hagen m.fl. 2019). Et par slike eksempler på slik modeller er skissert i figurene 3 og 4 under to av områdebeskrivelsene. Ved bruk av geosteder i turistsammenheng er det også viktig å analyser sikkerheten til de besøkende. Mange geosteder er bratte med fare for fallskader. Noen kan være utsatt for ras og mange ligger langs vei med stedvis stor trafikk. Dette er ikke behandlet spesielt i GEARS, men er avgjørende hvis man ønsker å utvikle konkrete lokale geoturisteder. Geostedene må forvaltes godt for å oppnå bærekraft og det skal være mulig å besøke dem på en trygg og god måte.

.

I GEARS har vi brukt områder med identifiserte geologiske verdier. Disse finnes i ulike sammenhenger og deres formelle status har betydning for hvordan områdene kan benyttes til geoturisme og forvaltes slik at denne bruken blir bærekraftig. I tilfeller der det ikke finnes et formelt arealvern forvaltes området av grunneier under rammebetingelser knyttet til lovgivning om arealplanlegging og evt. spesiallovgivninger som måtte være aktuelle (eks. Verneplan for vassdrag (i Norge), jordbruk, ressurs, kulturminner m.v). Der området har en formell vernestatus er det verneformålet som normalt styrer hovedfokus for forvaltningen. Her kan geologiske verdier være spesielt nevnt eller ofte ikke nevnt i det hele tatt. Det finnes en forskjell mellom Norge og Sverige her. I Sverige er naturreservatene generelle og har ofte også et friluftsperspektiv, mens norske naturreservater i mye større grad er faglig orientert knyttet til spesielle identifiserte naturverdier. For eksempel er flere av de norske

studieområdene i GEARS geologiske naturreservater.

Forvaltningen vil i tillegg ofte være styrt av forvaltningsplaner som i noe ulike grad er utarbeidet for de aktuelle områdene (Bergengren 2019). Det er flere av de svenske studieområdene til Bergengren som har forvaltnings- eller skjøtselsplaner. Ideelt sett bør disse planene dekke opp helheten av naturverdier i området og i alle fall de som er nevnt i verneformålet, men realiteten er at disse planene ofte nøyer seg med å adressere biologiske og økologiske forhold. Det har i den senere tid vært et økt fokus på dette og betydningen av å forvalte det geologiske mangfoldet i vernede områder (se f.eks. Crofts & Gordon 2015). IUCN har et eget kapittel om forvaltning av geosteder i sin håndbok for forvaltning av områder (IUCN 2015).

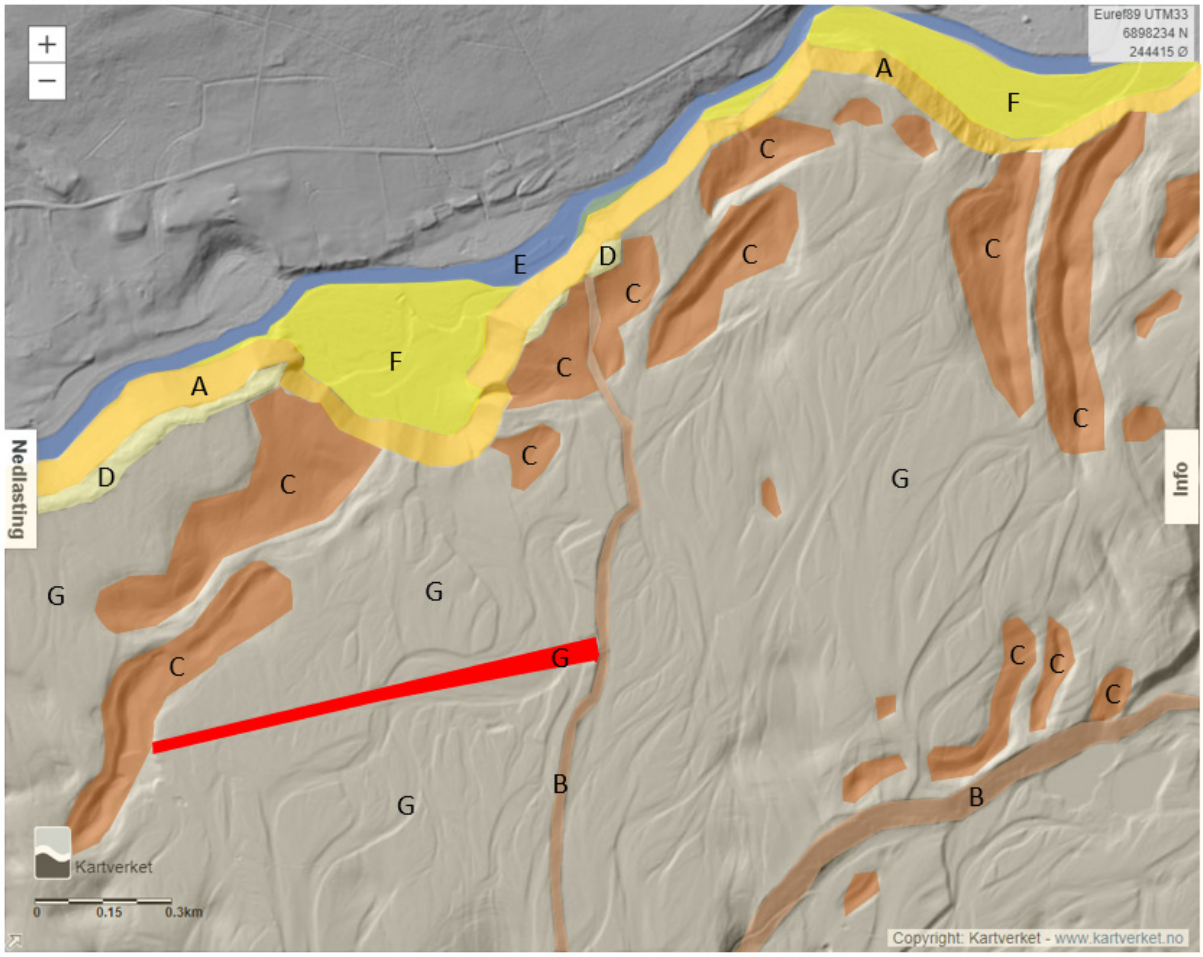
De ulike studieområdene

Denne rapporten og GEARS har ikke til formål å lage forvaltningsplaner, men bruke studieområdene til å liste opp problemstillinger og målsettinger for forvaltningen med eksempler på tiltak for ulike situasjoner for de ulike områdene. Dette kan godt gjøres på mange ulike måter i forhold til status på det området man diskuterer, hvor stort det er, hva slags type område det er og hva slags kunnskapsgrunnlag man bygger på, samt den noe ulike forvaltningssituasjonen i de to land. I det følgende har vi noen eksempler på hvordan ulike områder kan analyseres og deles opp med tanke på ulike forvaltningsbehov. Disse eksemplene er ganske ulike, også med tanke på beskrivelsene av det enkelte området, men sammen gir de et inntrykk av hva slags vurderinger som kan og eventuelt bør ligge til grunn for slike oversikter. Eksemplene er på ingen måte utfyllende og et viktig poeng med dem er å illustrere hva slags informasjon som trengs for å utfylle eksisterende forvaltningsstrategi samt utfylle det kunnskapsgrunnlag forvaltningen av områdene bygger på. Særlig i de svenske eksemplene ser vi at de geologiske verdiene er lagt til grunn for vern og ellers er kjent i området, men ikke tatt hensyn til i forvaltningen av dem. Det samme kan til en viss grad sies om Jutulhogget der det er gjort en sårbarhetsundersøkelse, men hvor denne ikke omfatter geologi.

Grimsmoen (Folldal)

Området er et geologisk naturreservat (Fylkesmannen i Hedmark (1984); Lovdata (2017c); Miljødirektoratet (2017c); NGU (2018a))

Figur 25 viser et forslag på identifisering av ulike geoelementer som sammen med økologiske forhold kan danne grunnlag for en differensiert og god forvaltning av området. Terrenget er fremstilt som et skyggekart basert på 5 punkts lidar-data (www.hoydedata.no). Området er et stort delta bygget ut i en bredemt sjø. Klimaet er tørt og skogbunnen på sandurflatene som fremviser et intrikat dreneringssystem er dekket av til dels tykke lavmatter (G). Lavmattene er svært sårbare i forhold til tråkkslitasje og skal man legge opp til turistbesøk her trengs et tilrettelagt stisystem som i størst mulig grad benytter seg av eksisterende stier og kjørespor fra skogsdrift. Deltaet ender i en bratt erosjonsskråning ut mot elva (A). Denne holdes til dels fri for vegetasjon fordi elva eroderer i massene som står i rasvinkel. Å gå her setter umiddelbare spor, men disse varer ikke lenge fordi rasprosessene visker dem ut. I denne sammenhengen har de vegetasjonsfrie skråningene lav toleranse (resistens) i forhold til tråkk, men høy evne til gjenoppretting (resiliens). I disse skråningene er det nok helst sikkerheten som bør vurderes med tanke på hvordan ferdselen skal ledes. Det finnes også andre erosjonskanter i området (B). Disse er ikke så høye og er i hovedsak vegetasjonsdekket. Lavmatter i skråninger er enda mer sårbare enn på flat mark, annen vegetasjon i bratte skråninger på sedimenter som dette, har også ofte lav toleranse. Her settes lett spor. På sandurflaten finnes en rekke fordypninger(dødisgroper) (C) som til dels ligger i langstrakte serier knyttet til dreneringsretningen på deltaet. I dette kontinentale klimaet er det så kalt om vinteren at disse gropene som samler kulde om vinteren får en motsatt tregrense og utvikler spesielle naturtyper ned mot bunnen av gropene. Her er det både geologiske og biologiske forhold som er viktige. I skråningene er sårbarheten som B. Den aktive erosjonen i brattkanten ned mot elva (A) gir tilgang på åpne finsandarealer. Erosjonskanten ligger åpent til og vinden tar tak i finsanden og legger denne opp i flyvesanddyner på toppen av skråningen (D). Her er også tråkk-toleransen lav og bare de mest aktive områdene har høy gjenopprettingsevne. Legger man vekt på de aktive prosessene er det ikke ønskelig at sanddynene gror helt igjen i alle fall ikke i ytre deler. Mellom elva og erosjonskanten ligger det flomland (F) som geologisk sett er ganske robust i forhold til tråkkslitasje. Elva (E) har en viktig rolle i å opprettholde systemet. Tiltak i elva oppstrøms som regulering eller andre tiltak som kan endre flomregimet vil kinne endre hele systemet. I verste fall vil aktive prosesser stoppe helt.



Figur 25. Terrengstrukturer på Grimsmoen: A - Stor erosjonskant, B – Liten brattkant/erosjonskant, C – Dødisgrop, D – Flyvesanddyner, E – Elv, F – Flomland, G – Sandurflate med spylerenner. Områder nord for elva er ikke klassifisert. Bakgrunnskart: www.hoydedata.no

Jutulhogget

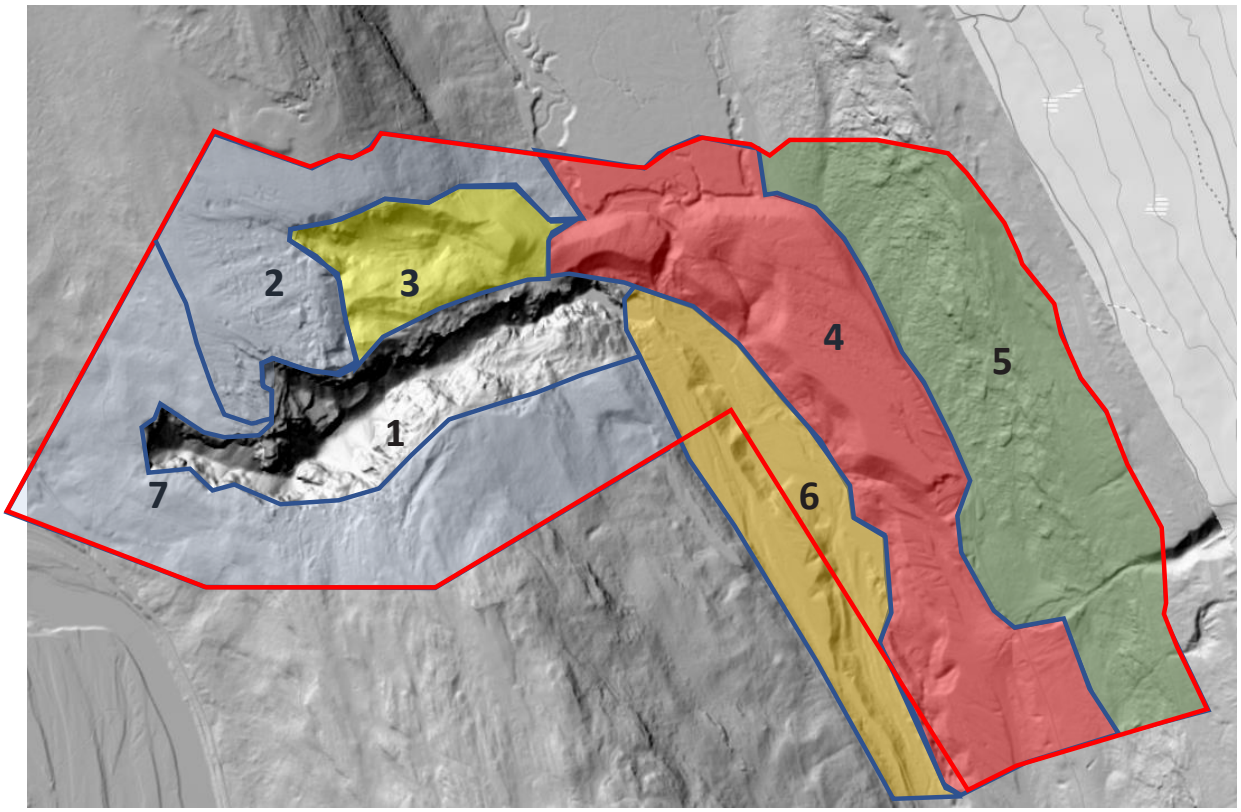
Jutulhogget er også et naturreservat knyttet spesifikt opp mot geologiske verdier (Fylkesmannen i Hedmark (1984); Høgaas and Longva (2016); Lovdata (2017d); Miljødirektoratet (2017f))

I forbindelse med utarbeidelse av en forvaltningsplan for Jutulhogget er det gjennomført en sårbarhetskartlegging (Wold et al. 2018.) som også inkluderer en analyse av besøksintensitet, stim- og bevegelsesmønstre etc. og som konkluderer med at «*Jutulhogget innehar begrensete arealer med sensitive enheter for vegetasjon. Sensitiviteten er i første rekke knyttet bratte rasmarker ned i selve juvet, og der det er ferdsel på slike steder vil det ha stor sårbarhet. Resterende vegetasjon får lave verdier på sensitivitet. Grunnlendt mark gir imidlertid slitesvak lavdominert vegetasjonen og stien vil bli utvidet med ferdsel. Men det er ikke fare for erosjon, utvasking og ødeleggelse av jordsmonn.*» Området har imidlertid stedvis stor sensitivitet for dyreliv.

Området er geologisk sett robust, men vegetasjonen er skrinn over store områder og sårbarhetsanalysen som er rettet i hovedsak mot vegetasjon er et relevant utgangspunkt for forvaltningstiltak. Figur 252 viser et forslag på identifisering av ulike geoelementer som sammen med økologiske forhold kan danne grunnlag for en differensiert og god forvaltning av området. Terrenget er fremstilt som et skyggekart basert på 5 punkts lidar-data (www.hoydedata.no). Området er et stort dreneringssystem med juv knyttet til katastrofale tapninger av en bredemt sjø.

Området omfatter også mektige avsetninger fra umiddelbart nedstrøms juvet.

Den største ferdselen er i områdene over selve juvet (7). Dette er skrinn skog med lavdekke og slitasje fra tråkk kan virke skjemmende, men er ikke oppfattet som alvorlig av Wold et al. 2018. Ferdsel ut på stupkanten og ned stupene og urene i selve juvet (1) er knyttet til ikke ubetydelig risiko for besøkende og også en risiko for forstyrrelse av dyreliv og sensitiv vegetasjon. Den store løsmasseavsetningen nedstrøms juvet (4) er robust og har generelt lite ferdsel. Område 2 og 3 viser drenering over Barkaldkjølen i tilknytning til juvet og er spesielt interessant for å supplere og detaljere historien om tapninge av den store bredemte sjøen. Det kan være at man her bør gjøre en mer detaljert undersøkelse i forhold til landformer og sårbarhet, men det generelle intrykket er at også disse områdene er robuste ut over de sensitive enhetene som er identifisert av Wold et al. Område 6 er dalbunnen med elveløp og terrasser knyttet til dette. Det er heller ikke her kjent spesielle områder med geologisk sårbarhet, men området er heller ikke detaljundersøkt med tanke på dette.



Figur 26. Jutulhogget naturreservat (vernegrensen i rød strek) inndelt i delområder etter geologiske kriterier. Hvert av områdene har sitt eget innhold og kan ved detaljundersøkelser vurderes spesielt met tanke på sårbarhet og forvaltningsbehov.

Skattungbyfältet

Skattungbyfältet är stort till ytan och har en mångfald av landformer som representerar olika processer och skeenden, och därför stora skillnader i sårbarhet. Ett ansenligt område är avsatt som Riksintresse för naturvård och inkluderar ett litet naturreservat. Resonemang om påtaglig skada återfinns i bilaga under WP5 – Underlag till exkursion i Skattungbyfältet.

För Skattungbyfältet handlar den geologiska mångfalden om bildningar kopplade till smältvatten från den senaste inlandsisen. De identifierade största hoten mot de geologiska värdena är:

- Täktverksamhet – även husbehovstäkt
- Skogsbruk – körskador, markberedning, hyggesplöjning, men även igenväxning (naturlig utveckling)
- Exploatering – vägar, byggnader, annan infrastruktur

I Skattungbyfältet finns ett litet område avsatt 2012 som naturreservat, Långtjärn. Syftena med naturreservatet är biologi, friluftsliv och allmänna naturupplevelser, där skötselåtgärderna utgår från skogstyper och friluftslivets behov. Geologi är sålunda inte en del i skötselplanens skötselområden. Detta trots att de geologiska elementen åsar, höga åsryggar, djupa dödisgropar, åsgrav och dramatisk topografi är upptagna som element och värden i beskrivningen tillsammans med ”stort skönhetsvärde”. I beskrivningen har två källor för geologi använts och på så sätt bidragit till god information om de geologiska företeelserna, Nordell (1980) samt digitalt kartunderlag, Sveriges Geologiska Undersökning.

Det är intressant också att se i beslutsdokumentet att bakgrunden till beslutet bottnar i det geologiskt utpekade riksintresset för naturvård, även om reservatsbeslutet i sig bygger på arter i gammal skog och skönhetsupplevelse: ”Långtjärns naturvärden var inte kända vid tidpunkten för kommunens översiktsplanering. Det finns av samma skäl inte heller specifikt upptaget i länets naturvårdsprogram. Områdets höga natur- och friluftlivsvärden befästs dock genom att det är beläget inom riksintresse för såväl naturvård (Skattungbyfältet-Ämån) som friluftsliv (Siljansområdet).”

Ett strukturellt hot mot de geologiska naturvärdena i området i stort är skillnaderna i ansvar och åtgärdsmöjligheter mellan riksintresset och naturreservatet. Ett strukturellt hot mot de geologiska värdena inom naturreservatet är avsaknaden av geologi i skötselåtgärderna. Det finns också ett strukturellt hot mot de värden och områden som finns dokumenterade i tidigare naturvärdesinventeringar, där ansvarsfrågan anpassas och dirigeras till det senast gällande skyddsbeslutet – vars yta, syften och grunder kan ha förändrats. Det finns alltså en ansvarsförskjutning över tid som orsakar en möjlig roll- och ansvarsförlust för de tidigare underlagens information eller geografiska områden.

Även om det kan vara ett problem med avsaknaden av skötselplaner i Områden av riksintresse för naturvård, är länsstyrelsen ansvarig instans för att värdena bevaras vid beslut om åtgärd enligt PBL. Med Naturvårdsverkets skrivning på sin webbplats i april 2020 framhålls detta:

”Genom Länsstyrelsen kan staten ingripa om en exploateringsplan innebär att ett riksintresse inte tillgodoses, oavsett om exploateringen inträffar utanför eller inom det riksintressanta området.

Det avgörande är om naturvärdena som gjort området till riksintresse riskerar att ta skada.”

Ställningstagandet visar styrkan med att skydda mot exploateringsintressen, men visar samtidigt att riksintresseformen inte omfattar sårbarhetsanalyser och hotbilder för de ingrepp som inte utgår från ett exploateringsintresse. Det här utgör en skiljelinje för åtgärdsmöjligheter mellan riksintressen och naturreservat och illustrerar de olika funktioner en och samma länsstyrelse kan ha för två utpekandeformer i samma område som uppvisar samma naturvärden med samma åtgärdsbehov.

En behovskonflikt som föreligger i fallet med Skattungbyfältets bildningar är att upplevelsen av morfologin och de geologiska bildningarna i flera fall förutsätter öppna vyer, medan skogen och dess fria utveckling prioriteras för biologiska och friluftsmässiga behov.

Naturreservatet Långtjärn är litet till ytan och inrymmer ett avsnitt av i princip en enda geologisk bildning; en rullstensås med omgivande sidor och åsgropar. Därför uppvisar inte området några större skillnader i sårbarhet eller hotbild. Upplevelsevärden utgörs geologiskt av dessa bildningars inbördes relation och deras topografiska variation. I tabellen nedan (Tabell 33) visas hur en plan för geologiska naturvärden i Långtjärns NR kan kategoriseras för skötsel. Hade alla Skattungbyfältets bildningar listats

hade tabellen visat stor variation i sårbarhet, hotbild och behov för de olika objekten.

Tabell 33. I tabellen framgår också att det idag inte finns några dynamiska faktorer med i bilden, d.v.s. att det inte finns recenta processer som bygger upp eller förändrar de geologiska bildningarna. Det hade i så fall gjort sårbarhetsbilden mer mångfasetterad och skötselförslagen mer specifika.

Element	Förv.status	Sårbarhet	Upplevelse	Säkerhet	Behov	Åtgärd
Åsrygg	NR	Tål vandring. Hot: Skogsbruk, igenväxning, täkt, fordon.	Att kunna vandra och se. Info behövs.	God.	Öppna vyer. Oförstörda ytformer.	Gallring av träd. Informera om de geologiska bildningarna.
Åsgrop	NR	Tål vandring. Hot: Skogsbruk, igenväxning, täkt, fordon.	Att kunna vandra och se. Info behövs.	God.	Öppna vyer. Oförstörda ytformer.	Gallring av träd. Informera om de geologiska bildningarna.

Östbjörka

Östbjörka naturreservat bildades ursprungligen 1977 och efter fastställande av skötselplan 1987 och senare ändringar och utökning förklarades området som naturreservat 1996. År 2010 utsågs det till Natura 2000-område, och det är även utsett till Riksintresse för naturvård. Ändamålet med reservatet är enligt beslutet att bevara ett område med botaniska, geologiska och kulturhistoriska värden. Området Östbjörka utgörs av två områden som ligger bredvid varandra, själva naturreservatet och ett inaktivt stenbrott. Reservatet omfattar området kring den kanjon som bildats genom att smältvatten från inlandsisen har runnit ner från Siljans-domens höjdområde mot den lilla sjön Gryssen. Kanjonen är en del av ett av flera system med smältvattenrännor på Siljansdomens östra sida. Fasta fornlämningar i form av kalkugnar vittnar om att man tidigare har brutit kalk på platsen. Kanjonen har varit en förutsättning för kalkbrytningen eftersom den skurit ner i berggrunden och blottlagt den brytvärda kalkstenen. Stenbrottet utanför naturreservatet nyttjas idag av lokalbefolkningen för olika utomhusaktiviteter, och i täkten kan man i de norra och södra väggarna se den geologiska lagerföljden i genomskärning.

I naturreservatets skötselplan är geologi nämnt i beskrivningen, men saknas i skötselåtgärder och syfte. Den geologiska beskrivningen och värderingen behöver dessutom revideras. Eftersom det är de fragila botaniska värdena som prioriteras och ligger till grund för skötsel, är åtgärden fri utveckling och stark styrning (kanalisering) av besökare till anlagd stig. De kulturhistoriska värdena prioriteras också, där skötselåtgärder är slyröjning runt kalkugnar. Dessa förhållanden gör att de geologiska kvaliteterna inte är tillgängliga eller upplevelsebara i naturreservatet. Själva rännan kan skönjas, men den skär lagerföljden på ett sådant sätt att även om den skulle rensas från vegetation, skulle inte lagerföljden kunna ses. I riksintressetexten lyfts de geologiska aspekterna fram något mer, men bygger på samma geologiska information som i naturreservatets beskrivning.

I stenbrottet finns de verkligt intressanta platserna där både processer, karaktär och utveckling av berggrunden kan studeras. Det finns också fossil och förkastningar som sannolikt har uppstått vid meteoritnedslaget.

Ett strukturellt hot mot de geologiska naturvärdena i området i stort är skillnaderna i ansvar och åtgärdsmöjligheter mellan naturreservatet, riksintresset och stenbrottet. Ett strukturellt hot mot de geologiska värdena inom naturreservatet är avsaknaden av geologi i skötselåtgärder. Ytterligare ett hot mot dessa

värden är att den geologiska informationen och värderingen av de geologiska bildningarna inte bygger på ett modernt faktaunderlag.

En behovskonflikt som föreligger i fallet med Östbjörkas bildningar är att upplevelsen av morfologin och de geologiska bildningarna i naturreservatet förutsätter öppnare vyer, medan skogen och dess fria utveckling prioriteras för botaniska värden.

Naturreservatet Östbjörka är litet till ytan och inrymmer en kvartärgeologisk bildning, smältvattenrännan, utvecklad i paleozoisk berggrund, Bodakalksten. Därför uppvisar inte området några större skillnader i sårbarhet eller hotbild. Upplevelsevärden utgörs geologiskt av kalkstenen och topografin. I tabellen nedan (Tabell 34) visas hur en plan för geologiska naturvärden i Östbjörka NR kan kategoriseras för skötsel. Som jämförelse visas också stenbrottets möjligheter.

Tabell 34. I tabellen framgår också att det idag inte finns några dynamiska faktorer med i bilden, d.v.s. att det inte finns recenta processer som bygger upp eller förändrar de geologiska bildningarna. Det hade i så fall gjort sårbarhetsbilden mer mångfasetterad och skötselförslagen mer specifika.

Element	Förv.-status	Sårbarhet	Upplevelse	Säkerhet	Behov	Åtgärd
Kanjon, kalksten	NR	Tål besök. Robust. Hot: Igenväxning.	Att kunna vandra och se. Info behövs.	God. Dock halkrisk vid stigen runt kanjonen.	Öppna vyer. Oförstörda ytformer.	Gallring av enstaka träd. Informera om de geologiska bildningarna. Utnyttja den befintliga stigen bättre som utgångspunkt för förmedling.
Stenbrott: Lagerföljd, Revuppbygg-nad, Kollaps-sprickor, Fossil, Lagerlutning, karstbildning, impakt-påverkan	-	Tål besök. Robust. Hot: Igenväxning, rotsprängning av träd.	Svårt utan info, men enorma möjligheter med info.	Väggar kan vara instabila.	Visuali-sering, förmedling, preparering av platser.	Gallring av träd. Säkra kanter mot ras av sten. Informera om de geologiska bildningarna. Överenskomm else med markägare.

"Love the world as your own self; then you can truly care for all things". Lao Tzu (Einungdalen)

Konklusjon og videre arbeid

Geodiversitet og geologiske naturverdier er en viktig del av naturen og må inkluderes i all naturforvaltning. Kunnskapen om geologi bør styrkes i naturforvaltningen og kunnskap om forvaltning bør styrkes blant geologene og spesielt i de geologiske undersøkelsene. Forvaltnings- og skjøtselsplaner bør gjennomgås for å sikre at også geologiske verdier hensyntas. Ved sårbarhetsanalyser i for eksempel nasjonalparker bør geologiske forhold inkluderes i arbeidet slik at oppmerksomheten ikke bare er på biologiske og økologiske forhold. Der det er interessekonflikter mellom geologiske og biologiske forhold (gjengroing), bør man sette av tid til å løse slike konflikter og å lære av dem. Dette kan danne grunnlag for veiledningsmateriale som kan bidra til å unngå eller minimere slike konflikter.

Det bør arbeides videre med geologisk landskapskarakter både for å identifisere muligheter for lokal geoturisme, men også for å utvikle bedre forvaltningsstrategier og å bidra til mere helhetlige forvaltningsstrategier som ser biologiske, økologiske og geologiske naturverdier i sammenheng.

Bærekraftig turisme fordrer et bevisst forhold til de lokalitetene som brukes og utvikling av forvaltningsstrategier basert på områdenes sårbarhet. Dette bør gjøres i tilstrekkelig detalj slik at man kan utnytte området best mulig med minst mulig menneskelig fotavtrykk. Dette er uavhengig av områdenes formelle status og om det er vernet eller ikke. Det er også uavhengig av områdenes verdi. Ødelegges eller forringes områdene på grunn av dårlig forvaltet ferdsel som en årsak av turismen, er turismen ikke bærekraftig.

Referanser

Bergengren, A. 2019. Geodiversity in Scandinavian nature management: a case study from Hedmark, Norway and Dalarna, Sweden. 45 credits Master Thesis in the Earth Sciences Master's program, Department of Earth Science, University of Gothenburg

Brilha, J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. Geoheritage, Vol. 8, No. 2, 119–134.

Brilha, J. & Reynard, E. (2018). Geoheritage and Geoconservation: The Challenges, In: Editor(s): Emmanuel Reynard, José Brilha, Geoheritage, Elsevier, Pages 433-438, ISBN 9780128095317, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00025-3. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128095317000253)

Brocx, M. og Semeniuk, V. (2007) Geoheritage and geoconservation - history, definition, scope and scale. Journal of the Royal Society of Western Australia, 90, 53-87

Burek, C.V. & Prosser, C.D. (eds.) 2008 The history of geoconservation. 300. Geological Society, London. (EVT: Erikstad, L. 2008. History of geoconservation in Europa. - p. 249-256 in Burek, C.V. & Prosser, C.D. (eds.) The history of geoconservation. 300. Geological Society, London.)

Crofts, R. & Gordon, J.E. 2014. Geoconservation in protected areas. Parks Vol 20.2, 61-76.

Direktoratet for Naturforvaltning 2010. Landskapsanalyse. Framgangsmåte for vurdering av landskapskarakter og landskapsverdi. ISBN: 978-82-7574-054-8. 48s

Erikstad, L., Lindblom, I., Jerpåsen, G., Hanssen, M.A., Bekkby, T., Stabbetorp, O & Bakkestuen, V. 2008. Environmental value assessment in a multidisciplinary EIA setting. Environ. Impact Assess. Review 28: 131-143.

Erikstad, L. & Nakrem, Hans & Markussen, J.. (2017). Protected Geosites in an Urban Area of Norway, Inventories, Values, and Management. Geoheritage. 10. 10.1007/s12371-017-0223-6.

Erikstad, L. (2013). Geoheritage and geodiversity management – the questions for tomorrow, Proceedings of the Geologists' Association, Volume 124, Issue 4, 713-719, ttps://doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.07.003.

Erikstad, L., Nakrem, H. A., Markussen, J. A. (2014) Management plan for protected geosites in the counties Oslo and Akershus, Norway. ProGEO News, 1-2014. p. 1-4

Erikstad, L. 2014. Ravinedal. I Miljødirektoratet, editor. Miljødirektoratets veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann. Upublisert. Miljødirektoratet, Trondheim. Versjon 7. august 2015. https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/tema/tverrgaende-malgrupper/naturkartlegging/okologisk-grunnkart/faktaark---geotoper.pdf

Erikstad, Lars; Uttakleiv, Lars Andre; Halvorsen, Rune. 2016. Characterisation and mapping of landscape types, a case study from Norway. Belgeo 2016 (3-2015)

Evju, M., Blom, H., Brandrud, T. E., Bär, A., Lyngstad, A., Øien, D. I. & Aarrestad, P. A. (2017) Naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse. Revidert forslag til vurdering av lokalitetskvalitet. NINA Rapport 1428. 95 pp

Gray, M. (2018) Chapter 1 - Geodiversity: The Backbone of Geoheritage and Geoconservation, In: (Eds) Reynard, E., Brilha, J., Geoheritage, Elsevier, 13-25, ISBN 9780128095317, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00001-0.

Hagen, D., Eide, N.E., Evju, M., Gundersen, V., Stokke, B., Vistad, O.I., Rød-Eriksen, L., Olsen, S.L. & Fangel, K. 2019. Håndbok. Sårbarhetsvurdering av ferdselslokaliteter i verneområder, for vegetasjon og dyreliv. NINA Temahefte 73. Norsk institutt for naturforskning.

Hagen, D. & Wold, L.C. 2017. Sårbarhetsvurdering av vegetasjon langs utvalgte stier i Fulufjellet nasjonalpark. – NINA Rapport 1431. 38 s

IUCN 2015 Protected Area Governance and Management, Editors Worboys, Lockwood, Kothari, Feary and Pulsford, 2015 or see the PDF chapters. https://www.iucn.org/theme/protected-areas/resources/iucn-protected-area-publications

Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf

Nordell, Per Olof. 1980: Inventering av Skattungbyfältet. Information från Länsstyrelsen i Kopparbergs län 1980:3.

NOU 2013: 10. Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester

Prosser, C., Murphy, M. and Larwood, J. (2006) Geological Conservation: A guide to good practice,

Natural England, Peterborough, UK. <publications.naturalengland.org.uk/publication/83048>

Simensen, Trond; Halvorsen, Rune; Erikstad, Lars. 2018. Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. Land Use Policy;Volum 75. s. 557-569

Sporrong, U., Ekstam, U. & Samuelsson, K. 1995. Swedish landscapes. Swedish Environmental protection Agency. Stockholm. ISBN 91-620-1154-5. 181 s.

Tømmervik, H., Erikstad, L., Jacobsen, K.-O., Strann, K.-B., Bakkestuen, V., Aarrestad, P.A., Yoccoz, N., Hagen, D., Johnsen, T.V., Johansen, B., Høgda, K.A., Ahmed, S.H., Dahl, R., Bargel, T.H., Olsen, L. 2005. Langtidsvirkninger på naturmiljøet av Forsvarets virksomhet i Troms. NINA Rapport 49. 230 s.

Vistad, O. I., Eide, N. E., Hagen, D., Erikstad, L. & Landa, A. 2008. Miljøeffekter av ferdsel og turisme i Arktis – En litteratur- og forstudie med vekt på Svalbard – NINA Rapport 316. 124 s

Zwoliński, Z., Najwer, A. & Giardino, M. (2018) Chapter 2 - Methods for Assessing Geodiversity, In: (Eds) Reynard, E., Brilha, J., Geoheritage, Elsevier, Pages 27-52, ISBN 9780128095317, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00002-2.

Vedlegg 1: Eksempler på krysstematiske tabeller for registrering av støttende informasjon

Vedlegg 1-1. Eksempler på inndelinger i trusler, eventuelle hinder for beslutninger og manglende informasjon for å ta beslutning

Naturliga processer	Mänsklig verksamhet	Hinder	Saknade faktorer
Överväxning, beskogning	Mineralutvinning, muddring, sprängning, schaktning, grävning	Motstående intressen inom området hindrar beslut	Platsdokumentation saknas
Förändring av nat. processer: vattenytehöjn/sänkn, älvlopp byter fåra, uttorkning	Igenfyllning, schaktmassor, tippning	Markägarkonflikt: tillträde begränsat, provtagning begränsad	Förmedling av geologiskt värde saknas (för vetenskap, undervisning eller turism)
Pågående nat. processer: erosion, deposition, vittring, ras, skred	Expansion/utveckling av infrastruktur: väg, järnväg, bebyggelse, anläggningar	Befintligt naturskydd begränsar användning av plats	Förmedling av kopplingar till andra värden saknas (biologi, kultur, historia, arkeologi)
Försämring/nedbrytning av blottning, skärning, landform eller landskap	Älvkonstruktioner, kanaler	Lovhinder: Krav på tillståndsansökan för tillträde eller användning	Sparade sektioner i täkter eller skärningar saknas
Havsytestigning	Kustskyddskonstruktioner		Skötsel/underhåll saknas
Översvämning	Förändring av fluviala processer: dämning, reglering, omledning		Resursbrist
	Militära övningar		
	Rekreation, friluftsliv, camping, golf		
	Volyminös provtagning av stuffer, material eller borr-kärnor, översamling av fossil, mineral, bergart, mineralisering.		
	Plats föremål för andra mål och strategier		
	Hög befolkningstäthet i relation till platsens sårbarhet		

Vedlegg 1-2. Eksempel på vurderingsskjema for tilgjengelighet

	Høy	**Medium**	**Lav**	**Ikke vurdert**
Hvor lett eller vanskelig er å besøke område	Lett	Tilgjengelig med noe utfordringer	Vanskelig å besøke	Ikke vurdert
Begrunnelse/Motivering till ovan:				
Er området fysisk enkelt å komme fram til?				Ikke vurdert
Begrunnelse/Motivering till ovan:				
Er det noen fare for besøkende?	Meget farlig	Kan være farlig i enkelte deler av året	Ingen fare	Ikke vurdert
Begrunnelse/Motivering till ovan:				
Är området långt från väg/ trygg parkering?				Ikke vurdert
Begrunnelse/Motivering till ovan:				
Är de geologiska värdena på platsen lätta att förstå?	Ja, mycket tydliga att se och förstå	Nja, kräver information och utpekning	Nej	Ikke vurdert
Begrunnelse/Motivering till ovan:				
Finns information om de geologiska värdena på platsen?	Ja, på ett bra sätt	Ja, men föråldrad eller felaktig info	Nej	Ikke vurdert
Begrunnelse/Motivering till ovan:				

Vedlegg 1-3. Eksempel på skjema for vurdering av sikkerhet for besøkende

Säkerhetsfaktorer för besök	**Ange hur och vad**	**Sd**	**D**	**M**	**G**	**IR**	**IU**
Finns räcken, staket, trappor i tillräcklig grad?							
Är skärning säkrad för ras?							
Passeras riskabla områden eller partier på väg till det geologiskt intressanta området?							
Kommentar sikkerhet							

Sd: Svært dårlig/farlig, D: Dålig, M: Middels, G: god, IR: Ikke relevant, IU: Ikke undersøkt

Vedlegg 1-4. Eksempel på skjema for vurdering av logistikk

Begränsande faktorer för tillgänglighet och besök	**Ange hur och vad**	**SD**	**SV**	**M**	**ST**	**IR**	**IU**
Parkeringsmöjlighet							
Parkeringskapacitet							
Avstånd från parkeringsplats							
Information på plats							
Information på turistbyrå/besökscentrum/Naturum							
Kommentar bruksbegrensninger							

Sd: Svært dålig, SV: Svak, M: Moderat, ST: Sterk, IR: Ikke relevant, IU: Ikke undersøkt

Vedlegg 2: Exempel på hur registrering av geologiskt värde och representativitet kan klassificeras och beskrivas.

Vedlegg 2-1. Registreringsschema för en berggrundsgeologisk och en kvartärgeologisk plats/lokal/geosted.

En stor mängd grunddata kan registreras om en plats, men i tabellutsnittet visas ett urval geologiska baskategorier med termer från termlistor.

Geografisk informasjon		Geosted type				
Navn	**Observasjonstype**	**Hovedtype**	**Undertype1**	**Undertype2**	**Undertype3**	**Undertype4**
Kloran	Seksjon	Berggrunn	Stratigrafi	Sedimentologi	Paleomiljø	Struktur (tektonisk)
Skattungbyfältet	Kompleks areal	Kvartær	Geomorfologi	Paleomiljø		

Dalasandsten i Klorans dalgång.

Ås i Skattungbyfältet.

Vedlegg 2-2. Grundläggande geologisk information och dess primära värde.

Informationen är frågebaserad enligt hjälpfrågor nedanför. Den beskrivande texten är inte komplett utan visar ett utdrag.

Att definiera det primära geologiska intresset är utgångspunkten för den fortsatta värderingen.

Beskrivelse			
Tekst	**Nyckelord**	**Geologiskt utpekat värde**	**Primärt geologiskt intresse**
Klorans berggrund utgörs av Dalasandsten, en extremt välbevarad kontinental sandsten. Dalasandstenens avsättningsmiljö har tidigare främst beskrivits från området kring Mångsbodarna, men Kloran och Fulufjället har gett ny förståelse för hur landskapet i Dalarna såg ut för 1500 miljoner år sedan. Landskapet kring Fulufjället dominerades då av vattendrag där sanden kunde bygga upp ett delta eller avsättas strax utanför, medan området kring Mångsbodarna dominerades av stora sanddyner mellan vilka det fanns små vattenansamlingar som periodvis torkade ut.	Sandsten, lersten, sedimentation, avsättningsmiljö		Blottningsgrad av sandstenssekvensen.
Skattungbyfältet är en ovanligt stor isälvsavlagring som uppvisar en mångfald av landformer, vilka representerar de processer som verkade vid smältvattnets dräneringsvägar i samband med avsmältningen av en inlandsis. Landformer och processer representerar såväl erosion som olika typer avsättningar och visar på olika avsättningsmiljöer och miljöutvecklingen vid isavsmältningen och fram till idag.	Isälvsavlagring, avsättningsmiljö, glaciala landskap	Anses vara ett nyckelområde för att förstå områdets utvecklingen sedan istiden. Har motiverat utpekande som Riksintresse.	Olika faser i den glacifluviala avsättningsmiljön och successionen till eoliska processer och fluvial erosion med en stor mångfald av former och miljöer representerade.
Stöttande frågor Sammanfatta geologiska huvuddragen utifrån tydlighet, mångfald, kompletthet, kontinuitet, samband och bevarandegrad.	Stöttande frågor Nyckelord för de viktigaste företeelserna.	Stöttande frågor Ange befintligt värde eller signifikans	Stöttande frågor Vilket är det primära geovetenskapliga intresset? Vad är det som gör den här platsen motiverad att skydda, förmedla eller registrera?

Vedlegg 2-3. Värdering av geologiska kvaliteter och deras representativitet.

Bedömning görs av platsen och kvaliteter i relation till relevant sammanhang (ramverk) och i relation till andra platser.

Informationen är frågebaserad enligt hjälpfrågor nedanför.

Representasjon			
För vad är platsen representativ?	**Del i ramverk**	**Geologiskt sammanhang/ inramning**	**Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser**
Kloran: Sandstenens ursprungliga växlande sedimentationsförhållanden.	Dalasandstenens bildning, utbredning och karaktär.		1. Liten skala; Ej typisk för landskapets karaktär. 2. Visar en av Fulufjällets två avsättningsfacies. 3. Visar samma företeelse som i Rörsjöarna, men här mycket tydligare eftersom blottningen är färsk. Dessutom många olika sedimentära strukturer. 4. Sällsynt i området.
Skattungbyfältet: Glacifluvial avsättning i övergång mellan akvatisk och terrestrisk isavsmältning.	Den senaste inlandsisens avsmältning i Siljansområdet.		1. Hela Siljansringen, men förekommer även ställvis längs HK i Sverige. 2. Representativ för såväl processer, företeelser och utveckling utifrån ramverket. 3. Exceptionellt väl genom sin kapacitet att visa utveckling, sin storlek och mångfald. 4. Unik.
Stöttande frågor	Stöttande frågor	Stöttande frågor	Stöttande frågor
Vilken typ av geologisk process, företeelse eller händelse?	Referera om möjligt till en för projektet eller undersökningen beskrivet geologiskt sammanhang eller annat beskrivet geologiskt ramverk.	Bör beskrivas om inte något ramverk har referats till tidigare i tabellen.	1. Mångfald: På vilken geografisk skala är platsens geologiska fenomen representativt för landskapets karaktär? Går det att avgränsa? 2. Geologisk utveckling, eller givet geologiskt ramverk: Hur är platsen geologiska fenomen representativt för process, företeelse eller utveckling utifrån det geologiska ramverket? 3. Finns liknande platser och kan en jämförelse med dessa göras? Hur bra står sig denna plats i så fall vid en jämförelse? 4. Hur vanligt är det att något uppträder?

I tillägg till den geologiska bedömningen kommer övriga geologiska klassificeringar, stödjande data, geografiska data och referenser att komplettera en dokumentation. Exempel på dessa bedömningar finns upptagna i rapporten, se tabeller 7–10. Se också avsnittet *GEARS-modell for verdisetting av geologisk arv* för olika värderingsmodeller för olika användare och hur olika synteser kan presenteras.

INNEHÅLL PLATSBESKRIVNINGSMALL

Beskrivning, inklusive kartor och bilder....2
- Allmän beskrivning....2
- Geovetenskapligt primärt intresse....2
- Geologiskt sammanhang/ del i geologiskt ramverk....2

Analys....2
- Geografisk representativitet....2
- Geologisk representativitet....2
- Kvalitet....2
  - Tydlighet....2
  - Visuellt värde....2
  - Sällsynthet....2
  - Bevarandetillstånd....2
  - Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser....2
- Användbarhet....2
  - Undervisning....2
  - Vetenskap och forskning....2
  - Upplevelsevärde....2
- Andra relaterade förhållanden....3
  - Andra värden....3
  - Hot och sårbarhet....3
  - Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)....3
  - Skyddsstatus eller behov av skydd....3
  - Åtkomst och eventuell fara för besökande....3

Referenser....3

Platsnamn

BESKRIVNING, INKLUSIVE KARTOR OCH BILDER

Allmän beskrivning

Geovetenskapligt primärt intresse

Geologiskt sammanhang/ del i geologiskt ramverk

ANALYS

Geografisk representativitet

Geologisk representativitet

Kvalitet

Tydlighet

Visuellt värde

Sällsynthet

Bevarandetillstånd

Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser

Användbarhet

Undervisning

Vetenskap och forskning

Upplevelsevärde

Andra relaterade förhållanden

Andra värden

Hot och sårbarhet
Beskriv även hur akut eller allvarlig situationen är, bl.a. hotnivå.

Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)

Skyddsstatus eller behov av skydd

Åtkomst och eventuell fara för besökande

REFERENSER

WP 4

- Supplerende kommentarer til WP4 – storyline och dokumentasjon
- Geologisk storyline Sverige
- Dokumentationsrapporter till Klikten och Sollerön, Skattungbyfältet, Ämån, Östbjörka och Klorans dalgång
- Poster Nordic Geological Winter Meeting 2020, Oslo
- Dokumentationsrapporter till Tangsjöarnas och Rörsjöarnas berggrund samt Fulufjällsområdets berggrund

Supplerende kommentarer til WP4

juni 2020

Figur 1. Geologer fra NGU og SGU studerer berggrunnsgeologi i detalj med lupe på en ultramafisk linse i Folldal, Norge.

Interreg Sverige-Norge
Europeiska regionala utvecklingsfonden
EUROPEISKA UNIONEN
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
- NGU -
SGU Sveriges geologiska undersökning

INLEDNING

Dette bilaget innehodler utfyllende informasjon om beskrivelser som er gjort i forbindelse med arbeidet i WP4. Metodikken i WP3 ble utviklet så sent i prosjetket at vi ikke har gjort alle verdivurderinger i henhold til ny metodikk,, men det er utført et betydelig arbeid med kartlegging og verdisetting i WP-en. Arbeidet med tidslinjen er forsinket, og vil bli videreført og slutført av NGU etter prosjektets avslutning. Arbeidet som er gjort i SGU med tidslinjen er vedlagt som eget bilag. For den norske delen av prosjektet er det tenkt å bruke tekster og figurer fra boka "Mjøsområdets geologi og landskap" (Dahl, Nashoug & Nystuen, (red) 2017).

STORYLINE

Prosjektet har utviklet en tabell med den geologiske historien, fra 1 900 millioner år, da de eldste bergartene i Bergslagen i Dalarna ble avsatt, gjennom tre store hendelser med fjellkjedefolding, slitasje og nedbryting før ny foldning, alt mens kontinentene har vært på vandring nordover på kloden. Deler av området er preget av alle tre, mens andre deler knapt er preget av noen av dem. Et stort meteornedslag for ca. 380 millioner år siden bidro til å danne innsjøen Siljan og det særegne landskapet rundt. Så har istidene påvirket landskap og landformer betydelig i løpet av de siste 2,5 millioner år og fram til i dag.

Vi har jobbet for å lage en storyline som inneholder noen av elementene som er gjengitt i nevnte tabellen. Det er samlet inn figurer og bilder som kan understøtte punktene, samtidig som vi forsøker å følge malen som er bruk i denne historien (Storymap):

https://geologi.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=7d0223bbb800471288a5cbe4ce868478

Figur 2. Skjemdump fra storymap om den geologiske historien.

En storymap med tidslinjen for Indre Skandinavia vil inneholde et utvalg av følgende elementer:

Tid	Tektonisk indelning	Viktige hendelser	Bergarter, jordarter och spår i landskapet	Geologisk bildningsmiljö
- 1900	?	Avsättning av de äldsta sedimentära bergarterna i Bergslagen	Felsiska vulkaniter, kalksten, sedimentära bergarter	Bildats vid uppsprickning av kanten på en kontinentalplatta vid subduktion
1890-1870	Svekokarelska orogenesen	Magmatism och metamorfos	Granitoider, dioritoider, gabbroider	Bildats vid uppsprickning av kanten på en kontinentalplatta vid subduktion
1800	Svekokarelska orogenesen	Magmatism	Granit, pegmatit	Uppsmältning av huvudsakligen äldre sedimentära bergarter
1700	Svekokarelska orogenesen	Intensiv vulkanisme och magmatism	Avsättning/dannelse av dalaporfyrer, dalagraniter och Digerbergssandsten. Lava/porfyr, ignimbritt, vulkanogena siliklastiska sediment, granitt, kvartssyenit	Spor etter de eldste vulkaner i Norge (?). Ingår i det s.k. TMB och representerar ett accretionary orogenic system. Representerar slutet av den svekokarelska orogenesen. Västra dalarnas 1700-bergarter representerar en ytlig del av skorpan, i utkanten av denna orogena miljö.
1660-1500		Den Gotiske fjellkjede (sør)	Hyperittgabbro, metasedimenter/vulkanitter	Spor etter gammel øybuer og subduksjonssone
		Heving og erosjon		
1500-1260		Elvesletter og grunne innsjøer. Sedimentation. Extrusion av basalt och intrusion av diabas	Trysil/Dalasandstein, basaltlag og ganger. Öjebasalt, Tunadiabas samt Åsby- och Särnadiabas	Bevarte elveavsetninger
1000	Svekonorvegiske fjellkjede	Deformation och uppsmältning	Mylonitt, migmatitt, deformation av Dalasandsten	Bevegelser i jordskorpa

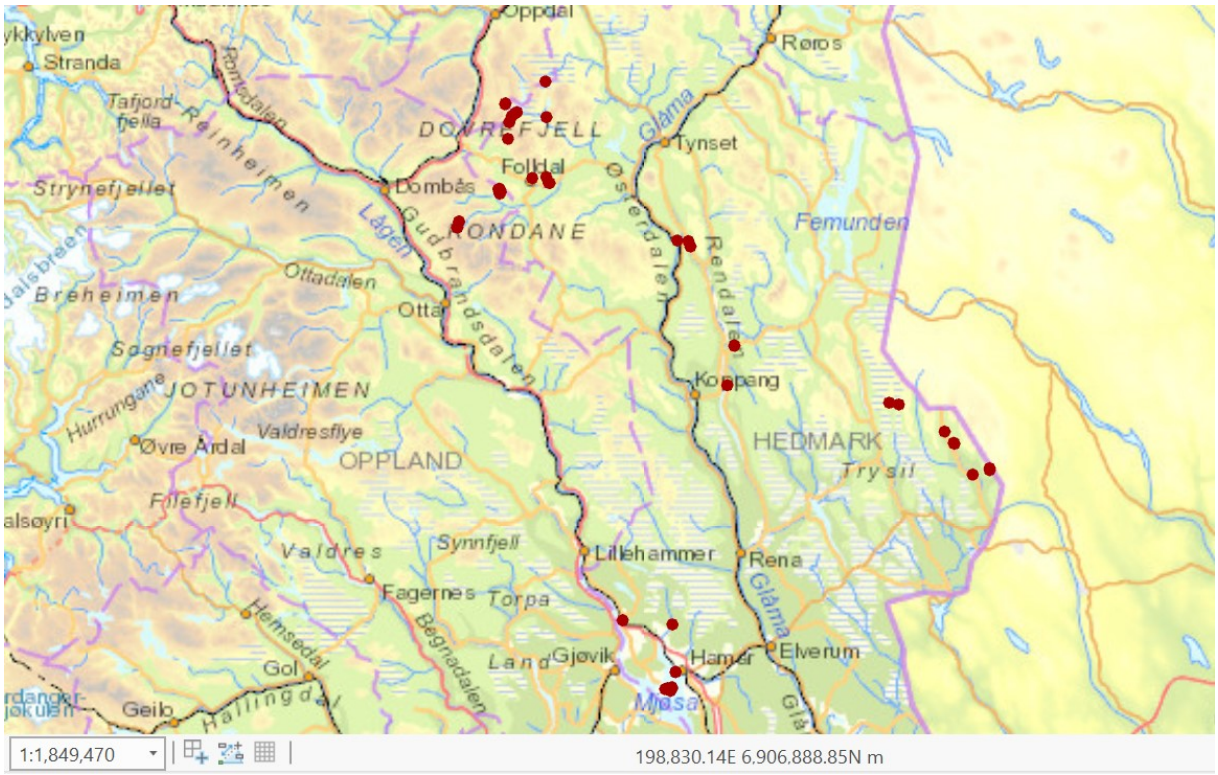
970-950		Diabasintrusion, extension av skorpan	Blekinge-Dalarnadiabas	
850-750	Rodinia sprekker opp - Baltika dannes			
750-680		Riftbassenger; elvesletter i øst, havbukt i vest	Tykke sandsteiner/turbiditter/leirsteiner, Brøttumformasjonen i i fjelltraktnene mellom Imsdalen og Østerdalen til Rena.	Fra elvesletter til rasskråninger i havet Hedmarksbassenget og hedmarksgruppen-sparagmitt sedimentbassenger i rift langs vestsiden av Baltika. Brøttumformasjonen, sand og leirslam. Biskopåsformasjonen (nye skorpebevelgelser), Mjøsa, første prekambriske fossilet funnet i Norge.
680-650		Havet stiger	Kalkstein, dolomitt, varmtvann Biriformasjonen, kalk og skifer	Klima, havnivå Grunne karbonatplattformer, leirslam rikt på organisk materiale fra døde alger. Rask havbunnsspredning da Rodinia ble splittet i mindre deler. Varmt klima. Opphav til kalk- og næringsrike områder. Nye jordskorpebevelgelser, økt relieff, erosjon tiltok endring fra varmt til kaldt klima, elver
630-590		Varangeristiden - Hedmarksbassenget fylles av is	Tillitt- fiorsteinet morene Moelvformasjonen. Typelokalitet i Moelv (Bruvollhagan)	Snøball jorden. Varangeristiden. Innlandsis dekket grunnfjelelt i Baltika, plukket med seg stein fra underlaget, avsatte morenemateriale over isskurt grunnfjell i bassengene på kanten av det gamle kontinentet. Meget rask klimaforverring, fra tropisk varme til istid. Marinoistiden.
570-550		Bassenget fylles opp, elvesletter, landet tæres ned	Sandstein Fra dypforvitret grunnfjell; ganger fra oppsprekning av Baltika?	Nedtæret land. Landhevning pga at isen forsvant. Innflling av basseng med løsmasser (slik som etter siste istid). Fortsatt dype grabener i den østlige delen av bassenget.
542		Havet drukner Baltika	Skifer, alunskifer i Norge. Ringsakerkvartsitten; hedmarksbassneget fylles med sedimenter. Subkambrisk peneplan, kjemisk, mekanisk forvitring av grunnfjellsbergarter etter den svekonorvegiske fjellkjeden. Havet begynner å flomme inn: «Baltikahavet». Ringsakerkvartsitten. Fortsatt havnivåstigning, , hitauser, fossiler, kambrisk eksplosjon, trilobitter.	Grunt hav og eksplosjon av livsformer. Flotte sandstrender langs kysten av baltika. Figur side 80 i Mjøsboka
490-480	Subduktionsmiljö med oceanskorpor som kolliderar. Øybuer	Øybuer og lukning av Uratlanteren	Vulkanske bergarter og malmer	

490-415	Havsmiljö	Sedimentation, revbildning	Kalksten, skiffer och sandsten Ortocerkalk, Domkirkeodden, Hamar. Kalkrev, Mjøskalken	Avsetning av leirslam og kalkslam på havbunnen. Kalkplattform. Figur Mjøsboka side 92, 99
450-430	Kaledoniska orogenesen	Skyvedekkene fra vest	Osen-Røadekket: Figur side 108	Langs østranden av den store fjellkjeden. Figur side 108 (Osen-Røadekket)
377		Impact	Siljansringen med berglager ställda på ända. Chockad kvarts, slagkäglor, mineraliseringar.	Siljankrateret, Europas största
281	Uppsprickning (kopplat till Osloriften)	Magmatism, intrusion	Särnait och tinguait	Sveriges yngsta magmatiska bergart?
		Nedtæring av landet, dypforvitring	Landskapsförändring	Landformer, både nedvittring av bergskedja och utveckling av dalgångar
58-	Uppsprickning. Öppning av atlanten	Heving av landet och förnyad erosion	Baltikas västra delar höjs upp med ökad bergsrelief som resultat. Osen-Røadekekt, Kvitvoladekket. Ligner mønstret i en skrugard	Landformer, store høydeforskjeller vest på den skandinaviske halvøy. Indre Skandinavia, en utjevnet flate, brede daler dannet før siste landhevning. Etter landhevningenhar elvene gravd seg bakover i slettelandskapet. Elvetyveri
58 (?)-?	Klimat	Djupvittring (Preglasial forvitring)	Rotbergsjøen, Finnskogen	
3-0	Istider	Nedisningar, avsmältningar och isfria perioder	Lösmassor och erosionsspår	Landformer ++
0		Smelting etc. Glacio-isostatisk landhöjning, sedimentation och erosion		Smelting/etteristid

Den svenske delen av tidslinen er presentert mer oversiktlig i eget bilag.

BEDRE DOKUMENTASJON AV UTVALGTE STEDER

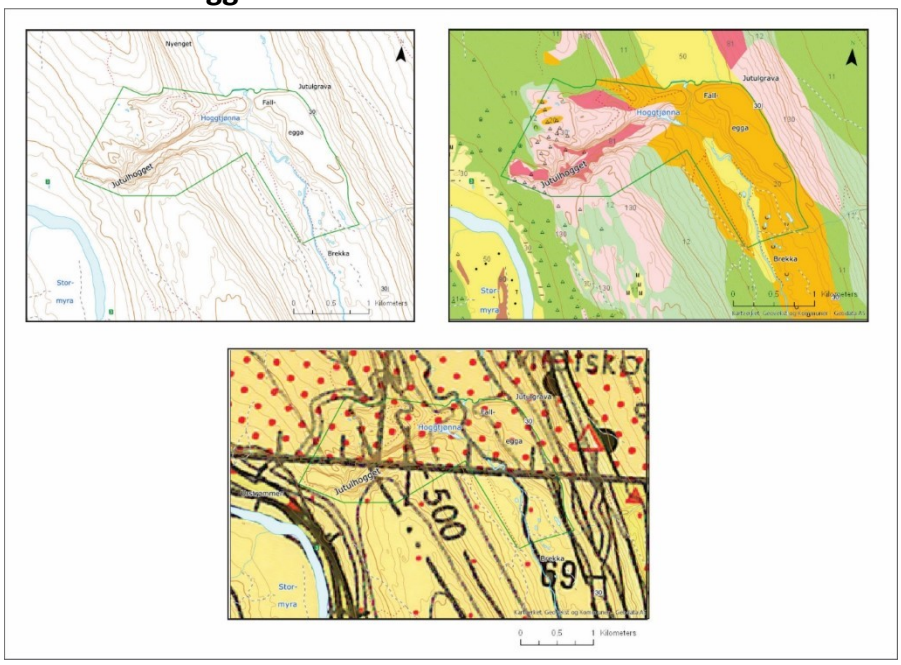
På norsk side av grensen er det gjennomgørt kartlegging av ca. 200 geosteder av ulik karakter. Det er gjort detaljstudier etter ny metodikk på ca. 25, hovedsakelig i Folldal og Trysil, men også spredt rundt i stort sett hele Hedmark fylke. Tematisk har dokumentasjonen dekket bergarter fra hele tidslinjen, med noen spektakulære lokaliteter og noen med stor vitenskapelig verdi. fram til landskapselementer skapt i forbindelse med den siste istid. Stedene er dokumentert i NGUs database for geolgisk arv. I det etterfølgende har vi vist eksempel på vurderinger av to steder: Jutulhogget og Tollevshaugkyrkja



Figur 3. Lokaliteter som er grundigere analysert og forsøksvis verdivurdert.

TO EKSEMPLER PÅ VURDERINGER AV FOREKOMSTER: JUTULHOGGET OG TOLLEVSHAUGKYRKJA

1. Jutulhogget



Beskrivelse

Jutulhogget er et 2,5 km lang, 150 m bred og opptil 200 m dypt og bratt juv som dramatisk kutter og strekker seg tvers gjennom Barkaldkjølen som i utgangspunktet er en flatrundet åsrygg mellom Alvdal og Tylldal i Hedmark fylke. Dette utgjør omtrent 56,3 millioner kubikkmeter fjernet stein. Juvet ligger i forbindelse med andre landformer med strandlinjer, dreneringslineasjoner og morenerygger som markerer iskanten på oversiden og en enorm langstrakt rygg med løsblokker som en avbøyd tunge ved utløpet, Fallegga.
Jutulhogget er et resultat av flere geologiske hendelser:

- Rifting 750-600 Myr og bassengavsetninger
- Den kaledonske fjellkjedefoldingen 500-450 Myr- ca 400 km forflytning. Kompaktering og oppsprekking.
- Isavsmeltning 11 000 år siden - bresjøer, tilbaketrekning av innlandsisen, katastrofetapping.
- Steinsprang aktiv i dag - talusvifter

Bergartene i gjelet består av en tykk sandsteinsformasjon avsatt i Hedmarksbassenget. Hedmarksbassenget ble dannet under en tidlig kontinental riftfase ca 650-750 millioner år siden og består av en tykk lagrekke med en total tykkelse på ca. 6 000 m med sedimentære sekvenser. Bergartene i Jutulhogget består av en svært tykk sandsteinspakke med store og små avsetnings- strukturer som vitner om gamle elveløp og strømningsendringer.
Sandsteinene har siden blitt flyttet på under den Kaledonske fjellkjedefoldningen for ca. 500-450 Myr hvor kontinentet som Norge lå på og Grønland kolliderte og laget en stor fjellkjede. Sandsteinene i Jutulhogget er en del av Røadekket , den nederste og minst deformerte bergarten i denne prosessen og er ikke flyttet særlig langt. Bergartene er nokså porøse og flyttingen medførte at bergartene sprakk opp langs og på tvers av lagene, som gjør at blokker av bergarten lett løsner. Både lagpakkene og deformasjonen gav grunnlag for selve utformingen av Jutulhogget, da det under siste istid flere ganger ble dannet bresjøer (kalt Nedre Glomsjø) som var demmet opp av isdemninger. Bresjøene ble over flere episoder drenert i katastrofetappinger ved at bredemningen fløt opp og slapp gjennom enorme vannmengder som plutselig ble spylt ut og plukket med seg den oppsprukne bergarten under isen og dannet det store gjelet. Vannmengdene antas å ha tilsvart dagens vannføring i Amazonas. De enorme mengdene med stein som er røsket ut av fjellet ligger nedover hele Tylldalen, Rendalen og helt ned til Elverum. Med det aller meste er avsatt ved foten av Jutulhogget i Fallegga, som en avbøyd enorm tunge nedover i Tylldalen, med en flate på toppen, hvor materialet består av godt avrundede blokker.

Analyse

Geografisk representativitet

Jutulhogget er unikt nasjonalt med sin enorme og massive karakter på størrelse, dramatikk og utseende. Det finnes ingen tilvarende formasjon i denne geografiske størrelsen i Norge, men likevel tilsvarende hendelser og mindre formasjoner blant annet mini-Jutulhogget i Rondane, Hellemojuvet i Tysfjord, Bordalsgjelet ved Voss, Sørdalen i Bardu og Sautso i Altaelva.

Geologisk representativitet

Det geologiske bildet på tykk lagpakke med sandstein, oppsprekking for så å representere morfologien som er dannet med kombinasjon av dannelsesprosessene, er denne store landformen som står i terrenget på et mektig vis, gir en meget god representativitet. Juvet har en særlig forklarende funksjon for hvor store vannmasser og krefter det har blitt utsatt for under isavsmeltingen.
Juvet representerer unikt prosessen med bresjøene og tilsvarende strandlinjer, morener fra brekanten, dreneringslineasjoner mot juvet, selve mektigheten av juvet, steinmaterialet umiddelbart på nedsiden i Fallegga og hele veien ned Rendalen vitner om et godt bilde på utvikling av uttappningsprosessen. Juvet gir en god representativitet og god blotningsgrad på både tykkelse av den sedimentære lagningen og sedimentære prosesser som har foregått under avsetning. Derimot er ikke den kaledonske deformasjonen godt representert i området.

Kvalitet

Tydeligheten vurderes til god fordi Juvet skiller seg tydelig fra landskapet rundt som består av runde fjellrygger og daler med rolige former. Helheten i prosessen med avsetningshistorie og oppsprekning av selve bergartene er ikke nødvendigvis intuitiv, men med en stor, dramatisk og brytende landform vil det likevel kunne gi et innblikk med gode blotninger for å forstå både kryssjikting/sanddyne og oppsprekningsmønster i bergarten.
På bakgrunn at tilsvarende stort og tydelig juv ikke finnes i Norge både med avsetningshistorie, oppsprekking og størrelsen på et juv dannet ved katastrofetapping i Norge, vurderes Jutulhogget å være et unikt og sjeldent fenomen. Tilstanden er god, fordi dette området ligger nokså uberørt av menneskelig aktivitet. Fallegga som ligger i enden har tidligere blitt brukt som grustak, men utgjør kun en liten del av helheten. Selve juvet er aktivt med rasvifter og i smale og bratte partier blir deler av Juvet fylt langs kanten og bunnen med rasstein og talusvifter slik at en ikke ser den reelle dybden.
Potensialet for den visuelle verdien av Jutulhogget er stort. Jutulhogget er både stort og dramatisk og kan sees i sin helhet fra enkeltlokaliteter. På grunn av at juvet ligger som en depresjon i terrenget er den ikke visuell fra lang avstand, men krever at en går like bort til kanten eller til munningen for å et inntrykk. Det er likevel vanskelig å få et overblikk over størrelsen til dette store landskapet uten å finne gode lokaliteter for utsikt.

Anvendelighet

Dette gir et potensial for god anvendelighet for å vise fram egenarten og forståelse av geologiske prosesser i området. Lokaliteten vil være med god tilretteleggelse og fremkommelighet en flott lokalitet som reisemål og formidling mot turister, men også for undervisning i geofag og som forskningslokalitet for å nøste opp i forståelsen av bresjøene og katastrofetappingen.

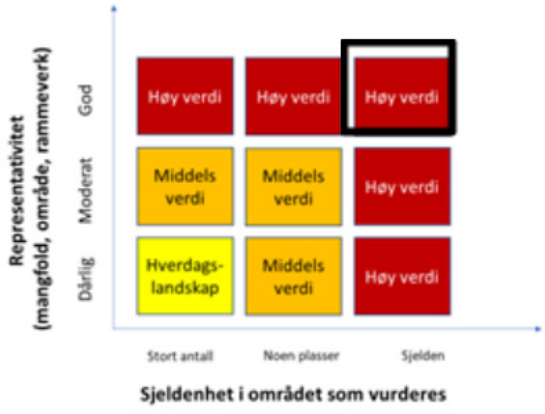
Andre relevante forhold

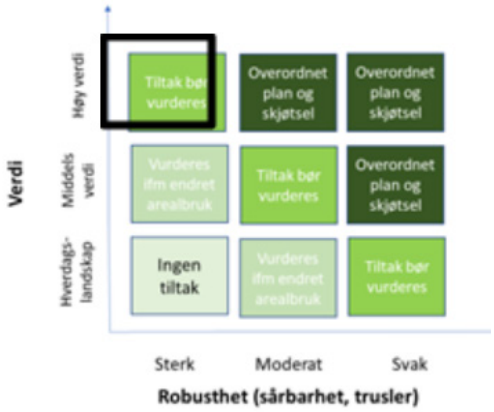
Jutulhogget er fredet som et naturreservat. Det var hovedsakelig på grunn av sin unike flora, men står nå på fylkets kvartærgeologiske verneplan.

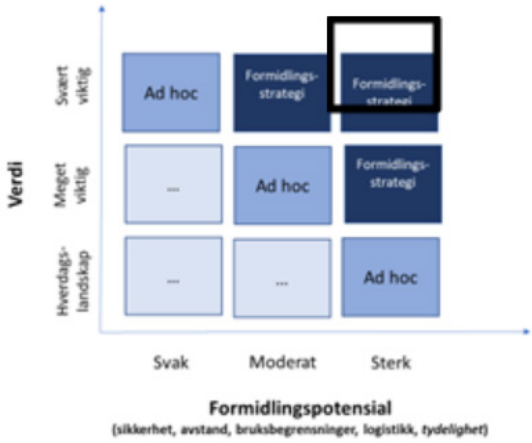
Jutulhogget har gjennom tidene blitt forklart og fortalt gjennom ulike historier og sagn. Blant annet om hvordan Jutulhogget ble til som en uenighet mellom Rendalsjutulen og Elvdalsjutulen (Helge Ness, 1978).

Adkomsten til Jutulhogget er tilrettelagt med en parkering med toalettanlegg og et utsiktspunkt med sikringsgjerder og informasjonsskilt. Fra dette utsiktspunktet ser en kun en liten del av Jutulhogget. Det går derimot en del andre uskiltede og usikrede stier til andre deler av Jutulhogget med med bedre oversikt.

Vurdering







Referanser

Fylkesmannen i Hedmark 1984. Utkast til verneplan for kvartærgeologiske forekomster i Hedmark fylke. - Fylkesmannen i Hedmarks.

Follestad, B.A., 1997. Preliminary report on the research project: Upper and Lower Glomsjø - subglacial waterways or open lakes? Norges geologiske undersøkelse, Bulletin 433, 50-51.

Holmsen, G., 1915. Brædæmte sjøer i Nordre Østerdalen. Norges geologiske undersøkelse, 73.

Holmsen, P., 1967. Bredemte sjøer eller subglaciale avsetninger? Norges geologiske undersøkelse, 255.

Høgaas, F. & Longva, O., 2016. Mega deposits and erosive features related to the glacial lake Nedre Glomsjø outburst flood, southeastern Norway. Quaternary Science Reviews. Vol. 151, p. 273-291

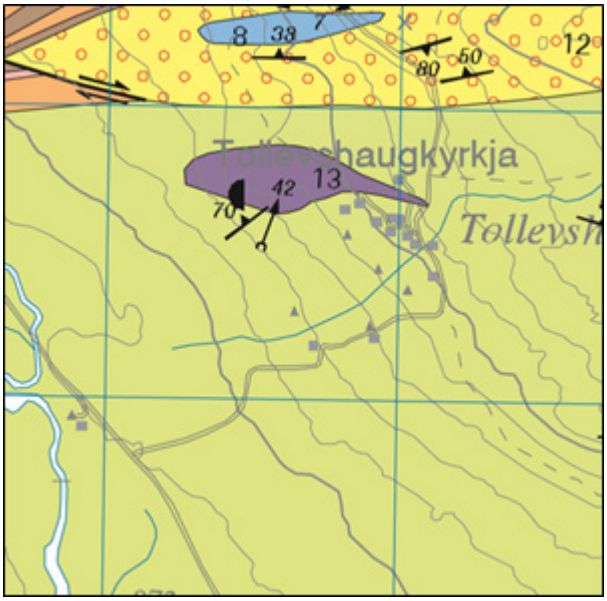
Høgaas, F. & Longva, O., 2016. The late-glacial ice-dammed lake Nedre Glomsjø in Mid-Norway: an open lake system succeeding an actively retreating ice sheet. Norwegian Journal of Geology. Vol. 98 nr. 4 .

Longva, O., 1984. Romeriksmjelen danna ved ein storflaum på Austlandet for vel 9000 år siden. Norges geologiske undersøkelse, Årsmelding, 1984, 8-11.

Longva, O., 1994. Flood Deposits and Erosional Features from the Catastrophic Drainage of Preboreal Glacial Lake Nedre Glåmsjø, SE Norway. Department of Geology, University of Bergen (Doktorgradsavhandling).

Longva, O., Bakkejord, K.J., 1990. Iceberg deformation and erosion in soft sediments, southeast Norway. Marine Geology, 92(1), 87-104.
Longva, O., Thoresen, M.K., 1991. Iceberg scours, iceberg gravity craters and current erosion marks from a gigantic Preboreal flood in southeastern Norway. Boreas, 20(1), 47-62.
Ness, H., 1978. Jutulhogget. Ei dramatisk framstilling av segna om korleis Jutulhogget vart til. Noregs ungdomslag 1978 Heftet.
Sollid, Johan Ludvig; Sørbel, Leif 1981. Kvartærgeologisk verneverdige områder i Midt-Norge. Miljøverndepartementet. Fagrapport. Rapport (T - 524). 207
Sollid, J.L. & Kristiansen, K. 1982. Hedmark fylke. Kvartærgeologisk verneverdige områder. - Universitetet i Oslo, Geografisk institutt.

2. Tollevshaugkyrkja



Utsikt til Tollevshaugkyrkja fra Bergsengseter. Set mot vest.

Klebersteinbrudd på nordvestsiden av knausen, helt i underkant mot overgangen til kvartære løsmasser.

Beskrivelse

Tollevshaugkyrkja består av en fjellknaus som ruver på en skulder i dalsiden. Den er ca 150x100 m i dimensjon og står omtrent 40 m opp fra omliggende terreng. Knausen består av rødfarget, oppspkrukket og hard ultramafisk bergart. Det skiller seg klart ut som en betydelig opphøyet knaus over myrene tilhørende Mesætermyre naturreservat og det jevnt bølgende landskap forøvrig rundt Bergsengseter. Tollevshaugkyrkja ligger som en isolert linse uten synlige kontakter til sidestein i fastfjell. Det ligger et klebersteinsuttak i underkant mot nordvest. Området rundt har et tynt overdekke av løsmasser. De nærmeste blotninger består av kvartsitter og glimmerskifre. En tynn slire av kleberstein er blottet ved seterhusene på Bergsengseter og kan være en del av Tollevshaugkyrkja. En serie tilsvarende ultramfiske kropper ligger som perler på en snor hele veien fra Otta i sørvest til Røros i nordvest. De tilhører de dypeste deler av enten havbunnsskorpe eller oseaniske øbuesekvenser som har blitt dratt i stykker i flere trinn av fjellekjedens dannelseshistorie. Opprinnelig har bergartene krystallisert fra smelter fra jordens mantle enten i oseaniske spredningssoner eller i oseaniske øybuer, der de har krystallisert på stort dyp. Hvordan de siden har kommet til overflaten og nå ligger i helt andre bergarter enn de opprinnelig tilhørte er et spørsmål som mange geologer har arbeidet med. Dermed er problemstilling aktiv rent vitenskapelig og nye data for dannelsen er fortsatt i arbeid ved Universitetet i Oslo og NGU i Trondheim. Deler av den geologiske historien kan gå så mye som 600 millioner år tilbake i tid der jordskorpen ble strukket ut så mye av bergarter fra dypere og dypere snitt i skorpen kom opp i dagen og dermed også kom i kontakt med sedimenter og eldre overflatebergarter. Siden har det skjedd små og store kollisjoner og bevegelser langs den samme hovedstruktur fra ca 500 millioner år siden til ca 400 millioner år siden. Det er imidlertid fortsatt diskusjon om hvordan slike bergarter kan bli transportert og fragmenter på en slik måte i storskala jordskorpeprosesser.

Analyse

Geografisk representativitet

Tollevshaugkyrkja er ikke den eneste rødlige oppstikkende knaus av ultramfiske bergarter i Norge. Det finnes i hundredetall tilsvarende slike mindre og større knauser. Flere av disse som Leka i Trøndelag og mange av toppene i Jotunheimen i Oppland skiller seg ut fra flertallet og fra Tollevhaugkyrkja både i størrelse, blotningsgrad og geologisk kontekst.

Geologisk representativitet

Tollevshaugkyrkja er som lokalitet representativ for tilsvarende ultramafiske linser. Både i farge, tekstur, sparsom vegetasjon og som landform er den karakteristisk. Både hardhet, lav innhold og lav løselighet av næringsstoffer til vegetasjon og motstandskraft mot forvitring har ført til at knausen er bevart, mens de omgivende bergarter er erodert og forvitret bort. Lokaliteten er mindre god enn en tilsvarende lokalitet i nærområdet, Raudhamran, som også har sidestein og kontakter bevart. Den er representativ som type ettersom det ligger en lomme av kleberstein bevart i randsonen av kroppen. Som markør for isens bevegelsesretning i området er lokaliteten tydelig. En serie større flyttblokker er transportert og lagt igjen av isen i en vifte mot nordvest.

Kvalitet

Tydeligheten vurderes som god ettersom både bergart, oppsprekkingsmønster, farge og morfologi skiller seg tydelig ut fra de omgivende bergarter og den omgivende vegetasjon. Det er opplagt at dette er noe helt annet enn de omgivende bergarter. Men selve dannelseshistorien er kompleks og utfordrende å formidle. Det at kontakten mot sidesteinen ikke er blottlagt trekker noe ned i

kvalitet sammenliknet med andre tilsvarende ultramafiske linser. Tilstanden er god da området i sin helhet ikke har vært nyttet til annet enn jakt, beite og immaterielle kulturelle handlinger. Klebersteinsbruddet i nordvest tilfører lokaliteten både et inngrep fra mennesker og et kulturminne av ukjent alder. Dette er med på å løfte kvaliteten av lokaliteten. Som markør for isens bevegelsesretning er Tollevshaugen er tydelig lokalitet ettersom bergarten skiller seg klart fra de omgivende fastfjellsenheter og er lett gjenkjennbare i store løsblokker i en vifte mot nordvest.

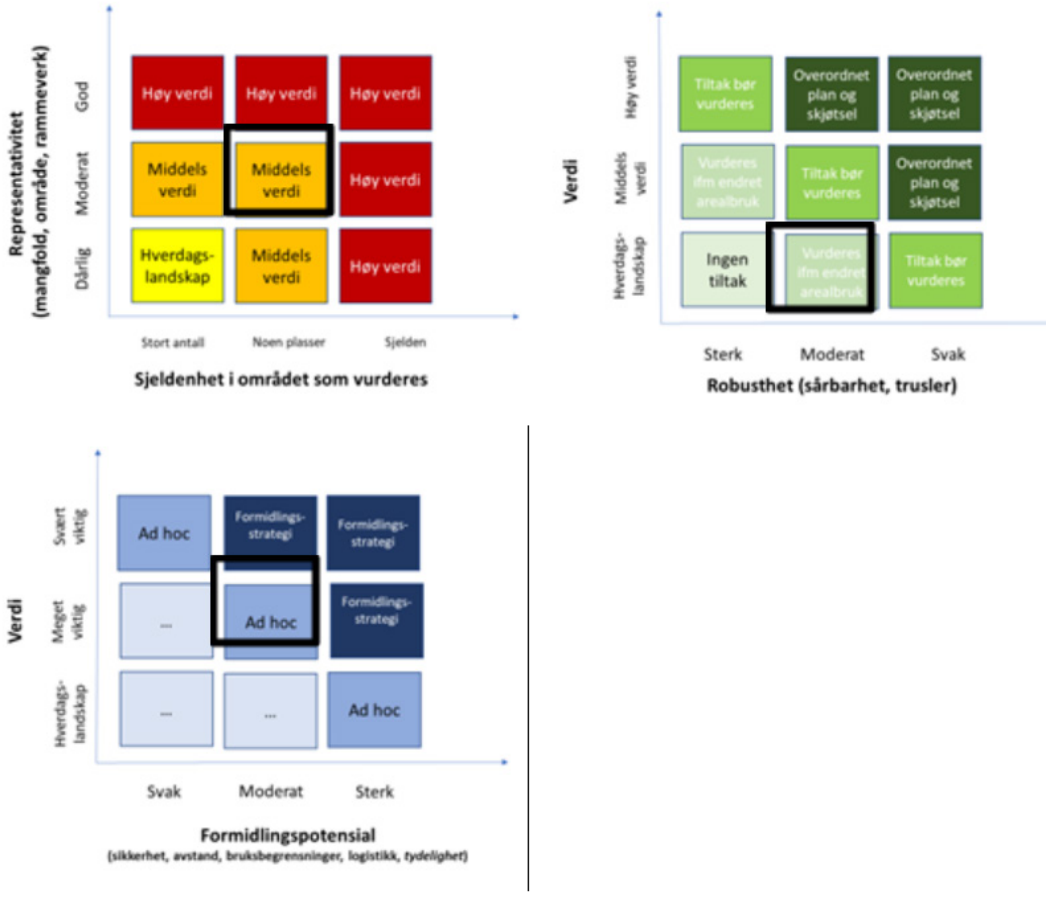
Anvendelighet

Det der skiller denne lokaliteten fra tilsvarende lokaliteter i regionen er at den er iøynefallende fra Grimsdalsveien og Bergsengseter. Den er dermed også lett tilgjengelig med bare en kort og relativt lett spasertur fra seterhusene. Det finnes allerede en tilrettelagt sti til lokaliteten og formidling av den geologiske historien er etterspurt av både besøkende og eiere og brukere av Bergsengseter.

Andre relevante forhold

Toppen av knausen er vigslet og benyttes som friluftskirke noen få ganger i året. Dette tilfører lokaliteten en immateriell og unik dimensjon som gjenspeiles i navnet. Det er ukjent om det finnes sagn eller overlevering knyttet til stedet. Toppen og den vestlige del av knausen er en del av naturreservatet Mesetermyre, som har rikt fugleliv og spesiell fauna. Reinsdyrjakt har vært en del av hovedaktiviteten i Grimsdalen sammen med seterdriften og tidligere også mulig korndyrking. Denne delen av historien er formidlet på en god måte ved campingplassen nedenfor Grimsdalshytta. Det er god utsikt til gamle Grimsdalsgruve, knapt to kilometer mot nordvest. Både ved seteren og ved gruven er det skilt og som informerer om gruvedriften. Så langt finnes det ingen formidling av Tollevshaugkyrkja. Med kjennskap til områdets historie kan et besøk på knausen imidlertid være en fin introduksjon til områdets historie, der en har god oversikt over kulturlandskapet og naturreservatet. En virtuell sti kan med fordel benytte haugen som en lokalitet der en ser de øvrige lokaliteter på kulturstien og gruvestien. Adkomsten til lokaliteten er via sommeråpen grusvei opp til Bergsengseter. Det er parkering for 5-6 biler og bilene bør har god klarering grunnet huller og grøfter i veidekket.

Vurdering



Referanser

Bjerkgård, T.; Scack Pedersen, S.; Siedlecka, A. 2002: Berggrunnskart Folldal 15192 1:50 000 Foreløpig utgave plotteversjon.

Dahl, R., Nashoug, O. & Nystuen, J. P. (red.) 2017, Mjøsområdets geologi og landskap "Norges skjønneste og frugtbareste ægn". Norges geologiske Undersøkelse, Trondheim.

Corfu, F., Gasser, D. and Chew, D. M. (ed.) 2014: New perspectives on the Caledonides of Scandinavia and Related Areas. Geological Society, London, Special Publication, 390 sider.

Jakob, J., Andersen, T. B. and Kjøll, H. J. 2019. A review and reinterpretation of the architecture of the South and South-Central Scandinavian Caledonides—A magma-poor to magma-rich transition and the significance of the reactivation of rift inherited structures. Earth-Science Reviews. ISSN 0012-8252. 192, s 513- 528

Nilsen, O. 1974: Mafic and ultramafic inclusions from the initial (Cambiran?) volcanism in the central Trondheim Region, Norway. Norsk geologisk Tidsskift, Volume 54, number 4.

INNEHÅLL STORYLINE

Inledning ... 3
Proterozoikum ... 3
Den svekokarelska bergskedjebildningen ... 3
Magmatism ... 3
Ihoptryckning – veckning ... 3
Transskandinaviska magmatiska bältet ... 4
Förnyad magmatism och vulkanism ... 4
Berggrunden svalnar ... 4
Vittring och erosion ... 4
Dalasandstenen och Öjebasalten ... 5
Dalasandstenen – öken och deltamiljöer ... 5
Vulkanism bildar Öjebasalten ... 6
Magmatisk aktivitet ger diabaser ... 6
Svekonorvegiska bergskedjebildningen ... 7
Paleozoikum ... 7
Kaledonidernas bergkedjebildning ... 7
Ordovicium ... 8
Silur ... 9
Meteoritnedslaget ... 9
Tiden mellan meteoritnedslaget och kvartärtiden ... 10
Uppsprickning av jordskorpan – Tinguait och Särnait ... 10
Erosion och vittring ... 10
Kvartärtiden – nedisningarnas tid ... 11
Istidernas landskap ... 11
Värmeperioder ... 12
Isfritt under istiderna ... 12
Under inlandsisen ... 13
Moränens former ... 14
Inlandsisens smältvatten ... 15
Isälvsavlagringar och isälvserosion ... 15
Issjöar ... 16
Efter senaste istiden ... 17

Skred 17
Östersjöns nivå och landhöjningen 17
Vindavlagringar 18
Det fluviala landskapet 18
Raviner 18
Frostmarksfenomen 19
Torvbildning 19

INLEDNING

Det här är en sammanfattning av de viktigaste geologiska händelserna och processerna som präglat Fulufjället och Siljansområdet och gett upphov till dess geologiska mångfald. De geologiska händelser som präglat den svenska delen av projektområdet är en mångfasetterad berättelse som sträcker sig från nästan 2 miljarder år sedan fram till idag och innehåller upprepade bergskedjebildningar, magmatism, vulkanism, livets utveckling, havsnivåförändringar, olika miljöer och klimat, vittring och erosion samt nedisningar. Dessa händelser och de geologiska processerna ger en samlad geologisk utveckling som i sin tur gett oss de geologiska förutsättningar och den geologiska mångfald vi är beroende av och kan uppleva omkring oss när vi rör oss på Fulufjället och i Siljansområdet.

PROTEROZOIKUM

Den svekokarelska bergskedjebildningen

Det svenska projektområdets östra delar utgörs av de äldsta bergarterna i området och representerar flera olika geologiska bildningsmiljöer. Geologiskt tillhör bergarterna det så kallade Bergslagenområdet. För drygt 1 900 miljoner år sedan höll den fennoskandiska urbergsskölden att byggas på genom storskaliga tektoniska processer som var aktiva i sköldens (kontinentplattans) sydvästra delar. De äldsta bergarterna bildades vid uppsprickning av kontinentplattans kant i samband med subduktion av en oceanplatta in under en kontinentplatta mot nord–nordost. Detta skedde under den svekokarelska bergskedjebildning. De äldsta geologiska bildningarna i området består av ytbergarter, det vill säga bergarter som ursprungligen bildats ovanpå eller ytnära i jordskorpan. De utgörs av vulkaniska bergarter och kalkstenar och andra sedimentära bergarter som bildades samtidigt, för 1 890 till 1 900 miljoner år sedan. Dessa bergarter pressades ner i jordskorpan under den pågående bergskedjebildningen och utsattes i varierande grad för deformation och omvandling (metamorfos). Detta syns idag i bergarterna genom att det är gnejsiga, ådrade eller omkristalliserade.

Magmatism

En del av ytbergarterna kom även att omvandlades av senare magmor som trängde upp i jordskorpan. Dessa magmor har gett upphov till olika vulkaniska bergarter samt till djupbergarter såsom graniter, syeniter och basiska bergarter. De här magmatiska processerna ägde rum vid två huvudsakliga händelser, dels för ca 1 890 till 1 870 miljoner år sedan, dels för ca 1 820 till 1 800 miljoner år sedan. De ca 1 800 miljoner år gamla bergarterna bildades i slutskedet av den svekokarelska bergskedjebildningen och utgörs av graniter och pegmatiter. De anses ha bildats genom uppsmältning av huvudsakligen äldre sedimentära bergarter. Den rådande tolkningen är att den 1 800 miljoner år gamla generationen bergarter bildades i samband med en subduktionsprocess.

Ihoptryckning – veckning

Hela området av dessa gamla bergarter har även genomgått en storskalig veckning genom en generellt nord-sydlig hoptryckning – förkortning – av jordskorpan. Exakta åldrar är svåra att sätta på de tektoniska veckningsfaserna, men det är troligt att det skett vid olika tidpunkter med en första fas för ca 1 860 miljoner år sedan och en andra fas för ca 1 800 miljoner år sedan.

Transskandinaviska magmatiska bältet

Under perioden efter den Svekokarelska bergskedjebildningens huvudfas har det förekommit omfattande vulkansim och magmatism. Under denna period bildades en grupp som kallas för Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB). Det består av vulkaniska bergarter (porfyrer) och graniter som bildades för 1 850 till 1 650 miljoner år sedan i en subduktionszon. Geografiskt sträcker sig det transskandinaviska magmatiska bältet från södra Småland till Dalarna via Värmland.

Förnyad magmatism och vulkanism

Dalaporfyrer (eller Älvdalsporfyr) samt den mer basiska dalaporfyren (lägre kiselhalt) har sitt ursprung i den vulkaniska aktivitet som pågick i området för ca 1 700 miljoner år sedan. Under samma tid bildades även granit (dalagranit) fast djupare ner i jordskorpan. De magmor som bildade vulkaniska bergarter på ytan och graniter på djupet är mineralogiskt, kemiskt och strukturellt nära besläktade. Dalaporfyr och porfyrit har bildats både som lavaflöden, då lava flutit ut över markytan, och genom mer dramatiska utbrott där gasrik magma gjort att både fast och flytande material slungats ut tillsammans med het aska och sedan avsatts på mark eller i vatten. De olika utbrottssätten tillsammans med lavans kemiska variation har skapat den brokiga skara vulkaniska bergarter och porfyriter vi ser i dag.

Det typiska utseendet av en porfyr är det som geologerna kallar porfyrisk textur vilket kännetecknas av vanligen ljusa vita till röda större kantiga eller runda kristaller av mineralen fältspat eller kvarts. Mellan dessa så kallade strökorn finns en fint kristallin, mycket tät mellanmassa av olika mineralkorn av bland annat kvarts och fältspat, knappt urskiljbara, inte ens i mikroskop. Den fina mellanmassan antyder att kylningen av den många hundra grader heta lavan har skett väldigt snabbt. Strökornen däremot fanns oftast som kristaller redan innan utbrottet skedde.

Dalaporfyrit, som också har porfyrisk textur, är uppbyggd av mörka mineral i sin mellanmassa och även många strökorn är mörka och består av mineralen pyroxen, hornblände och olivin. Ljusa strökorn i porfyriten är av fältspaten plagioklas.

De varianter av granit som tillhör Dalagraniterna är Siljansgranit och Garbergsgranit. Tidigare ansågs också Järnagranit vara en av Dalagraniterna, men åldersbestämningar har visat att den är 100 miljoner år äldre, 1,8 miljarder år gammal, och därför tillhör de svekokarelska bergarterna. I fält kan dock dalagraniter och järnagranit se väldigt lika ut och domen innanför Siljansringen består ungefär till lika delar av dessa två generationer graniter.

Berggrunden svalnar

Mellan 1,8 och 1,7miljarder år sedan kallnade berggrunden gradvis och blev därför allt mindre plastisk och flexibel. Deformationsrörelser i jordskorpan kunde därför inte längre tas upp mjukt genom skjuvning, veckning eller extension, utan rörelserna orsakade sprickor, förkastningar och krosszoner i den allt sprödare berggrunden. Dessa sprick- och krosszoner har stor betydelse för landskapets utseende idag. I sprickzonerna har berggrunden varit mer lättvittrad. Dagens landskap med höjdområden och dalgångar har till stor del sitt ursprung i fördelningen av dessa sprickzoner.

Vittring och erosion

Under tiden vulkanismen pågick förekom även vittring och erosion och sedan sedimentation vilket har observerats som lager i framför allt Dalaporfyrit. Den så kallade digerbergssandstenen innehåller konglomerat och sandsten med material från Dalavulkaniterna och Dalagranit men även från äldre berggrund.

Dalasandstenen och Öjebasalten

Dalasandstenen – öken och deltamiljöer

Dalasandstenen finns i ett område från Siljansringen i öster till Hedmark i Norge. Det är en av de mest välbevarade Mesoproterozoiska landavsatta sandstenarna i världen och är ett fönster bakåt i tiden där man kan se hur landskapet såg ut för 1,5 miljarder år sedan under den geologiska tidsperiod som kallas för Kalymmium (*eng.* Calymmian). Dalasandstenens exakta ålder är okänd, men radiometriska åldersbestämningar av de diabaser som skär igenom sandstenen och åldern på de yngsta zirkonerna i sandstenen visar att den avsattes under en period för mellan 1,58 och 1,46 miljarder år sedan, vilket motsvara ungefär 14 miljoner år. Dalasandsten innehåller inga fossil och avsaknaden av fossil beror på att Dalasandstenen bildades under en tid i jordens historia då livet på jorden till stor del bestod av mikroskopiskt små, ofta encelliga, organismer som saknade hårt skal eller skelett och därför bevaras ytterst sällan som fossil.

Dalasandstenen är uppskattningsvis 1 300 meter tjock med den tjockaste delen mot sydväst och är avsatt på äldre kristallin berggrund som är c 1,7 miljarder år gammal. Den delas in i en undre del och en övre del, där den undre delen ligger under Öjebasalten och den övre delen ligger över Öjebasalten. Sandstenen varierar i färg från grågul till lilaröd, beroende på en kombination av kornstorlek, oxidationsgrad och mineralsammansättning. De mest intensiva färgerna finns i det mer finkorniga materialet. I Dalasandstenens bottenlager finns ett konglomerat åt nordost och en breccia åt sydväst. Bergartsfragmenten i båda områdena utgörs av eroderade fragment från det den äldre berggrunden i området, vilket betyder att de vittringsprodukter som bygger upp konglomeratet enbart har transporterats en kortare sträcka. Vid Mångsbodarna är konglomeratet cirka 60 meter tjockt. Det finns även många välbevarade sedimentära strukturer i Dalasandstenen som speglar miljön där sedimenten avsattes. Genom att tolka dem och sätta dem i ett större sammanhang går det att rekonstruera hur landskapet såg ut när sandstenen bildades. Inom sandstenens utbredningsområde finns flera olika avsättningsmiljöer.

Den sandsten som bildades i området kring dagens Mångsbodarna och Risberg visar på en ökenmiljö med sanddyner och grunda sjöar som torkade ut med jämna mellanrum. Sandstenen i stort representeras här av sanddyner vilket man kan se på den storskaliga interna korsskiktningen, medan de tunna lerlager som också finns är rester av temporära sjöarna i ett ökenlandskap.
I lerlagren går det att hitta böljeslagsmärken, regndroppsmärken och torksprickor. Den här typen av miljö kan man idag kan se exempel på i kustnära ökenlandskap.

I Sälen är sandstenen massiv och det finns inga spår efter sanddyner eller lerlager. Väster om Sälen blir sandstenen mer finkornig och den har tolkats bara avsatt i en fluvial miljö. Fluviala böljeslagsmärken har också beskrivits från Fjätfallen, norr om Idre. Mångsbodarna, Sälen och Fjätfallen tillhör alla den undre delen av sandstenen.

Fulufjället representerar den övre delen av Dalasandsten och till skillnad mot Mångsbodarna är sandstenen här avsatt i vatten. Avsättningsmiljön har tolkats som ett vågdominerat delta. Deltan bildas idag vid flodmynningar, vilket innebär att kusten mot det Mesoproterozoiska havet kanske låg åt det här hållet.

De här olika avsättningsmiljöerna som Dalasandstenen representerar antingen hur det Mesoproterozoiska landskapet i dagens västra Dalarna såg ut. Men de kan även visa på en period med stigande havsnivåer, där de äldsta avsättningarna finns vid Mångsbodarna i den undre delen och de yngsta vid Fulufjället i den övre delen.

Vid Idbäcksklitten finns övergången mellan den undre och den övre delen av Dalasandstenen. Här har man i närheten av kontakten med Öjebasalten (som har fått sitt namn från orten Öje i Malung-Sälens kommun) beskrivit både gråvackor och konglomerat. Dessa har troligen bildats i samband med att basalten flödade ut över den våta sanden, samt genom erosion av äldre basaltflöden.

Vulkanism bildar Öjebasalten

Öjebasalten består av olika lavaflöden med avsättningar av sand mellan lavaflödena och bildar över 100 meter tjocka täcken av basaltlava. Den vulkaniska aktivitet som skapade Öjebasalten var relativt odramatisk, till skillnad mot den vulkaniska aktivitet som bildade de äldre Dalaporfyrerna och Dalaporfyriterna. Detta eftersom magmans, det smälta bergets, sammansättning var basaltisk (kiselsyrafattig). Lavan som bildade Öjebasalten rörde sig likt en flod i terrängen och anpassade sin flödesriktning efter landskapets form. Förekomsten av kuddlavor och pelarbasalt i basalten och asklager visar att basalten för det mesta flödade ut både över och under vattenytan. Enstaka förekomster av asklager (tuff) vittnar om få mer gasrika utbrott. och inte lika gasrik och explosiv som den magma som bildade Dalaporfyrerna, vilket gjorde att utbrotten gick ganska lugnt till. Datering av diabasen i den troliga matargången till lavaflöden visar att Öjebasalten är ca 1,46 miljarder år. En matargång är den transportväg som magman pressas genom från jordens mantel genom jordskorpans djup och upp till markytan.

Öjebasalten är lätt att känna igen genom sitt utseende. Den är porfyrisk med vita, ofta avlånga och kantiga kristaller av fältspaten plagioklas. Mellan kristallerna är massan finkornig, tät och mörkt grå till mörkt grön. De större kornen av plagioklas har först bildats på djupet och förts upp med magman till markytan. De rektangulära plagioklaskristallerna är på vissa platser parallella vilket tolkas som att kristallerna orienterats genom att lavan varit i rörelse. Det här kan liknas vid timmerstockar som flyter i en älv. Andra strukturer som påträffas i bergarten är blåsor, antingen som hålrum, eller fyllda med något mineral (så kallade mandelstenar). Blåsorna uppstod i samband med tryckutjämning i magman som under högt tryck i jordskorpan pressades upp till markytan där trycket sedan avtog och lavan, expanderade och blåsorna bildades. I Öjebasaltens blåsor har bland annat mineralet agat observerats. På grund av den stora temperaturkontrasten på dryga 1000 grader mellan markytan och den heta lavan uppstod en del märkliga strukturer vi kan observera i dag. På ytor med blöt eller fuktig sand kyldes lavan hastigt ner samtidigt som markytan värmdes upp. Både kuddlava och så kallad pelarförklyftning är tecken på denna temperaturkontrast. Lavan plockade även upp bitar av lera och sand under dess framfart vilka närmast ögonblickligt bildades till nya mineral som jaspis och epidot.

Magmatisk aktivitet ger diabaser

För ungefär 1 260 miljoner år sedan var det dags för ytterligare en period med magmatisk aktivitet av ett liknande slag som när Öjebasalten bildades. Det finns inte några spår av vulkaner från denna händelse men däremot flera diabasgångar. Diabasgångarna motsvarar de matargångar som transporterar upp magman till markytan för att bilda vulkaner. Diabaserna bildades genom att en stor mängd magma, ända nerifrån jordmanteln, transporterades upp genom jordskorpan. Anledningen till denna händelse har diskuterats och det mest troliga är att diabaserna bildats antingen genom att en varmare del av jordmanteln, så kallad hot-spot, varit aktiv under en kontinental jordskorpa, eller att uppsprickning av jordskorpan skett i en miljö bakom en vulkanisk öbåge vid en aktiv kontinentkant.

I Dalarna har tre generationer diabasgångar identifierats där denna generation diabaser är den andra i ordningen. och tillhör den centralskandinaviska diabasgruppen (CSDG) vilka finns på

flera platser i mellersta och norra Sverige samt Finland. I Dalarna representeras denna generation diabaser av Särna- och Åsbydiabaserna och är två typer av diabaser som med sina karaktäristiska drag går att särskilja från varandra. Den typiska Särnadiabasen har en speciell textur som gör att den på vittrade ytor har ett knottrigt utseende medan Åsbydiabasen har ”plockepinnstruktur” med avlånga, ibland nålformade kristaller (pinnar) av vit plagioklas i olika riktningar.

Den yngsta generationen diabaser i området är de så kallade Blekinge-Dalarnadiabaserna är dryga 950 miljoner år gamla och som namnet antyder förekommer de i ett ca 150 km brett bälte från Blekinge till Dalarna och sedan vidare under Kaledonidernas skollor. Dessa diabaser ligger geografiskt parallellt med och öster om den Svekonorvegiska orogenen och bildades i samband med någon händelse då jordskorpan drogs isär under den Svekonorvegiska bergkedjebildningen.

Svekonorvegiska bergskedjebildningen

Den Svekonorvegiska bergskedjebildningen representerar en kollision mellan två kontinenter och gav upphov till en bergskedjebildning i det som idag är sydvästra Sverige. Den här händelsen ägde rum för omkring 1 miljard år sedan. I samband med den Svekonorvegiska bergskedjebildningen påverkades även berggrunden inom Fulufjället. Det här kan man bland annat se hos Dalasandstenen som tryckts ihop och bildar idag ett stort öppet veck, där sandstenslagren står på högkant i väster och sydväst, men är mer eller mindre horisontella mot norr och nordost. Exempel på vertikal lagerföljd kan man se i närheten av Malung. Även de yngsta diabaserna i området är bildade i samband med den här bergskedjebildningen.

PALEOZOIKUM

Den tid i jordens historia som sträcker sig mellan 541 och 252 miljoner år sedan kallas för Paleozoikum. På vår kontinent Baltika är det främst den äldre delen (kambrium, ordovicium, silur och devon), som avsattes under 130 miljoner år (541 miljoner år sedan till 410 miljoner år sedan), som finns bevarad idag. Berggrund från andra perioder har försvunnit grund av vittring och erosion, men det finns också områden där det under perioder aldrig avsatts några sediment som har kunnat bli till bergarter. Den geologiska utvecklingen under den äldre delen av paleozoikum visar en utveckling från en stabil plattform med en långsam sedimentation till en aktiv sedimentationsbassäng framför den Kaledoniska bergskedjan.

Kaledonidernas bergkedjebildning

En viktig händelse under den äldre delen av paleozoikum är den Kaledoniska bergskedjebildningen vilken ägde rum under en lång period ca. 500 till 400 miljoner år sedan, när kontinenterna Laurentia och Baltika kolliderade med varandra. I området vid och på Fulufjället har man hittat spår efter överskjutningar i sandstenen, och i basalten. Deformerade skiffrar på Fulufjället kan vara spår efter dessa överskjutningar i sandstenen. Genom sina egenskaper utgör skiffrar ofta smörjmedel mellan två andra bergarter vid överskjutningar och de utnyttjas som glidytor. Geofysisk information från Fulufjället visar också att vertikala diabasgångar av Blekinge-Dalarnatyp som är 950 miljoner år gamla har blivit avhuggna långt under markytan och delvis förskjutits österut. Tillsammans utgör det bevis för att området är påverkat av tektoniska processer efter det att diabaserna bildades. Den enda kända bergskedjebildningen som skett i närområdet mellan 950 miljoner år och nutid är den Kaledoniska bergskedjebildningen, vilket innebär att överskjutningarna skulle kunna skett i samband med denna Överskjutningarna i basalten har en tydlig riktning mot sydost som stämmer väl överens med en påverkan från den kaledoniska bergskedjebildningen.

Ordovicium

De äldsta paleozoiska bergarterna i Siljansområdet avsattes under ordovicium (485–444 miljoner år). En period i jordens historia då Baltika till att börja med låg strax söder om ekvatorn och täcktes till stor del av ett grundhav där kalkslam sakta sedimenterade och bildade bland annat den karaktäristiskt bankade kalksten som ibland kallas för ”ortoceratitkalksten”. Namnet kommer från de avlånga fossil av bläckfiskar, ortoceratiter, som är vanliga i kalkstenen. Det är en välkänd byggnadssten, och bryts för detta ändamål främst i södra Sverige och i Jämtland, dock inte i Siljansområdet eftersom den inte håller samma höga kvalitet här

Under ordovicium finns en tydlig skillnad i avsättningsmiljöer på Baltika, där det stora grundhavet täckte det som idag ligger i centrala och södra Sverige) , medan avsättningsmiljön i Oslo-området och Jämtland visar att dessa områden låg längre ut på kontinentkanten.

Under ordovicium skedde många förändringar i havsnivån med en dramatisk sänkning i slutet av tidsperioden. Olika havsnivåer innebär förändrade villkor för sedimentationen vilket påverkar vilka bergarter som bildas. Det finns också spår efter vittring och erosion som visar på låga havsnivåer där kalkstensytan var ovanför vattenytan. Ett sådant fenomen är det så kallade ”Blommiga bladet”, en erosionsyta med borrningar av snäckor där det olika mineral har färgat kalkstenen gul, lila, grön och röd. Detta lager markerar gränsen mellan äldre och mellersta ordovicium och har hittats över hela Baltika. Havsnivåförändringarna under ordovicium har främst kopplats ihop med två orsaker. Den ena är att de är direkt orsakade av tektoniska händelser i samband med den Kaledoniska bergskedjebildningen och är av mer lokal karaktär. Den andra orsaken är de globala klimatförändringar som skedde på jorden, där olika istider under flera miljoner år innebar att stora mängder vatten fanns bundet i isar och inte i haven. Det innebar låga havsnivåer och avsättning av mer landnära sediment, eller att områden kom att vara ovanför landytan så att ingen marin sedimentationen.

Den Hirnantiska nedisningen i slutet av ordovicium är ett exempel på en nedisning som skapade stora miljöförändringar och orsakade ett av de större massutdöendena i jordens historia. Det finns spår efter den i bland annat Sydamerika i form av tillit (morän som blivit en bergart). Genom att analysera isotopsammansättning av grundämnena kol, syre och strontium i de bergarter som bildades har man kunnat visapå sjunkande havstemperaturer under ordovicium med lägst temperaturer under tiden för den Hirnantiska nedisningen. De låga havsnivåerna innebar att det inte skedde någon avsättning av sediment på Baltika och vi får en så kallad hiatus som sträcker sig till den äldsta delen av silur.

Karaktäristiskt för yngre ordovicium i Siljansringen är moundkalkstenarna, Kullsbergskalksten och Bodakalksten. Kullsbergskalkstenen är något äldre än Bodakalkstenen. Båda är kalkstensdomer med en solid kärna och där kanterna består av lagrad kalksten. Till sin struktur liknar de korallrev, men de är inga korallrev eftersom de inte består av revbyggande koraller. Deras paleoekologiska betydelse kan däremot troligen jämföras med dagens rev.

Den paleozoiska lagerföljden skiljer sig åt i västra och östra Siljan. Den västra sidan är en del av en så kallad forebulge, en buckla i berggrunden som bildades i samband med den Kaledoniska bergskedjebildningen då Laurentia och Baltika kolliderade. Bucklan skapade grundare marina förhållanden i den västra delen vilket man ser då stora delar av den yngre ordoviciska lagerföljden saknas. Det var djupare marina förhållanden på den östra sidan vilket skapade utrymme för de så kallade moundkalkstenarna att bildas. De består av en kärna med massiv kalksten och lagrad kalksten på flankerna. Kalkstensbrytningen präglar området då kärnan är av mycket hög kvalitet och därför eftertraktad som råvara. De många stenbrotten (bland andra Östbjörka, Amtjärn, Skålberget, Jutjärn, Dalhalla) har gjort det möjligt för undersökningar gällande fossil-innehåll och

kalkstenens uppbyggnad. Moundkalkstenar finns även i motsvarande berggrund under Östersjöns botten.

I bergarter från både ordovicium och silur har man hittat tjocka asklager, så kallade bentoniter, från vulkanutbrott. Dessa lager kan man också spåra över hela Baltika, från Oslo till Estland, och de är därför, liksom blommiga bladet, viktiga stratigrafiska horisonter som används för korrelation (jämförelse) av bergarter. Det tjockaste bentonitlagret (Kinnekulle K-bentoniten) i yngre ordovicium har kunnat kopplats samman med vulkanisk aktivitet i samband med att Laurentia och Baltika närmade sig varandra och Iapetushavet som låg emellan försvann.

Silur

Silur (444–419 miljoner år) var en tidsperiod då livet återhämtade sig efter massutdöendet i slutet av ordovicium och kollisionen mellan Laurentia och Baltika skapar den Kaledoniska bergskedjan. Baltika låg vid den här tiden runt ekvatorn och sedimentavsättningen skedde i ett tropiskt hav. Stigande havsnivåer innebar att sedimentation åter kunde ske på Baltika. De äldsta siluriska bergarterna finns i Oslo området och är kalksten som är ungefär 440 miljoner år. Eftersom avsättningen börjar där det är som djupast så kan man dra slutsatsen att havet runt Baltika var som djupast åt det håll som idag är Norge.

Liksom under ordovicium sker det förändringar i havsnivån under silur bland annat på grund av den kaledoniska bergskedjebildningen. Paleotopografin och paleobatymetrin under silur är komplex vilket återspeglas av de olika bergarterna och fossilen i regionen. I Siljansringen har kalkstenen avsatts i en grund marin miljö i nordväst (nordvästra Siljansringen) och i östra Siljansringen i ett yttre shelfområde. I mellersta silur fortsätter uppgrundningen i området och Orsasandstenen börjar avsättas. Orsasandstenen är en landavsatt sandsten som tidigare har tolkats som avsatt under mellersta silur (wenlock) eftersom den finns överst i lagerföljden och därför är den yngsta sedimentära bergarten i Siljansområdet. Ny information visar att sanden kommer från magmatiska bergarter från både den proterozoiska kristallina berggrunden och siluriska och devonska bergarter.

Den siluriska lagerföljden kan ses i sin helhet vid Styggforsen, från den svarta skiffern i Kallholn formationen, den märgliga kalkstenen i Styggforsenformationen och sandstenen i Orsasandstenen. Det är ett bra exempel på en regresssion, det vill säga sjunkande havsnivåer, delvis på grund av den Kaledoniska bergskedjebildningen i nordväst.

Meteoritnedslaget

Det som karaktäriserar Siljansringens landskap är effekterna av det meteoritnedslag som har skapat Europas största astroblem. Meteoritnedslaget ägde rum för 380 miljoner år sedan under yngre devon och skapade förutsättningar för både bevarandet av den annars så lätteroderade sedimentära berggrunden och landskapsutvecklingen efter meteoritnedslaget fram till idag. Siljansringen har en diameter på 50 km men meteoritkraterns ursprungliga storlek kan ha varit upp till 90 km i diameter. Det vi idag ser är spår efter är det som finns kvar efter kollapsfasen och 380 miljoner års erosion av landskapet. Man räknar med att upp mot 3 km material har eroderats bort fram till den markyta vi har idag.

När en meteorit träffar jordytan sker flera olika saker när meteoritkratern bildas: berggrunden krossas, sprickor bildas, chockvågor skapas och meteoritens rörelseenergi omvandlas till värme. Dessa processer kan vi idag se spår av i Siljansringen. Rörelserna i jordskorpan i samband med nedslaget påverkar bildningen av kratern och det sista steget i astroblembildningen innebär att kanterna kollapsar och en central, domformad upphöjning bildas.

I domen kan man se hur den kristallina berggrunden påverkats av smällen. Berggrunden har smält upp, är starkt uppsprucken och ett antal krosszoner och förkastningar har bildats. Systemet av sprickor inom domen är till stor del radiellt utvecklade, medan sprickgeometrin utanför domen är mer koncentrisk. De olika bergarterna visar karaktäristiska impaktföreteelser som brecciering, förekomst av smälta bergarter, slagkäglor och chockad kvarts. Det finns uppkrossad berggrund och slagkäglor att se i Bergkarlås, Torrvål och Hättjärn. Chockad kvarts har hittats både innanför och utanför domen. Chockad kvarts bildas på grund av den plötsligt ökade temperaturen och trycket i berggrunden för att berget utsätts för chockomvandling som skapar atomstrukturförändringar hos enskilda mineral. Det finns många förkastningar som har skapats eller återaktiverats i samband med impakten.

Mineralförekomster i Siljansområdet är också det troligtvis ett resultat av meteoritnedslaget. Meteoriten som slog ned krossade inte bara berggrunden och skapade ett nytt landskap, den förändrade även berggrunden på djupet. Genom att varma, metallrika lösningar sattes i cirkulation i den uppspräckta (breccierade) berggrunden (som då låg en bit ner i jordskorpan), kunde anrikning av mineral ske i sprickorna. Mineraliseringarna i kalkstenen på Sollerön är exempel på detta, men det finns släktingar även på annat håll. Det finns ådror i Järnagraniten på Solleröns östra sida med blyglans, zinkblände och fluorit, vilka då har bildats i samma händelse. Fenomenet är dock inte begränsat till Sollerön utan hittas på andra platser, exempelvis i Boda och Silvberg.

TIDEN MELLAN METEORITNEDSLAGET OCH KVARTÄRTIDEN

Inom det svenska projektområdet finns inga bergarter från den här perioden. Däremot har landskapets storskaliga utseende med den norrländska bergkullterrängen har sitt ursprung från processer under den här perioden. De yngsta magmatiska bergarterna i Sverige bildades under den här perioden.

Uppsprickning av jordskorpan – tinguait och särnait

För omkring 280 miljoner år började Osloriften bildas genom uppsprickning av jordskorpan. I samband med uppsprickning förekom omfattande magmatism och vulkanism där bland annat bergarterna särnait och tinguait, alkalina magmatiska bergarter, vid Särna anses ha bildats. Det samma gäller diabaserna i Västergötland och Skåne vilka även de anses ha en koppling till Osloriftens öppnande. Den speciella sammansättningen av magma, med i huvudsak höga halter av kalium och natrium i kombination med låg halt kisel gör särnait och tinguait till ovanliga bergarter. Ett fåtal platser i Sverige har bergarter med liknande sammansättning och bland dessa är Alnön vid Sundsvall och Norra Kärr vid Gränna i Småland.

Tinguait har ett speciellt utseende med en grön mellanmassa och vanligen ljusa större kristaller av bland annat mineralen nefelin, alkalifältspat och nålformiga svarta kristaller av pyroxen. Tinguaiten är till skillnad mot särnait motståndskraftig mot vittring och block har med inlandsisens hjälp spritts i morän över stora arealer mot sydost. Dessutom finns tinguaitblock i ett brett bälte norr om Särna och vidare österut in i Härjedalen vilket borde innebära att ytterligare massiv med tinguait kan finnas i gränstrakten mellan Dalarna och Härjedalen. Undersökningar med geofysiska metoder och borrning har gjorts för att finna ytterligare massiv förutom särnamassivet men inget har ännu hittats.

Erosion och vittring

Under krita och tertiär formades mycket av det landskap vi ser omkring oss idag. Berggrunden utsattes för erosion och vittring och flera av de stora landformerna i regionen med höjdområden

och dalgångar anses ha bildats under den här perioden. Vittringen och erosion var kraftigast i gamla sprickzoner och svaghetszoner i berggrunden som bildats redan i samband med den Svekokarelska bergskedjebildningen för mer än 1 800 miljoner år sedan. I de här sprickzonerna har vittring och erosion gått snabbare och djupare ner i berggrunden och lagt grunden till mönstret av dalar och kullar som vi har idag. Fulufjället tillsammans med Transtrandsfjällen utgör flacka erosionsrester av sandsten omgivna av låglänt terräng. Det är ett platåfjäll med inskärande sidodalar. Transtrandsfjällen i närheten av Fulufjället har mindre och rundare former och här har vittringen och erosionen nått längre än vid Fulufjället. Ett tydligt exempel på hur erosionen skapar landformer är Njupeskär som är en kanjon som utmejslats av rinnande vatten genom så kallad bakåtgripande erosion, en erosion som för övrigt fortfarande pågår. Med tiden kommer denna erosion att dränera Rörsjöarna uppe på platån. Vid Siljan finns grusvittrad granit – en typ av vittring som finns inom flera områden i Sverige och anses vara bildad under tertiärtiden.

KVARTÄRTIDEN – NEDISNINGARNAS TID

De senaste 2,6 miljoner åren hör till den geologiska perioden Kvartär. Kvartärtiden karaktäriseras av fluktuationer i klimatet med omväxlande kallare och varmare perioder där de kalla perioderna utgör största delen av tiden avbrutna av kortare perioder med varmare klimat. Idag befinner vi oss i en period med varmare klimat. Under Kvartärtiden har det varit över 50 växlingar mellan varmare och kallare perioder. När klimatet har varit kallare har det funnits möjlighet för större glaciärer att växa till och breda ut sig över områden där det inte finns glaciärer idag. För omkring 0,9 miljoner år sedan skedde en förändring i mönstret mellan kalla och varma perioder där de kallare perioderna blev längre och utbredningen av glaciärer började bli mer omfattande. Från den här tidpunkten finns det geologiska avsättningar som visar att inlandsisar har täckt hela Skandinavien och nått ner till den europeiska kontinenten. De upprepade nedisningarna har påverkat landskapet i de nedisade områdena genom erosion och omformning av berggrunden och lösa avlagringar, samt avsättning av nya jordarter och bildning av nya landformer. Inlandsisarna har satt sin prägel på landskapet men inlandsisarna har haft mindre påverkan på landskapets utseende än vad man tidigare ansett. Mycket av det storskaliga landskapet och dess utseende med berg och dalar är bildat tidigare under den geologiska utvecklingen, i huvudsak under de geologiska perioderna Krita (145–66 miljoner år sedan) och Tertiär (66–2,6 miljoner år sedan).

Det finns flera orsaker till kvartärtidens fluktuationer i klimatet. Den bakomliggande orsaken till de upprepade kallare perioderna är jordens position i förhållande till solen och hur det styrt mängden solinstrålning till jorden och hur den fördelar sig över året, samt hur solinstrålningen fördelats över jordytan. De här förändringarna i solinstrålning är inget nytt fenomen i jordens utveckling men att det har lett till nedisningar under Kvartärtiden beror bland annat på kontinenternas läge, havsbottnens utseende och bergskedjebildningar.

ISTIDERNAS LANDSKAP

Det kvartära landskapet och spår från kvartärtidens nedisningar i Dalarna är i huvudsak från de två senaste istiderna Saale och Weichsel, där mycket av avsättningarna och landformerna är från den senaste istiden Weichsel. De upprepade nedisningarna har dock haft en sammantagen påverkan på landskapet, och de flesta av inlandsisarna har haft liknande rörelsemönster och förstärkt och byggt vidare på tidigare inlandsisars effekt på landskapet. Eftersom en inlandsis kan påverka och omforma äldre bildningar har spåren av tidigare nedisningar till största del gått förlorade och det vi ser i landskapet idag är därför bildningar från de två senaste istiderna under Kvartärtiden.

Under huvuddelen av istiderna har stora delar av Skandinavien varit isfritt. Glaciärer var då begränsade till fjällområdet eller enbart delar av fjällområdet i Skandinavien. Klimatet under dessa isfria perioder var kallare än dagens klimat. I många fall mycket kallare, med tundraliknande förhållanden liknande det man idag har i norra Kanada och utanför inlandsisen på Grönland. Under den senaste istiden Weichsel växte istäcket framförallt till under tre kortare perioder, men under majoriteten av tiden var istäcket begränsat till fjällkedjans höjdområden. Från en sådan isfri kall period under Weichseltiden har man hittat ben av mammut i närheten av Rättvik.

- Elster 390 000–240 000 år sedan. Morän
- Saale 220 000–130 000 år sedan. Morän, landformer
- Weichsel 115 000–11 600 år sedan. Morän, landformer
- Isfria kalla perioder i Dalarna under Weichsel 105 000–88 000 år sedan, 83 000–75 000 år sedan, 40 000–35 000 år sedan. Mammuten i Rättvik, periglaciala landformer på Fulufjället

Värmeperioder

Det finns mycket få spår i Sverige av tidigare Kvartära värmeperioder liknande den som vi har idag. Detta eftersom nedisningarna under de kalla perioderna påverkat landskapet och de avsättningar av organiska jordarter i form av torvmarker och sediment i sjöar som bildas under värmeperioderna har förstörts och omlagrats av inlandsisarna. En av de få platser i Sverige där man hittat spår av tidigare värmeperioder finns i Öje mellan Mora och Malung. Under jordlager bildade av en inlandsis finns lager med sjösediment med rester av växtdelar. De här växtlämningarna visar på en helt annan vegetation i Siljansområdet än den vi har idag och representerar förrförra värmeperioden Holstein. Trädvegetationen visar på att skogen hade en stor andel lärkträd och serbisk gran; trädslag som idag finns längre österut i Ryssland och i Balkanhalvön. Den serbiska granen finns idag inom ett mycket begränsat område på Balkan. Även på Mårtensön (Laduholmen) i Orsasjön har man hittat organiskt material under jordlager bildade under en inlandsis. Vegetationssammansättningen liknar den vid Öje och det är därför troligt att de organiska jordlagren här också representerar värmeperioden Holstein.

- Holstein 240 000–220 000 år sedan. Öje och Mårtensön

Isfritt under istiderna

Även under en istid växlar klimatet mellan kallare och varmare perioder, vilket gör att det varierar kraftigt hur mycket Skandinavien har varit nedisat under en och samma istid. Under större delen av kallperioderna under istiden har man inte haft någon inlandsis och Skandinavien har då till stor del varit fritt från is. Under den senaste istiden Weichsel växte istäcket framförallt till under tre perioder men under större delen av tiden var istäcket begränsat till fjällkedjans höjdområden. Klimatet under dessa isfria perioder har varit kallare än det är idag. I många fall mycket kallare med tundraliknande förhållanden liknande det man idag har i norra Kanada och utanför inlandsisen på Grönland. Under dessa perioder rådde vad man kallar för periglaciala förhållanden. Typiskt för periglaciala miljöer är processer där frysning respektive tining av vatten och permafrost påverkar landskapet. Det finns många spår av periglaciala miljöer på hela Fulufjället, framförallt strukturmark i form av stora blockfält, polygonmark och stensträngar och frostsprängt berg. I branta sluttningar bildar det frostsprängda berget taluskoner, exempelvis vid Njupeskär. På södra delen av Fulufjället har frostmarkprocesser skapat särskilt väl utvecklad

strukturmark, som stora och tydliga polygoner och blocksträngar. Dessa större former representerar mer extrema förhållanden i en periglacial miljö från före den senaste omfattande nedisningen. I regionen finns spår av en regional händelse med vindslipning av iskristaller. Denna händelse tillskrivs en period av extrem kyla där iskristaller har kunnat bli så hårda att de kunnat nöta på berg och block. Även uppe norra delen av Fulufjället har några sådana observationer gjorts. I närheten av Rättvik har även ben av mammut hittats som levt under en isfri kall period under Weichseltiden.

- Frostsprängd berggrund vid Fulufjället
- Strukturmark uppe på Fulufjället
- Övriga periglaciala landformer på Fulufjället
- Isfria kalla perioder i Dalarna under Weichsel 105 000–88 000 år sedan, 83 000–75 000 år sedan, 40 000–35 000 år sedan. Mammuten i Rättvik, Periglaciala landformer Fulufjället

Under inlandsisen

Det som kännetecknar glaciärer är att de är i ständig rörelse ut mot iskanten, från högre och tjockare delar av isen ut mot isens kant där den smälter av. Den här rörelsen hos isen gör att den kan påverka underlaget som den rör sig över. Under vissa förhållanden påverkar inlandsisen landskapet i stor utsträckning medan den under andra förhållanden rör sig över landskapet utan att påverka underlaget alls eller mycket lite.

Under stor del av den senaste nedisningen (34 000–12 500 år sedan) var inlandsisen antagligen bottenfrusen i Dalarna. Det här betyder att den inte påverkade underlaget i någon större utsträckning. När inlandsisen inte påverkar underlaget sker rörelsen hos glaciären i själva ismassan och den nedersta delen av inlandsisen rör sig inte utan är fastfrusen vid underlaget. När klimatet blev varmare vid slutet av den senaste istiden kom området kring Siljan att få en varmbottnad is som påverkade landskapet i stor utsträckning genom erosion, deformation av lösa avlagringar och att isen plockat med sig material. I vissa delar av nordvästra Dalarna existerade bottenfrusna förhållanden ända fram till inlandsisen försvann från området.

På Fulufjället finns områden som både visar på en kallbottnad is och som inte påverkats av den senaste inlandsisen samt områden som påverkats av en varmbottnad is. Gränsen mellan de områden där den senaste inlandsisen varit kallbottnad och inte påverkat underlaget och där den gjort det är ofta mycket tydlig. Ibland syns det som en markerad vall av block som följer gränsen. Ibland syns den som utdragna blocksvansar från äldre blockfält. Områden på Fulufjället där inlandsisen varit kallbottnad karaktäriseras av ett bevarat periglacialt landskap med strukturmark. Där isen varit varmbottnad är jordtäcket generellt tunnare och bergblottningar är vanligare.

I de områden där vi haft en aktiv, varmbottnad is finns många spår i landskapet i form av jordarter och landformer från miljön under inlandsisen och som visar på i vilken riktning inlandsisens rörelse haft i området.

Spår efter en aktiv inlandsis som påverkat underlaget är räfflor i berggrunden där stenar och block rört sig med isen och slipat fram spår i berget. Räfflor kan var mycket tunna och fina till flera decimeter breda. Rundhällar är en annan typisk landform kopplad till miljön under en varmbottnad is. Rundhällar har skulpterats framunder påverkan av nötning och erosion samt smältning av is och återfrysning av smältvattnet. Rundhällarna har en tydlig flack yta åt det håll som inlandsisen rört sig från och en brant uppsprucken läsida. Det här kan man även se i större skala i landskapet där bergshöjder många gånger har en liknande form som rundhällarna. I dessa

fall är det morän som avsatts på den sida av bergshöjden som är mot isrörelsens riktning och ger en flackare sluttning åt det hållet.

Den senaste inlandsisen har i Dalarna i huvudsak varit i rörelse från nordväst och nordnordväst mot sydost och sydsydost. Under slutfasen av den senaste inlandsisen förflyttades isdelaren från ett läge i de högsta delarna av fjällkedjan, till ett nytt läge åt sydost. Norr om Fulufjället finns spår av isrörelser i två motsatta riktningar, dels åt NV och dels åt SO, vilket representerar en isdelarzon. Öster om Fulufjället finns mindre spår efter yngre isrörelse som är mer nordlig.

Moränens former

Glaciärer avsätter jordarten morän. Morän bildad under en aktiv inlandsis kallas för bottenmorän och är ganska kompakt, har en relativt hög andel finkornigt material och finns i stora flacka ytor, där andra glacial landformer har kunnat utbildas. I detaljerade höjdmodeller som visar landskapets relief kan man se att vissa områden med morän har spår av så kallad ”fluting” vilket är typiskt för områden där isen varit varmbottnad. Dessa långsträckta spår (lineation) i markytan kan vara flera kilometer och utsträckta i den riktning som inlandsisen rört sig. På grund av vegetationen är det svårt att se fluting-spåren när man rör sig i naturen eftersom höjdskillnaderna är för små. En mer tydlig landform som bildas under en varmbottnad inlandsis är drumliner. Liksom flutingen är drumliner utsträckta i isrörelseriktningen och finns i områden med morän. Drumliner består i huvudsak av morän men det finns ofta andra sediment inblandade i drumlinerna. Det finns flera teorier om hur drumliner bildas och det är säkert att det finns flera olika processer som kan ge upphov till dessa. Drumlinernas strömlinjeform visar att det är bildning som svarar på inlandsisens önskan att isrörelsen ska gå så smidigt som möjligt över landskapet och kan både vara erosionsrester och avsättning av sediment. Både fluting och drumliner anses bildas i en zon under inlandsisen som inte ligger långt från iskanten eftersom de följer den senaste riktningen hos inlandsisen. Den fluting och de drumliner som finns vid Fulufjället och i Siljansområdet kan vara bildade under en period precis innan inlandsisen smälte bort från området, men kan även vara äldre och bildade vid tidigare nedisningar som haft samma isrörelseriktning som den senaste nedisningen.

Runt Fulufjället präglas dalgångarna av en landform som anses ha bildats av flera nedisningar så kallade Ribbed moraines; ribbed moraines är en grupp landformer med i huvudsak bågformade ryggar som ligger vinkelräta mot isrörelseriktningen. Hur ribbed moraines bildats är inte klarlagt och det finns flera teorier om hur dessa landformer bildats. Det kan vara äldre moränytor som dragits isär av inlandsisen och ryggarna har då bildats. Det kan även vara så att det varit raka moränryggar eller moränkullar, som under senare nedisningar omformats till att vara mer bågformade. Ribbed moraines finns även i den nordvästra delen av Siljanområdet, och uppe på den så kallade Siljansdomen, främst runt Icksjön. Även moränbacklandskap är en vanlig företeelse, och finns främst i de mer låglänta delarna av landskapet, och detta småkulliga landskap har bildats till följd av att dödis har deponerats tillsammans med moränmaterialet; när isen sedan smälter får landskapet sitt böljande, småbrutna utseende.

- Kallbottnad is ca 75 000–12 000 i vissa områden under hela perioden fram till inlandsisen smälte bort från Dalarna.
- Varmbottnad is 12 000–11 000, det vill säga till inlandsisen smält bort från Dalarna
- Räfflor 11 700–11 000
- Fluting på Siljansdomen 115 000–105 000 år sedan 12 000–11 500 år sedan
- Drumliner på Siljansdomen 115 000–105 000, 12 000–11 500 år sedan

- Ribbed moraines 115 000–105 000 år sedan
- Fluting och drumliner vid Fulufjället

Inlandsisens smältvatten

Den senaste inlandsisen smälte bort mycket snabbt från Dalarna och började smälta av från området kring Siljan för 10 600 år sedan. Bara omkring 400 år senare hade de sista delarna av inlandsisen smält bort från nordvästra Dalarna.

Isälvsavlagringar och isälvserosion

Isälvsavlagringar bildas av material som förs med smältvattnet från inlandsisen och sedan avsätts. Eftersom materialet avsätts av rinnande vatten kommer det att sorteras efter energinivån hos det strömmande vattnet. Materialet i isälvsavlagringar innehåller inte finare material eftersom det sköljts bort med smältvattnet och sedimenterat på annan plats.

När den senaste istiden tog slut för 11 600 år sedan blev klimatet snabbt varmare och nådde temperaturer motsvarande dagens klimat. Det här gjorde att inlandsisen i stor omfattning började smälta av på ytan. Stora mängder smältvatten bildades uppe på isens yta och rann ner mot iskanten. Smältvattnet bildade även sjöar på isens yta, inuti isen och även under isen. Vid tiden för isavsmältningen var isen antagligen kraftigt uppsprucken och mycket av smältvattnet kunde därför ledas ner till botten av isen via sprickor och kanaler. Smältvattnets erosion och avlagringar sätter stor prägel på såväl Fulufjället som Siljansområdet.

Olika typer av smältvattenrännor och system av smältvattenrännor sätter en tydlig prägel på Fulufjället eftersom området saknar högre vegetation. På Fulufjället finns på flera platser där system av isälvsrännor korsar varandra. Det här tyder på att smältvattenrännorna på Fulufjället är olikåldriga och representerar avsmältningen av olika inlandsisar.

Både uppe på Fulufjället och längs med fjällets västra sluttning finns skvalrännor. Skvalrännor är en typ av smältvattenrännor som bildas i kanten mellan isen och en framsmältande sluttning. Skvalrännor förekommer ofta i serier på succesivt lägre nivåer och visar på så vis hur istäcket succesivt smält ner. Längs med Fulufjällets västra sida finns serier av skvalrännor som löper parallellt med sluttningen. Längs fjällets sluttningar ses ofta små slukrännor som nedåt övergår i små slukåsar. Uppe på själva Fulufjället finns många små åsar och sandurfält men inga större isälvsavlagringar. Det här beror bland annat på att isen inte innehållit särskilt mycket material som kunnat bilda större isavlagringar. Däremot finns en större åsbildning som följer Fulån.

Siljansområdet kännetecknas av stora isälvsavlagringar i sänkan runt Siljansdomen. Dessa isälvsavlagringar representerar olika bildningsmiljöer och processer eftersom isavsmältningen här skett i vatten, vid högsta kustlinjen och på land ovanför högsta kustlinjen. Orsaken till de stora isälvsavlagringarna beror på att stora mängder smältvattnet dränerades ner mot siljansringen. Ytterligare en förklaring är att vi här befinner oss vid högsta kustlinjen. Vid högsta kustlinjen finns ofta stora isälvavlagringar vilket beror på att omställningen från en is som smälter av i öppet vatten till en is som smälter av på land tar en viss tid. Det gjorde att iskanten stannade upp ett tag och större mängder isälvsmaterial han avsättas. Förutom de mycket stora bildningarna finns många små isälvsavlagringar som bildats av mindre smältvattenflöden och visar på kvarliggande dödis efter att den aktiva isen lämnat området.

Ovanför högsta kustlinjen har smältvattnet bildat smältvattenrännor som skurit sig ner i jordlagren. De isälvsavlagringar som finns ovanför HK är relativt små och inte särskilt mäktiga.

Det finns även erosionsspår som visar på mer omfattande dränering av smältvatten under isen bland annat uppe på Siljansdomen. Här finns det erosionsdalar där större mängder smältvatten kanaliserats och eroderat, ibland flera hundra meter breda stråk i moränen. Dessa erosionsdalar har i vissa fall skurit sig igenom morän i högre liggande områden och det visar på att vattnet varit under högt tryck och det är möjligt att smältvattnet kommit från smältvattensjöar under isen.

Vid högsta kustlinjen finns flera stora komplexa avlagringar med åsar, sandurfält, åsnät och deltaplan. På sandurfältens flacka ytor har smältvatten runnit fram i förgrenade strömfåror och idag syns strömfåror och dödisgropar på sandurfälten. En större sanduravlagring finns öster om Lenåsen i den stora isälvsavlagringen som går ner till Rättvik. Åsnät har bildats där öppna sprickor och sänkor på isen och mellan isblock samt slutna sprickor under isen fyllts med sediment. Här har man ofta vindlande åsryggar som är sammanflätade med varandra. Tydliga åsnät finns i Skattungbyfältet och Bälterkitten. I Skattungbyfältet finns även tydliga exempel där öppna sprickor i isen fyllts igen med sediment. Denna typ av igenfyllnad har en plan överyta och man kan se spår av strömfåror från smältvattnet. Ett annat tydligt exempel på en sådan bildning är den så kallade Getryggen vid Rättvik. Där sedimenten kommit att avsättas i öppet vatten har deltaytor bildats. Stora deltan som är uppbyggda till nivån för högsta kustlinjen är Moradeltat och Orsadeltat.

- Rättvik 10 600–10 300 år sedan
- Moradeltat 10 400–10 200 år sedan
- Skattungbyfältet 10 500–10 200 år sedan
- Bälterkitten 10 400–10 200 år sedan
- Åsar 10 600–10 200 år sedan
- Smältvattenrännor 10 600–10 200 år sedan
- Äldre smältvattenrännor och skvalrännor

Issjöar

I samband med isavsmältningen bildades det i vissa områden sjöar av smältvattnet vid iskanten genom att vattnets naturliga utlopp stängdes av is. Eftersom vattnets naturliga utlopp var blockerat kunde vattnet dämmas upp till en nivå som var högre än vad som egentligen skulle vara möjligt. På det här sättet bildades under en kort period en issjö där vi idag har sjöarna Skattungen och Oresjön. Spår av issjön finns som fornsjöstrandlinjer och mindre deltaliknande isälvsavlagringar som visar på en nivå för issjön på omkring 245 m ö.h. Issjön kunde inte nå till en högre nivå än 245 m ö.h. eftersom det finns en tröskel öster om Boda som vattnet rann över. Tröskeln fungerade som ett breddavlopp över vilken sjöns nivå inte kunde stiga. I östra delen av issjön finns tydliga strandlinjer vilket visar att vi haft en öppen vattenyta. I den västra delen av issjön från Skattungbyn och västerut var vattenytan troligen mindre öppen med kvarliggande uppsprucken is. Den ismassa som dämde upp issjön låg mellan Skattungbyn och Orsa. Issjön sänktes ner till nivån för högsta kustlinjen (ca 215 m ö.h.) västerut över den kvarliggande isen mellan Orsa och Skattungbyn. Spår efter dräneringen finns bland annat vid Kallholen. Väster om Kallholen finns strandlinjer som sammanfaller med högsta kustlinjen men inte ovanför det vilket visar på att issjön inte sträckte sig hit bort. En del av vattnet från issjön har även tagit vägen norr om den dämmande isen vid Tallhed där det finns en stor smältvattenränna (25 m djup och 150 m bred) nedskuren i moränen. Rännan kan vara resultatet av en sänkning av Skattungbyissjöns nivå ner till högsta kustlinjen då vatten från issjön eroderat sig ner 20 meter i moränen.

- Skattungbyissjön 10 500–10 400 år sedan

EFTER SENASTE ISTIDEN

Skred

När inlandsisen lämnade området var marken som frilades fri från vegetation och samtidigt gjorde tillflödet av smältvatten att jordlagren var mättade med vatten. Eftersom den stabiliserande faktorn av växternas rotsystem saknades och marken samtidigt hade ett högt innehåll av vatten medförde detta att moränområden kunde vara instabila. Särskilt i sluttningar gjorde det här att moränen var skredkänslig. I västra Stackmora finns spår efter ett moränskred i en sluttning och som troligen ägde rum kort efter isavsmältningen. Skredet är 300 m brett och den bakre skredväggen är 20 m hög och det var stora mängder morän som gled ner för sluttningen, upp mot 150 000 m^3 vilket motsvarar 16 000 lastbilar med jord. Sluttningen har troligen blivit instabil då en smältvattenränna eroderat sig ner i jordlagren nedanför sluttningen och på så vis tagit bort stödet för moränen i sluttningen. Det finns även moränskred i Mellansverige vilka man kopplar till jordbävningar. Jordbävningarna har skett i samband med isavsmältningen på grund av att isens tyngd på jordskorpan försvunnit snabbt och landhöjningen tagit fart.

- Moränskred i Västra Stackmora 10 400 år sedan

Östersjöns nivå och landhöjningen

Den senaste inlandsisen tyngd gjorde att jordskorpan pressades ner flera hundra meter. Det innebar att när inlandsisen började smälta av kom stora områden som idag är land att ligga under dåvarande havsnivån och Östersjöns nivå. Den högsta nivån för kustlinjen efter isavsmältningen kallas för högsta kustlinjen (HK). Siljansområdet var en del av Östersjön då isen smälte av från området och högsta kustlinjen ligger på 209 m ö.h. i södra delen av Siljan och 216 m ö.h. i norra delen av Siljan. Dagens nivå för Siljan är 161 m ö.h. Siljansänkan utgjorde den innersta delen av en smal vik av Östersjön via den dalgång som Dalälven idag rinner genom. Det östersjöstadie som existerade under den period som Siljan var en del Östersjön kallas för Ancylussjön. Ancylussjön existerade under perioden 10 700 till 9 800 år sedan. Vattnet i Ancylussjön var sött eftersom havsvatten inte kunde komma in i Östersjösänkan. Miljön var även präglad av de stora mängder smältvatten som rann ut från den snabbt smältande inlandsisen. Vattnet var både kallt och näringsfattigt och närmast inlandsisen grumligt. Direkt efter isen lämnat området gick landhöjningen snabbt, omkring 6 cm per år, varför Siljansänkan var en del av Östersjön endast under några hundra år. Idag pågår landhöjningen fortfarande och är ungefär 5 mm per år. Siljans nivå har någon gång efter 9 000 år före nutid sänkts abrupt från en nivå på omkring 180 m ö.h. till dagens nivå. Den här sänkningen av Siljans nivå beror på att Siljans utlopp till Dalälven ändrades vid Leksand.

- Högsta kustlinjen: 10 600 år sedan. Södra Siljan, Siljansnäs, Leksand
- Högsta kustlinjen: 10 400 år sedan. Norra Siljan, Orsa, Morafältet, Bälterkitten Ekorrberget, Gesunda
- Isolering från Östersjön: 9 600 år sedan
- Sänkning av Siljans nivå någon gång efter 9 000 år sedan
- Bonäslinjen: Siljans strandlinje före sänkningen 9 000 år sedan

Vindavlagringar

Det finns stora områden med vindavsatta sediment och sanddyner i Siljansområdet. Det beror på att vi här har stora områden med sand i de deltan och isälvsavlagringar som finns här. Områdena med flygsand och sanddyner började bildas så snart inlandsisen lämnat Siljansområdet och deltaytorna genom landhöjningen hamnat ovanför Ancylussjöns yta. De stora sanddynsområden som då bildades på grund av att vegetationen inte hunnit etablera sig och starka fallvindar från N-NV från den retirerande inlandsisen. Dynbildningen pågick under omkring 1 500 år, och när avståndet till inlandsisen blev större verkar mer västliga vindar ha haft en större påverkan på landskapet. Dynerna i Siljanområdet verkar överlag ha varit relativt stabila ända fram tills nutid, till skillnad från många lokaler i södra Sverige. Ny avsättning av flygsand i mindre omfattning har skett under senare perioder även sedan klimatet blivit varmare. Denna avsättning av flygsand skedde främst i form av täcksand som draperade det befintliga landskapet och inte som nya sanddyner. Detta skedde under stormigare perioder i klimatet och på grund av mänsklig påverkan genom jord- och skogsbruk.

- Omfattande dynbildning Morafältet och Skattungbyfältet 10 400–9 000 år sedan
- Yngre perioder med avsättning av flygsand på grund av stormigare klimat 4 000 år sedan, 1 500 år sedan, 1 000 år sedan
- Yngre period med avsättning av flygsand på grund av markanvändning 150 år sedan

Det fluviala landskapet

Sedan den senaste istiden har landhöjningen gjort att havsnivån och Östersjöns nivå sänkts ner mot dagens havsnivå. Det här gör att erosionsbasen, vilka vattendrag eroderar ner till, hela tiden sänkts. På grund av landhöjningen har vattendrag succesivt skurit sig ner genom jordlagren. På så sätt har fluviala processer omformat landskapet och omfördelat tidigare avsatta sediment, framförallt glaciala sediment. Typiska fluviala bildningar är äldre högre liggande strömfåror, avsnörda meanderbågar som bildat korvsjöar och torvmarker. Äldre flodplan finns ibland bevarade på en högre nivå än dagens. Eftersom vattendragen ibland skurit sig genom mäktiga jordlager och vattendragen förflyttar sig i sidled fortgår erosionen och slänterna i dessa jordlager ner mot vattendraget kan bli instabila. Det här kan ge upphov till ras och skred och man kan se så kallade nipor i sluttningen, platser där det sker en aktiv erosion i slänterna ner mot vattendraget. Extrema händelser som regnovädret vid Fulufjället 1997 kan orsaka stora erosionsskador, och under kort tid avsätta stora mängder sediment.

- Fluvial erosion, omlagring och avsättning 10 400–idag. Dalälven, Ämån
- Nipor, ras och skred i anslutning till vattendrag 10 400–idag. Dalälven
- Göljåns och Klorans dalgångar vid Fulufjället

Raviner

Grundvattenutströmning har i vissa områden succesivt eroderat sig ner i jordlagren och bildat raviner och ravinsystem. Raviner bildas i jordarter som består av kornstorlekarna silt och finsand. Jordarter som består av silt är känsliga för erosion eftersom de är små och lättrörliga samt har låg friktion mellan partiklarna. Samtidigt är de för stora för att ha de sammanhållande bindningarna

som mindre lerpartiklar har. Silt har även förmåga att ta upp och binda mycket vatten relativt fort. De här egenskaperna gör att siltjordar kan komma i ett flytande tillstånd. Det är framförallt i glaciala siltjordar som raviner bildas. Raviner bildas då det finns ett mer koncentrerat utflöde av grundvatten. Genom att grundvattnet eroderar i de lätteroderade siltjordarna äter sig ravinen bakåt och ofta bildas ett nätverk av raviner. Raviner eroderar sig ner till ett djup av underliggande stabilare jordarter, till exempel morän eller grus. Den största delen av ravinbildningsprocessen skedde tidigt efter att området kommer över Siljans yta genom landhöjning, även om processerna fortsätter idag om än i långsammare takt.

- Vinäsgraven 10 000–idag

Frostmarksfenomen

Även om frostmarksprocesser har varit mer intensiva under tidigare isfria perioder, så pågår dessa även idag. Det här kan man se särskilt vid Fulufjället. Här sker fortfarande frostsprängning av berggrunden och fyller på taluskoner nedanför branter, frostsortering sker både i lösa bergfragment och i de lösa jordlagren. I moränsluttningar kan man se former bildade genom jordkrypning, såväl solifluktionsvalkar som sten- och blocksträngar.

- Frostmarksprocesser börjar när inlandsisen försvinner

Torvbildning

Torvmarker bildas när det är fuktiga förhållanden och döda växtdelar inte bryts ner fullständigt på grund av syrefria förhållanden utan ansamlas på platsen. På grund av klimatförhållandena med ett relativt svalt och fuktigt klimat finns det gott om torvmarker i dalarna. Många av torvmarkerna började bildas snart efter att inlandsisen lämnade området. De flesta av torvmarkerna är försumpningstorvmarker men det finns även en del torvmarker som är igenväxta sjöar, exempelvis efter så kallade korvsjöar. Den äldsta torven i torvmarkerna är omkring 10 000 år. För ungefär 4 000 år sedan skedde en förändring mot ett kallare och fuktigare klimat. I samband med det här ökade torvbildningen och flera nya torvmarker började bildas. Från den här perioden började de flesta av de torvmarker som idag är mossar att förändras från blandmyrar och kärr till mossar.

- Torvbildning börjar 10 000 år sedan
- Ökad försumpning, mossar börjar bildas för omkring 4 000 år sedan

INNEHÅLL KLIKTEN, SOLLERÖN

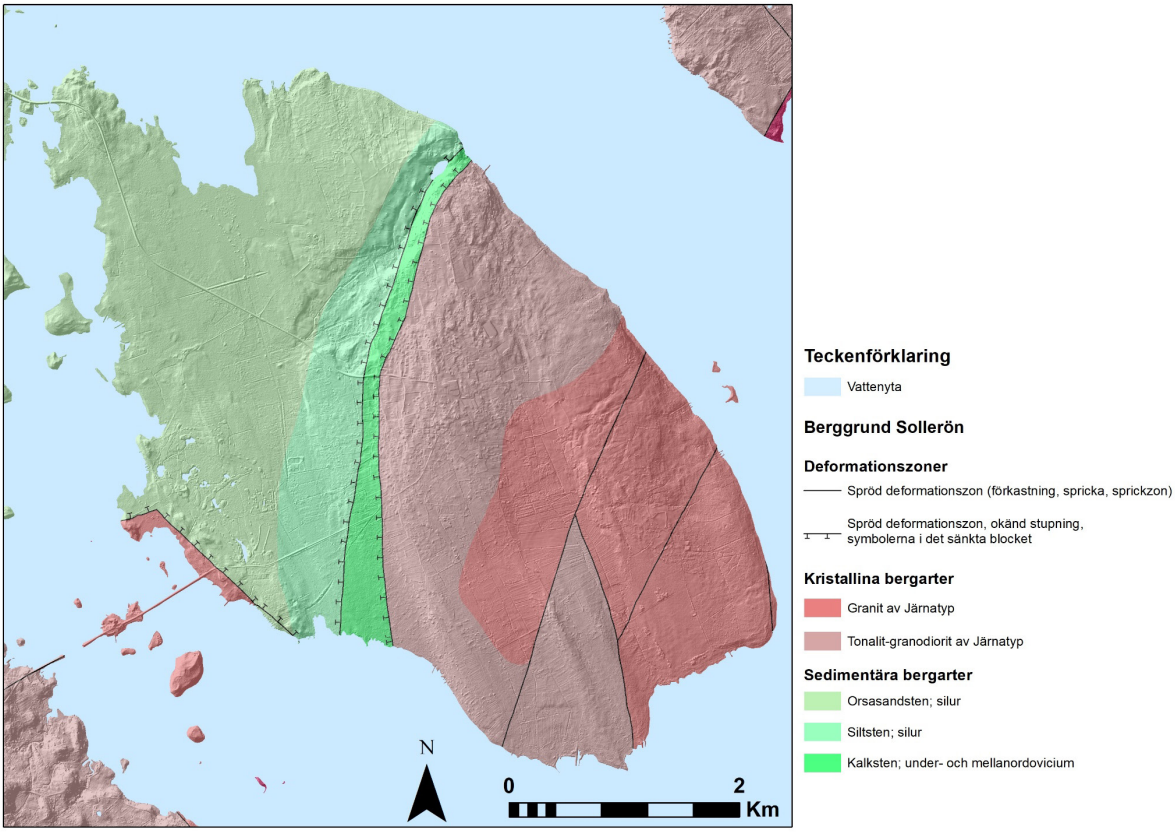
Beskrivning, inklusive kartor och bilder....2
Allmän beskrivning....2
Geovetenskapligt primärt intresse....3
Geologiskt sammanhang/ del i geologiskt ramverk....3
Analys....4
Geografisk representativitet....4
Geologisk representativitet....4
Kvalitet....4
Tydlighet....4
Visuellt värde....4
Sällsynthet....4
Bevarandetillstånd....4
Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser....5
Användbarhet....5
Undervisning....5
Vetenskap och forskning....5
Upplevelsevärde....5
Andra relaterade förhållanden....5
Andra värden....5
Hot och sårbarhet....5
Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)....6
Skyddsstatus eller behov av skydd....6
Åtkomst och eventuell fara för besökande....6
Referenser....6

Klikten, Sollerön

BESKRIVNING, INKLUSIVE KARTOR OCH BILDER

Allmän beskrivning

Sollerön är geologiskt delad på hälften genom en förkastningszon som löper i nord–nordostlig riktning över ön (som också fortsätter in över land innanför Siljansringen). Förkastningszonen består av parallella förkastningar där den västra förkastningen bildar ett karaktäristiskt hak i landskapet med en sänka på dess västra sida (fig. 1). Detta hak, eller förkastningsbrant, heter Klikten och är tillsammans med sänkan ett område som ger Sollerön en geologiskt grundad historia och lokal identitet.



Figur 1. Solleröns berggrund.

Förkastningen kan ha en historia som i sig startar långt innan meteoriten slog ner, men även om detta är möjligt, är det en förkastning som sannolikt har påverkats av nedslaget. Förkastningen har troligtvis uppstått som en av flera, parallella kollapser i nedslagsområdets ytterdelar, då berggrunden satte sig efter den initiala, explosiva utkastfasen.

Den västra delen av Solleröns berggrund består till största delen av så kallad Orsasandsten från den geologiska perioden Silur. Orsasandsten är ca 425 miljoner år gammal och är den yngsta sedimentära bergarten i Siljansområdet. Det är en röd, finkornig, kvartsdominerad sandsten, vars

ursprungsmaterial är sandavlagringar på land. Den överlagrar siluriska siltstenar (finkornigare än sand, men inte så finkornig som lera). Närmast förkastningsbranten finns under- till mellanordovicisk kalksten (fig. 2). På Solleröns östra sida består berggrunden av mycket äldre bergarter – graniter och granodioriter av Järnatyp som är ca 1,8 miljarder år gamla. Klikten är alltså inte den förkastning som bildar den fysiska kontakten mot Järnagraniten. Det är en förkastning alldeles öster om Klikten som utgör den geologiska gränsen mellan de unga sedimentära och de gamla kristallina bergarterna. Den gränsen är dock inte synlig i landskapet och är heller inte blottad i området utan ligger någonstans strax öster om krönet under jord- och vegetationstäcket.

Figur 2. Ett av ”gruvhålen” i Silvergruvan vid Klikten. Foto: Stefan Persson.

Geovetenskapligt primärt intresse

Förkastningsbranten som terrängform som tydliggör impakthändelsen. Detta visas med brantställd paleozoisk lagerföljd, sprucken berggrund och mineraliseringar.

Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk

Siljansringens impaktstruktur. Sollerön ingår i kantzonen med bevarade, paleozoiska bergartsblock.

ANALYS

Geografisk representativitet

Klikten på Sollerön är inte representativ för landskapets karaktär, utan utgör i stället en lokal särprägling som gör att platsen avviker som landskapselement. Förekomsten av en förkastningsbrant som åskådliggör nedslagshändelsen, i form av skydd för yngre bergarter, lagertippning, brecciering och mineralisering, är heller inte representerad på andra platser runt Siljan. Däremot förekommer elementen var för sig runt Siljans ytterområde, som präglas av just förkastningar, bevarade block av paleozoiska bergarter och uppspruckna bergarter. Mineraliseringar är inte vanliga utan återfinns på ett fåtal platser. Under- och mellanordovicisk kalksten är inte heller vanligt förekommande i Siljansområdet.

Geologisk representativitet

De geologiska företeelserna i Klikten visar relationer och karaktärer som skulle kunna knytas till meteoritnedslaget, men som inte är helt säkert skapade enbart av nedslaget. Det har däremot antagits att förkastningsbranten har påverkats av nedslaget. På samma sätt kan både brecciering och mineralisering ha en mer komplex historia än just att vara kopplad till nedslagets effekter. Det har här antagits att nedslaget förmodligen har reaktiverat sprickor, remobiliserat metallrika lösningar och reaktiverat förkastningszoner. Med dessa förbehåll representerar platsen en trolig påverkan av nedslagshändelsen, där kombinationen av förkastning, lagertippning, brecciering och mineralisering visar typiska företeelser som kan kopplas till impakten.

Kvalitet

Tydlighet

Själva förkastningsbranten är den uppenbara landskapsformen som gett upphov till lokal identitet och naturkaraktär (mycket god). Lagrens branta ställning går att se enkelt om man går fram till de blottade klippkanterna, men kan i stora delar vara skymda av vegetation eller vittring (god). Brecciering och mineralisering är inte lätt att se om man inte vet vad man letar efter. I preparerade stuffer är det dock lätt att se detta. Sådana stuffer kan hittas i resthögar (varphögar) i det gamla stenbrottet (mindre god).

Visuellt värde

Platsen erbjuder en en vacker och karaktäristisk naturmiljö, som blir mer spännande av att kunna gå omkring i gångar och avsatser i det gamla stenbrottet. En rensning av vegetation skulle öka det visuella värdet. Mineraliseringarna och den breccierade berggrunden är svåra att se i brottet, medan preparerade bitar kan visa det. Platsen är överblickbar och lätt att förstå. Man kan leta och hitta fossil i kalkstenen.

Sällsynthet

Förekomsten av en tydlig förkastningsbrant som har bevarat och som idag åskådliggör brantställda, paleozoiska bergarter som påverkats av meteoritnedslaget är inte som kombination känd från andra platser. Bedömning av förekomsten som unik eller sällsynt utgår från kombinationen av element och förhållanden, snarare än geologisk signifikans.

Bevarandetillstånd

Klikten visar flera olika olika aspekter av bevarandetillstånd. Förkastningsbranten i sig är en visuellt framträdande naturmiljö, men starkt skymd av rik vegetation och skogsbestånd.

Dessutom har det förekommit brytningsverksamhet i ett par hundra år i den så kallade Silvergruvan, vilket har inverkat på den naturliga branten, men också exponerat kalkstenen med dess mineraliseringar.

Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser

Jämförande värdering inte gjord. Platser med samma förhållanden är inte kända, men jämförelser kan göras med platser som visar enskilda element. Kalkstenen kan på så sätt jämföras med platser med samma bergarter. Det finns under- och mellanordovicisk kalksten i Sjurberg och Kårgärde. Mineraliseringarna kan jämföras med liknande mineraliseringar på andra platser; öster om Gruddbo finns det exempelvis en liknande mineralisering i Järnagraniten, och det finns mineraliseringar i Boda och Silvberg. Kvalitetsjämförelse med andra lokaler är svår att göra i dessa avseenden, eftersom underlag saknas, men däremot är Klikten värdefull genom att utgöra en kompletterande plats för studier av kalkstenen och mineralisering. Förkastningsbranten som tydlig terrängform hittas inte på andra platser.

Användbarhet

Undervisning

God, särskilt med besök till kringliggande lokaler för sammanhang. Lokalen kan användas för att förmedla nedslagshändelsen och dess effekter i de idag perifera delarna av Siljansringen. Mineralogiskt finns det intressanta förhållanden.

Vetenskap och forskning

Platsen utgör inte något referens- eller typområde. Finns det forskningsintresse av mineraliseringen, är varphögarna tillgängliga. Finns det forskningsintresse av kalkstenen och dess fossilinnehåll kan detta studeras. Tillstånd från Länsstyrelsen i Dalarnas län behövs för provtagning. Skulle granitkontakten grävas fram i närheten skulle det vetenskapliga värdet öka mycket, då relationen skulle kunna studeras.

Upplevelsevärde

Högt.

Andra relaterade förhållanden

Andra värden

Förkastningsmiljön, berggrunden och grundvattenförhållandena har också präglat naturutvecklingen så att en värdefull biologisk mångfald har motiverat avsättning av ett Natura 2000-område och nyligen naturreservat Agnmyren i norra änden av Klikten. Där finns sjön Agnmyren som får sina speciella livsbetingelser av vattnet från bergarterna i förkastningen. Den årliga grodleken har gjort platsen känd även för allmänheten. Området i stort erbjuder en stor mängd sevärdheter som spänner från arkeologiska (Dalarnas största vikingatida gravfält) till kulturhistoriska fynd och lämningar. Stenbrottet är industrihistoriskt värdefullt. En stig runt området som binder samman platserna med ett besökscentrum gör det hela till en mycket lämplig plats för besök.

Hot och sårbarhet

Platsen är robust i den meningen att den tål besökare. Skyddsstatusen innebär att inga föreliggande hot om ingrepp finns. En skötselplan som saknar åtgärder för de geologiska delarna är dock ett hot.

Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)

I både de naturliga och de kulturpåverkade delarna finns behov av vegetationsröjning och moderna informationsskyltar. Skulle granitkontakten grävas fram i närheten skulle det pedagogiska värdet och de visuella kvaliteterna öka mycket.

Skyddsstatus eller behov av skydd

Området är skyddat som naturreservat. Innan reservatsbeslutet var området ett Natura 2000-område och Klikten ett naturminne.

Åtkomst och eventuell fara för besökande

Klikten är lättåtkomlig om man har egen transport. Det finns många möjligheter att ta sig in i området via vägar och parkeringsmöjligheter finns på flera ställen.

Eventuellt skulle en del träd och rötter behöva tas ner i branten och stenbrottet för att säkra de övre klippkanterna från ras.

REFERENSER

Alwmark, S., 2016: *Terrestrial consequences of hypervelocity impact – shock metamorphism, shock barometry, and newly discovered impact structures.* Doktorsavhandling. Lunds universitet, 40 s.

Hedström, H., 1893: Om hasselns forntida och nutida utbredning i Sverige. *GFF, Bd 15, häfte 4,* 291–293.

Hedström, H., 1896: Till frågan om fosforitlagrens uppträdande och förekomst i de geologiska formationerna. *GFF, Bd 18, häfte 7,* 560–561.

Kenkmann, T. & von Dalwigk, I., 2000: Radial transpression ridges: A new structural feature of complex impact craters. *Meteoritics & Planetary Science, 35-6,* 1189–1201.

Lundqvist, G., 1938: Drag ur Solleröns geologi. I G. Berg & S. Svensson (red.): Gruddbo på Sollerön. En byundersökning: tillägnad Sigurd Erixon 26/3 1938. *Nordiska Museets handlingar Volym 9.* Nordiska museet. 5–17.

Länsstyrelsen Dalarnas län, 2018: Beslut och skötselplan Agnmyren. Dnr: 511-7218-2013. 8 s.

Persson, S., 2016: Mineraler vid Klikten. I Sollerö hembygdsförening (red.): *Sool-Öen, Solleröns hembygdsbok 2016.* Sollerö hembygdsförening. 23–27.

Renström, E., 2017: *Geological description of the meteorite impact structure in the Siljan area, Central Sweden. Bilaga 6.* I Ansökan Geopark Siljan. Geologica Consult, 108 s.

Ripa, M., Mellqvist, C., Ahl, M., Andersson, D., Bastani, M., Delin, H., Kübler, L., Nysten, P., Persson, L. & Thelander, T., 2012: Beskrivning till berggrundskartan Västra delen av Dalarnas län. *Sveriges geologiska undersökning K 382,* 107 s.

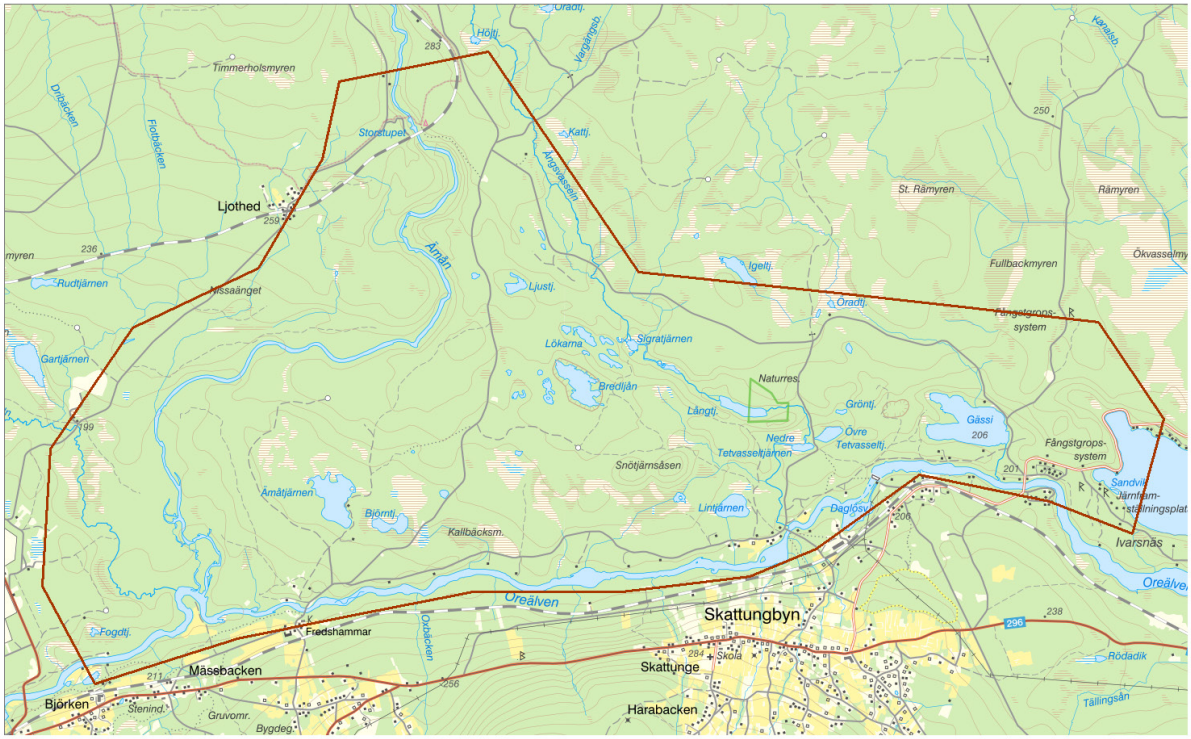
INNEHÅLL SKATTUNGBYFÄLTET

Beskrivning, inklusive kartor och bilder....2
Allmän beskrivning....2
Geovetenskapligt primärt intresse....4
Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk....4
Analys....4
Geografisk representativitet....4
Geologisk representativitet....4
Kvalitet....4
Tydlighet....5
Visuellt värde....5
Sällsynthet....6
Bevarandetillstånd....6
Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser....6
Användbarhet....6
Andra relaterade förhållanden....6
Andra värden....6
Hot och sårbarhet....6
Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)....6
Skyddsstatus eller behov av skydd....7
Åtkomst och eventuell fara för besökande....7

Skattungbyfältet

BESKRIVNING, INKLUSIVE KARTOR OCH BILDER

Allmän beskrivning



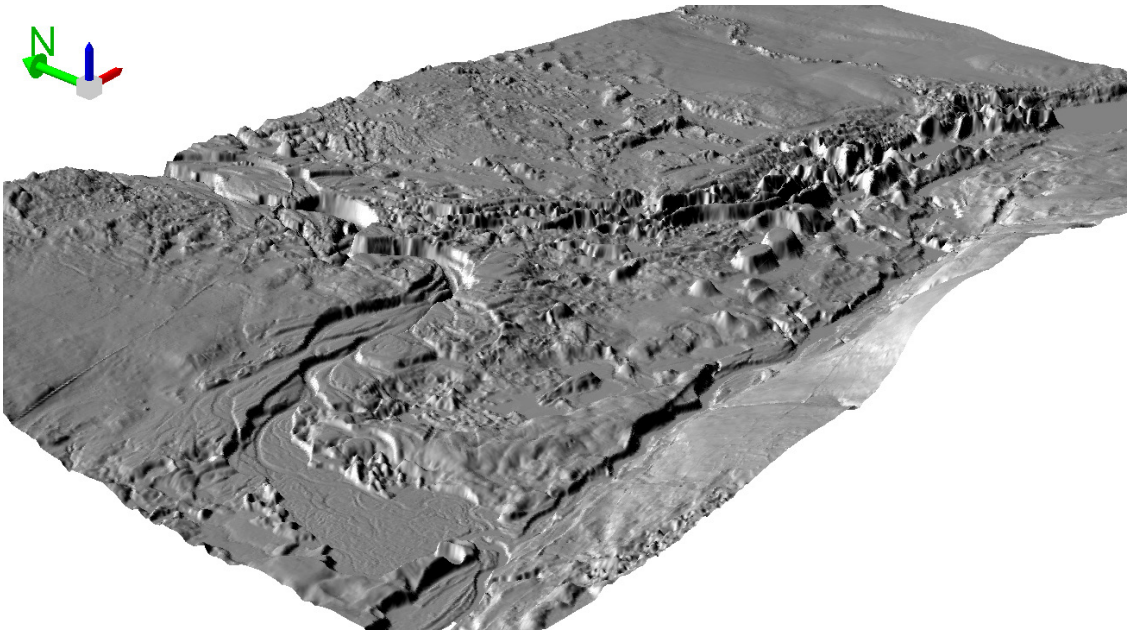
Figur 1. Skattungbyfältet i nora delen av Siljansringen.

Skattungbyfältet ligger i norra delen av Siljansringen (fig. 1) och är en isälvsavlagring med en yta på ca 35 km^2 och fyller ut det lägre liggande området mellan Siljansdomen i söder och de högre liggande områden som finns norrut, i en solfjäderliknande form. I västra delen av Skattungbyfältet rinner Ämån genom området. Ämån har här skurit sig ner genom de glacifluviala sedimenten och omlagrat dem ner mot Oreälven.

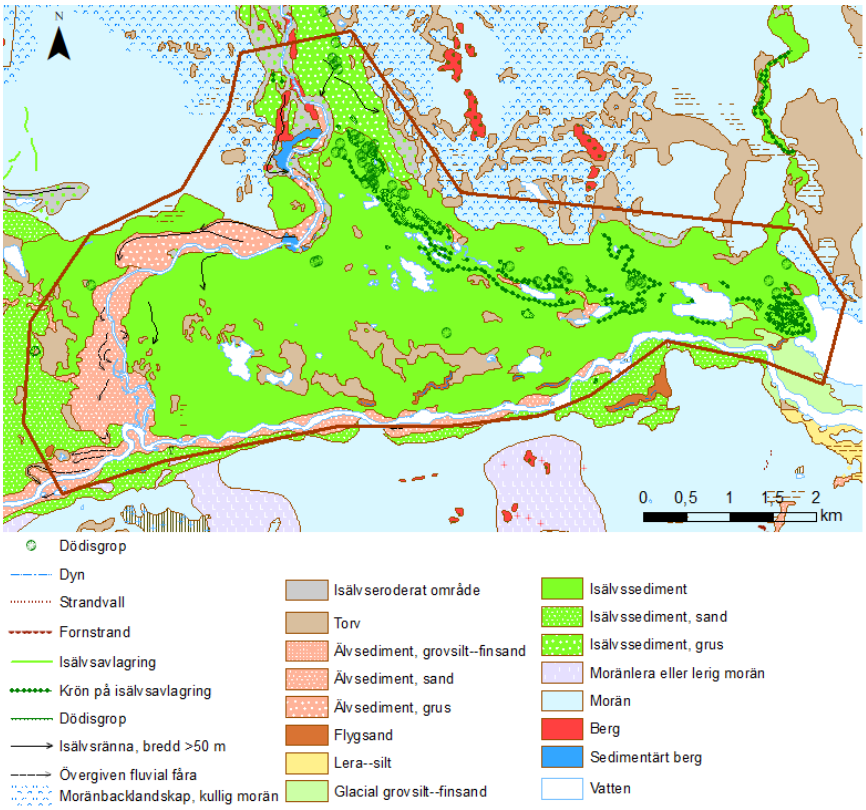
Skattungbyfältet är en ovanligt stor isälvsavlagring som uppvisar en mångfald av landformer (fig. 2 & 3) där landformerna representerar de processer som verkade vid smältvattnets dräneringsvägar i samband med avsmältningen av en inlandsis. Landformer och processer representerar såväl erosion som olika typer avsättningar och visar på olika bildningsmiljöer och miljöutvecklingen vid isavsmältningen och fram till idag.

När den senaste inlandsisen smälte av från Siljansområdet var klimatet relativt varmt vilket resulterade i stora mängder smältvatten samtidigt dränerades en stor del av smältvatten från inlandsisen längre norrut genom Ämåns dalgång. vilket gjorde att en stor mängd sediment från smältvattnet börjad bygga upp Skattungbyfältet. I det mer låglänta området mellan Siljansdomen och höjdområdet norrut låg Uppsprucken dödis. De stora mängderna material som smältvattnet förde med sig fyllde ut sprickor i isen och ut över isen. Smältvattnet har lämnat spår i form av erosion, smältvattenrännor, åsryggar m.m.

Under isavsmältningen dämdes smältvattnet upp av is och isälvssediment och en issjö bildades öster om Skattungbyfältet där vi idag har sjöarna Skattungen och Oresjön. Issjöns yta nådde upp till omkring 240 m ö.h. I samband med att området blev isfritt och området kom över högsta kustlinjen startade eoliska processer med avsättning av flygsand och dynbildning. Under perioden från isavsmältningen fram till idag har Ämån eroderat och omformat landskapet.



Figur 2. Vy över Skattungbyfältet från SV med överförhöjd höjdrelief. Skattungbyfältet uppvisar en mångfald i former vilka representerar olika processer och miljöer Dessa processer har tillsammans skapat det landskap vi har idag.



Figur 3. Jordartskarta över Skattungbyfältet och närmaste omgivning.

Geovetenskapligt primärt intresse

Skattungbyfältet visar den geologiska utvecklingen och geologiska skeenden i samband med avsmältningen av en inlandsis. De processer som sker vid bildningen av isälvsavlagringar vid övergången från under högsta kustlinjen till över högsta kustlinjen. Området visar också hur landskapet utvecklas efter inlandsisens avsmältning med dynbildning och fluvial erosion. En stor mängd former och processer finns representerade

Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk

Skattungbyfältet uppvisar en mångfald i landformer kopplade till avsmältningen av den senaste inlandsisen. Skattungbyfältet representerar även den fortsatta landskapsutvecklingen med vindasatta sediment med dynbildning och fluvial erosion.

- Isavsmältning för 10 000 år sedan – smältvattenformer, avsättningar och erosion, issjö
- Miljön vid tiden för inlandsisen lämnat området med vindavsatta sediment och dynbildning
- Fluviala processer och erosion under perioden från isavsmältningen till idag

ANALYS

Geografisk representativitet

Skattungbyfältet är en av de större isälvsavlagringarna i Sverige av sin typ. Skattungbyfältet är också en av flera isälvsavlagringar som tillsammans bildar ett sammanhang av avsättningar av isälvsmaterial runt i Siljansringen. Tillsammans ger dessa isälvsavlagringar en stor del av karaktären åt miljön i stora delar av Siljansringen. Det finns fler liknande avlagringar bildade vid övergången från isavsmältning under högsta kustlinjen till över högsta kustlinjen i Sverige men Skattungbyfältet har en ovanlig storlek och mångformighet.

Geologisk representativitet

Skattungbyfältet innehåller de delar som isälvsavlagringar vid avsmältning vid högsta kustlinjen. Glacifluvial avsättning i övergång mellan akvatisk och terrestrisk isavsmältning. Den visar även därpå följande eoliska processer och fluvial erosion.

Kvalitet

Skattungbyfältet har en tydlighet, mångfald av landformer och processer. Visar på den mycket stora mängd smältvatten som dränerades ner mot Siljansringen. Avlagringen representerar många delar i landskapets utveckling i området och de geologiska processerna från istiden fram till idag. Visar övergången från isavsmältningen vid högsta kustlinjen. Olika faser i isavsmältningen finns representerad och även den fortsatta utvecklingen fram till idag. Tillsammans ger de en bild av hur området bildats och omformats genom olika processer

Tydlighet

Effkterna av de processer som bildat Skattungbyfältet av idag är mycket tydliga. På grund av Skattungbyfältets storlek är sammanhanget oöverskådligt utan förmedling av områdets kvaliteter.

Visuellt värde

Delar av Skattungbyfältet har stort visuellt värde (fig. 4). Vissa av dessa platser har idag dock temporärt förlorat sitt visuella värde på grund av skogsbruk, där tät planterad ungskog gör att platserna inte kan upplevas.

Figur 4. Exempel på åsnät i Skattungbyfältet. I sänkorna mellan åsryggarna finns ofta torvmarker. Ner mot sjön Skattungen finns åsryggar som är 20– 30 m höga.

Sällsynthet

Skattungbyfältets storlek och mångformighet gör att det är en ovanlig typ av bildning.

Bevarandetillstånd

I stort sett opåverkat av bebyggelse, infrastruktur och täktverksamhet. I området bedrivs ett aktivt skogsbruk det förekommer därför vissa körskador och skador från markberedning. Särskilt områden med eoliska bildningar som dyner är känsliga för körskador

Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser

Med sin storlek och sin mångfald av landformer och de olika bildningsmiljöer och processser som Skattungbyfältet representerar gör att området har mycket hög kvalitet jämfört med andra liknande områden.

Användbarhet

Området kan användas för förståelsen för den geologiska utvecklingen i samband med den senaste isavsmältningen. Området har ett några besöksplatser som Storstupet, naturreservatet Långtjärn och badet vid Sandvik där områdets geologiska kvaliteter kan lyftas och förmedla områdets geologiska värden och den geologiska berättelsen. Det gäller även andra platser som frekvent används för sportfiske. Det finns alltså potential att utveckla det rörliga friluftslivet och förmedling och upplevelser av det geologiska arvet. På grund av att området är stort kan det ge problem med sammanhanget och överskådligheten vid förmedling och kräver genomtänkt förmedlingsinsatser. Har stor potential att användas i undervisning om glaciala former kopplade isavsmältningen.

Andra relaterade förhållanden

Området genomkorsas av flera mindre vägar. Siljansleden passerar vid Storstupet. Storstupet är en känd besöksplats dit besökare tar sig. Ett mindre naturreservat finns vid Långtjärn. Sportfiske förekommer bland annat i Ämån och sjön Skattungen. Skogsbruket är påtagligt varför det på en del platser är svårt att uppleva och se de geologiskt intressanta landformerna. Det finns potential att göra kopplingar till människan och kulturen, bland annat finns Fångstgropsystem och trefaldighetskälla.

Andra värden

Inom Skattungbyfältet finns en del kulturmiljövärden som fångstgropsystem, källor och spår av bläsning och kolframställning. Det finns skogliga värden bland annat i naturreservatet Långtjärn samt i några utpekade skogliga biotopskyddsområden.

Hot och sårbarhet

Modernt skogsbruk och husbehovstäkt av naturgrus.

Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)

I Skattungbyfältet bedrivs ett aktivt skogsbruk. Ska området användas för förmedling och upplevelser av områdets geologiska värden behöver skogsbruket anpassas. Det behöver inte ske i hela området men för de platser man ser som särskilt värdefulla och användbara för dessa ändamål. Ett hyggesfritt skogsbruk är att föredra. För att inte skada områdets bildningar och karaktär behöver även markberedning och körskador undvikas.

Skyddsstatus eller behov av skydd

En mindre del av Skattungbyfältet är naturreservat. Stora delar av skattangbyfältet ingår i riksintresse för naturvård Skattungbyfältet-Ämån NRO 20057 för sina geovetenskapliga riksvärden. För att inte skada vissa bildningar och ge möjlighet till att uppleva området bör skogsbruket anpassas.

Åtkomst och eventuell fara för besökande

Skattungbyfältet är lättåtkomligt om man har egen transport. Det finns många möjligheter att ta sig in i området via vägar och parkeringsmöjligheter finns på flera ställen. Vid Storstupet och längs med Ämåns övre del finns många branta partier och är svårtillgängliga. Vissa delar av Skattungbyfältet är idag otillgängliga på grund av vegetation bland annat tät planterad ungskog.

INNEHÅLL ÄMÅN

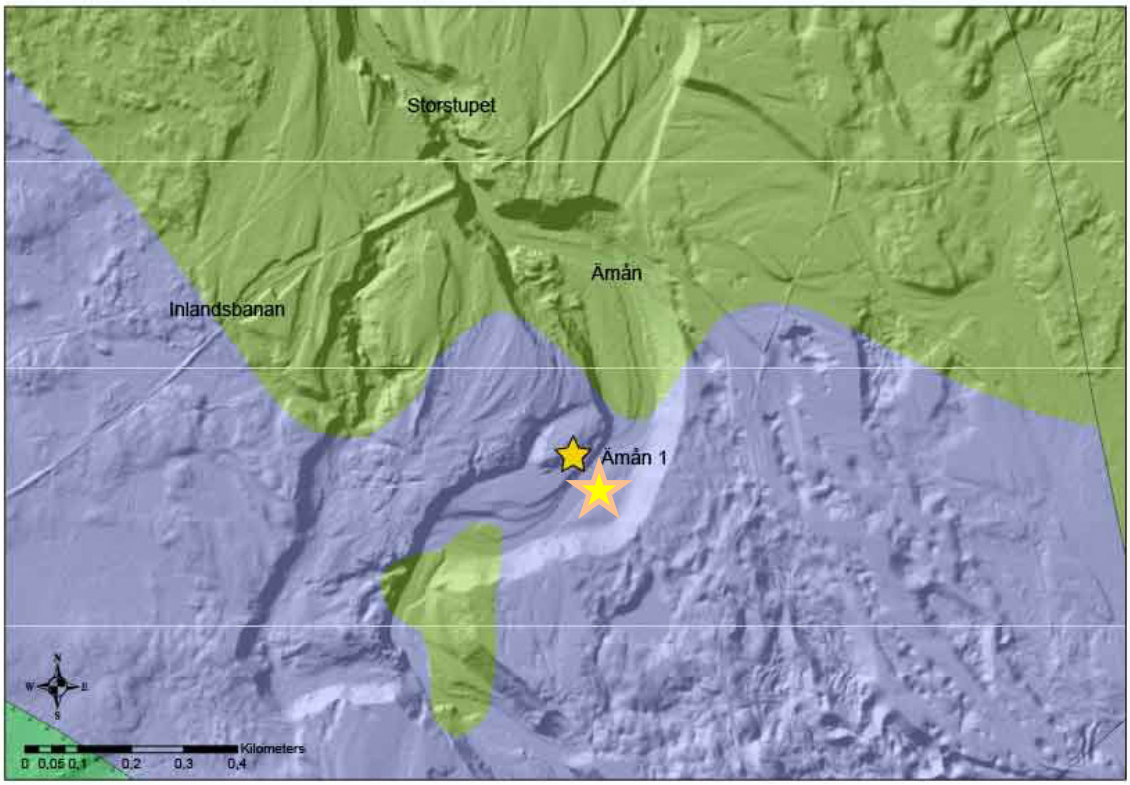
Beskrivning, inklusive kartor och bilder....2
Allmän beskrivning....2
Geovetenskapligt primärt intresse....4
Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk....4
Analys....4
Geografisk representativitet....4
Geologisk representativitet....4
Kvalitet....4
Tydlighet....4
Visuellt värde....5
Sällsynthet....5
Bevarandetillstånd....5
Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser....5
Användbarhet....5
Undervisning....5
Vetenskap och forskning....5
Upplevelsevärde....5
Andra relaterade förhållanden....6
Andra värden....6
Hot och sårbarhet....6
Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)....6
Skyddsstatus eller behov av skydd....6
Åtkomst och eventuell fara för besökande....6
Referenser....6

Ämån

BESKRIVNING, INKLUSIVE KARTOR OCH BILDER

Allmän beskrivning

Området norr om Siljansringen ligger i den östligaste delen av Dalasandstenens utbrednings-område. Hällområdet omfattar ca 10 höjdmeter och finns vid Ämåns västra sida, strax söder om järnvägsbron som korsar Ämån vid Storstupet. Ämån gör här en sväng och den kristallina berggrunden i form av porfyrit finns tillgänglig nere vid Ämåns strand, medan dalasandstenen finns bevarad ovanför (fig. 1). Hällområdet är blottlagt tack vare att Ämån har haft flera olika fåror och eroderat ner i berggrunden under tusentals år, antagligen långt innan den senaste istiden började (fig. 2).



Figur 1. LiDAR-bild med SGUs berggrundskarta. Stjärnan markerar platsen. Lila färg: Dalasandsten, Grön: Intrusivbergart och ytbergart 1,74–1,66 miljarder år. Höjddata från Lantmäteriet.

Figur 2. A. Översikt över del av området som visar den översta branten ned mot Ämån (2018).
B. Närbild på en av branterna (2017). Foto: Linda Wickström.

Dalasandsten är en extremt välbevarad kontinental sandsten vars ålder har uppskattats till ca 1500 miljoner år (Gee m.fl. 2013, Lundmark & Lamminen 2016), baserat på en kombination av provenensåldrar och förmodad ålder på den basalt som avsattes samtidigt som sandstenen. Dalasandstenens avsättningsmiljö har tidigare främst beskrivits från området kring Mångsbodarna (Pulvertaft 1985), men ny kunskap bland annat från Fulufjället har gett ny förståelse för hur landskapet i Dalarna såg ut för 1500 miljoner år sedan. Landskapet kring Fulufjället dominerades av vattendrag där sanden kunde bygga upp ett delta eller avsättas strax utanför, medan området kring Mångsbodarna dominerades av stora sanddyner mellan vilka det fanns små vattenansamlingar som periodvis torkade ut.

Dalasandstenen norr om Siljansringen är mycket välbevarad eftersom den endast är obetydligt, om något alls, påverkad av den Svekonorvegiska bergskedjebildningen. Den är inte heller synligt påverkad av meteoritnedslaget. Den kristallina berggrunden vid Ämån består av porfyrit som är 1,7–1,66 miljarder år och sandstenen är avsatt direkt på det kristallina underlaget. Det verkar som att den kristallina berggrunden, vid tiden för dalasandstenens avsättning, just här var en befintlig höjd i landskapet, och sandstenen avsattes runt denna. Trots att den uppenbara närheten till det kristallina underlaget endast är ett fåtal meter är kontakten inte tillgänglig. Vi vet därför inte om den understa delen av dalasandstenen även här utgörs av konglomerat, vilket är det vanliga vid den norra kontakten längre västerut. Konglomerat har inte observerats vid lokalen. Liksom vid Fulufjället avsattes sandstenen vid Ämån som flodavsatta sediment och man kan bland annat se fåror som eroderat ned i den redan avsatta sanden och korsskiktning (fig. 3).

Figur 3. A. En fluvial fåra som blivit igenfylld. **B.** korsskiktning som avbryts av en erosionsyta där sandstenen sedan avsatts som tunna lager. Foto: Linda Wickström, 2018.

Geovetenskapligt primärt intresse

Dalasandstens avsättningsmiljö och relationen till det kristallina underlaget.

Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk

Mesoproterozoiska sedimentära bergarter i Skandinavien och västra Ryssland.

ANALYS

Geografisk representativitet

Platsen vid Ämån är kanske den bäst blottade dalasandstenen i den östliga delen av dess utbredningsområde. Kontakten mot det kristallina underlaget, eller en direkt närhet till densamma, är inte känt från så många andra ställen inom hela utbredningsområdet. Kontakten är inte blottad vid Ämån, men den skulle kunna gå att grävas fram.

Geologisk representativitet

Dalasandstenen är, vad vi känner till, inte lika välblottad på andra ställen i den östliga delen av dess utbredningsområde. Här kan man på ett tydligt sätt tolka avsättningsmiljön och jämföra med andra områden, så som Fulufjället och Mångsbodarna, där man tydligt kan se och tolka lagerföljden. Kontakten till det kristallina underlaget bedöms kunna grävas fram, vilket innebär att platsen blir viktig för att förstå den initiala avsättningen av den sand som bygger upp dalasandstenen.

Kvalitet

Tydlighet

Tack vare att sandstenen är mindre metamorft påverkad vid Ämån förstärks de sedimentära strukturerna på ett mycket tydligt sätt när de vittrar fram. Närheten till den underliggande

porfyriten ökar också förståelsen för avsättningsmiljön, platsens geologiska sammanhang som bildar en helhet.

Visuellt värde

De vertikala hällarna tillsammans med renlav och gles tallskog med Ämån nedanför ger platsen ett mycket naturskönt intryck. Den framvittrade lagringen framträder även vackert och tydligt vid närmare betraktande av hällarna (fig. 3).

Sällsynthet

Vad vi känner till finns det inte många motsvarande platser av Dalasandsten i form av den låga metamorfa påverkan, storlek på hällområde i den östligaste delen av Dalasandstenens utbredningsområde och närhet till den underliggande kristallina berggrunden.

Bevarandetillstånd

Välbevarad; Med varsamt skogsbruk på platsen kan platsens geologiska kvalitéer öka. Med oaktsamt skogsbruk kan platsens geologiska kvalitéer minska betydligt.

Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser

Dalasandstenen är mindre metamorft påverkade här jämförelsevis med platser längre västerut vilket innebär att det är lättare att tolka avsättningsmiljö, bildningssätt och att sätta in den i ett regional geologiskt sammanhang.

Vad vi känner till finns det inte många motsvarande platser av Dalasandsten i form av den metamorfa påverkan, storlek på hällområde och hällar i den östligaste delen av Dalasandstenens utbredningsområde.

Användbarhet

Undervisning

Den relativa närheten till parkering i kombination med platsens tydliga sedimentologiska strukturer och närhet till det kristallina underlaget innebär att det är en mycket pedagogisk plats för att berätta om dalasandsten. Den glesa tallskogen innebär också att platsen är lämplig för större grupper.

Vetenskap och forskning

Platsen är viktig för vetenskapen eftersom den omfattar många viktiga komponenter för att förstå dalasandstenens utveckling, så som närhet till det kristallina underlaget och tydliga sedimentologiska strukturer och dess läge i den östligare delen av dalasandstenens utbredningsområde. Det finns även en provenansanalys utförd på material härifrån (Wickström m.fl. in prep 2020).

Upplevelsevärde

Platsen har ett högt upplevelsevärde tack vare sin natursköna omgivning i kombination med sandstenens tydlighet som innebär att en besökare lätt kan förstå vad den tittar på. En informationsskylt skulle öka förståelsen för platsen och därmed upplevelsevärdet. Närheten till Storstupet och Siljansleden ökar upplevelsevärdet.

Andra relaterade förhållanden

Andra värden

Ämåns geologiska utveckling.

Flottning längs med Ämån.

Området är av viss betydelse för friluftslivet.

Hot och sårbarhet

Det bedrivs aktivt skogsbruk i området. Ej naturanpassat skogsbruk skulle kunna förstöra blottningarna, samtidigt som varsam avverkning skulle kunna blottlägga berggrunden på ett positivt sätt.

Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)

Som området ser ut idag krävs ingen specifik skötsel, men man skulle vilja ta bort mossa vid utvalda platser för att få ett bättre sammanhang mellan närliggande mindre blottningar där man kan se sandstenens avsättningsmiljön, samt avverka de träd som växer i slänten.

Skyddsstatus eller behov av skydd

Området ingår i riksintresse för naturvård i Dalarnas län, Nr57.

Åtkomst och eventuell fara för besökande

För att komma till platsen från närmsta parkering måste man gå under järnvägen vid järnvägsbron.

REFERENSER

Gee, D.G., Ladenberger, A., Dahlqvist, P., Majka, J., Be'eri-Shlevin, Y., Frei, D. & Thomsen, T., 2014: The Baltoscandian margin detrital zircon signatures of the central Scandes. *Journal of Geological Society of London, Special Publications, 390,* 131–155. https://doi.org/10.1144/SP390.20

Lundmark, A.M. & Lamminen, J. 2016: The provenance and setting of the Mesoproterozoic Dala Sandstone, western Sweden, and paleogeographic implications for southwestern Fennoscandia. *Precambrian Research 275,* 197–208.

Pulvertaft, T.C.R., 1985: Aeolian dune and wet interdune sedimentation in the Middle Proterozoic Dala sandstone, Sweden. *Sedimentary Geology 44,* 93–111.

Registerblad för Område av riksintresse för naturvård i Dalarnas län Nr 57, Skattungbyfältet - Ämån.

Wickström m.fl. in prep (2020).

INNEHÅLL ÖSTBJÖRKA

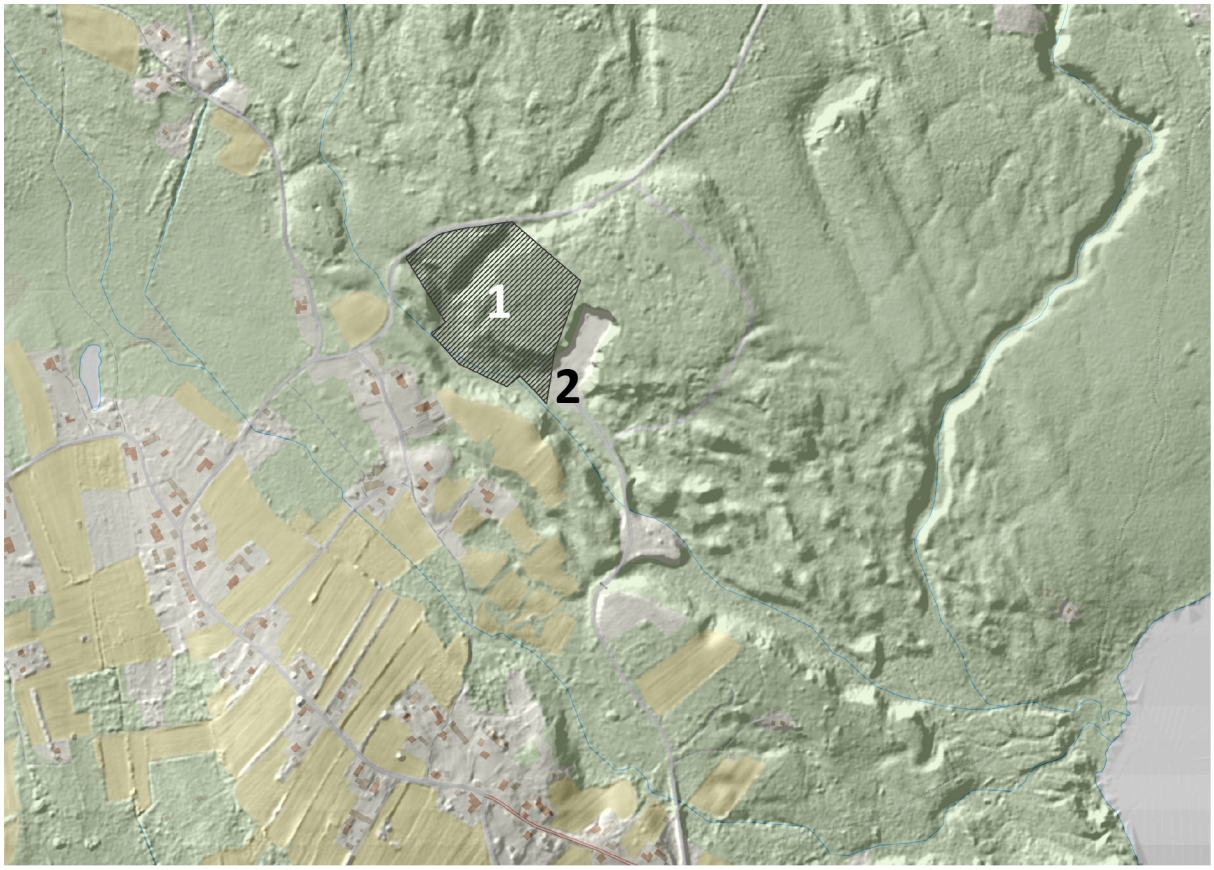
Beskrivning, inklusive kartor och bilder....2
Allmän beskrivning....2
Geovetenskapligt primärt intresse....5
Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk....5
Analys....6
Geografisk representativitet....6
Geologisk representativitet....6
Kvalitet....7
Tydlighet....7
Visuellt värde....7
Sällsynthet....7
Bevarandetillstånd....7
Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser....8
Användbarhet....8
Undervisning....8
Vetenskap och forskning....8
Upplevelsevärde....8
Andra relaterade förhållanden....8
Andra värden....8
Hot och sårbarhet....8
Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)....8
Skyddsstatus eller behov av skydd....8
Åtkomst och eventuell fara för besökande....8
Referenser....9

Östbjörka

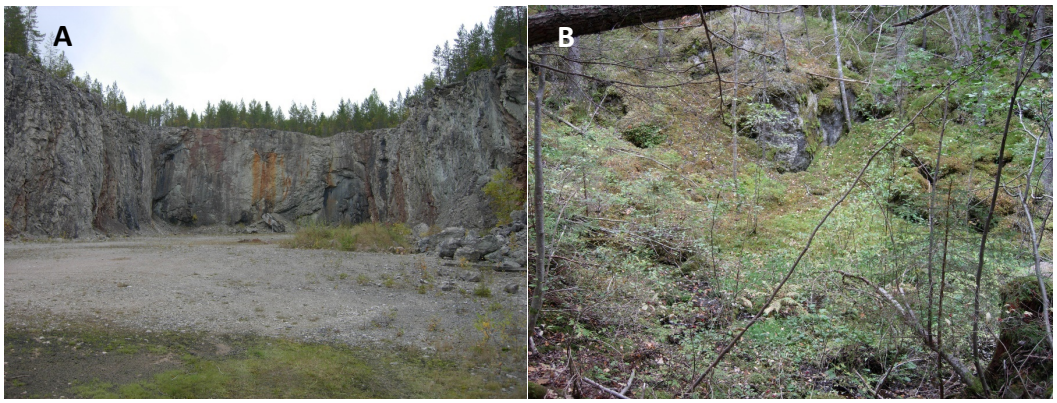
BESKRIVNING, INKLUSIVE KARTOR OCH BILDER

Allmän beskrivning

Platsen Östbjörka ligger nordväst om Östbjörka by, norr om Rättvik i den östra delen av Siljansringen. Den utgörs av två områden som ligger bredvid varandra, ett naturreservat och ett inaktivt stenbrott (fig. 1).



Figur 1. Karta och LiDAR-bild över området. Det skuggade området är naturreservatet och stenbrottet ligger precis intill längs dess östra kant. **1.** Naturreservatet. **2.** Stenbrottet. Höjddata från Lantmäteriet.



Figur 2 A. Östbjörka stenbrott. **B.** Östbjörka naturreservat, en av väggarna i kanjonen. Foto: Linda Wickström.

Stenbrottet nyttjas idag av lokalbefolkningen för olika utomhusaktiviteter, det finns bland annat en ridbana, en inofficiell grillplats och anordnar större brasor. Naturreservat är 5 ha stort och har bland annat geologiska skyddsmotiv där ”reservatets främsta geologiska kvaliteter ligger i att den ravinbildning som förekommer här, som företeelse i en revkalkstenskropp, är unik för Siljansområdet”, enligt beslutet från Länsstyrelsen Dalarna (Dnr 231-12296-94 (2031)). Reservatet omfattar området kring den kanjon som bildats genom att smältvatten från inlandsisen har runnit ner från Siljansdomens höjdområde mot den lilla sjön Gryssen. Kanjonen är en del av ett av flera system med smältvattenrännor på Siljansdomens östra sida. Fasta fornlämningar i form av kalkugnar vittnar om att man tidigare har brutit kalk på platsen. Kanjonen har varit en förutsättning för kalkbrytningen eftersom den skurit ner i berggrunden och blottlagt den brytvärda kalkstenen. I naturreservatet har man tidigare beskrivit s.k. impakt breccia som skulle vara relaterad till det devonska meteoritnedslaget och man kan läsa i reservatsbeskrivningen av de natur- och kulturhistoriska förhållandena att ”man på kanjonens sidor kan se meteoritnedslagets chockverkan på kalkstenen. Den av trycket söndersplittrade revkalkstenen har cementerats ihop och en unik kalkstensbreccia har bildats”. Under besök till naturreservatet och stenbrottet 2017 har impaktbreccia inte hittats, och den verkar inte heller finnas beskriven i den vetenskapliga litteraturen. Det kan vara så att de karstfenomen som beskrivs av Kröger m.fl. 2015, kan vara det som tidigare har tolkats som impaktrelaterad breccia.

Figur 3. Östbjörka stenbrott. Paleokarst beskriven av Kröger m.fl. 2015. **A.** Spongiostrome, en variant av droppstenar. **B.** Spongiostrome på sprickans väggar och lagrad sprickfyllnad precis framför. Foto: Linda Wickström.

Kalkstenen i området tillhör Bodakalksten, en senordovicisk revliknande kalkstenskropp som finns på flera ställen runt Siljansringen och alltid är associerad med den något äldre Kullsbergs-kalkstenen. Dessa kroppar är vanligen mellan 700 och 1000 m långa och kan vara upp till 150 m höga (Ebbestad m.fl. 2015). Kalkstenskroppen vid Östbjörka bedöms vara en av de största i Siljansområdet och lutar 30 till 40 grader åt sydväst (Ebbestad m.fl. 2015). Kropparna är kända för att kunna vara reservoarbergart för den olja som finns i Siljansringen.

Kröger m.fl. 2015 har beskrivit synsedimentära sprickor i Bodakalkstenen som är fyllda med nedfallna rester av de djur som levde på kroppens yta (fig. 3). Dessa finns på flera ställen i stenbrottet. Sprickorna har bildats genom att revets yttre kanter ha kollapsat p.g.a. sin tyngd och det har bildat små grottor, ett fenomen som även finns i nutida rev. I sprickorna finns bl.a. rester av en form av droppstenar, ”spongiostrome”, vilka visar att sprickorna har varit en förutsättning för aktiv karstbildning i en mörk miljö ovanför havets yta. De fyllda sprickorna med spår av karstvittring visar att det förekom betydande havsnivåförändringar under den yngre delen av ordovicium, i samband med den Hirnantiska nedisningen, en istid som hade en global påverkan på paleoklimatet. I stenbrottet kan man även se den facies som förekommer mellan kropparna av Bodakalksten, en ofta röd, mer lerig, och lättvittrad kalksten som tillhör den s.k. Jonstorpsformationen.

I stenbrottet finns det även förkastningar som troligen bildades i samband med meteoritnedslaget under devon. Förkastningarna visar hur de olika kalkstenslagren har ”glidit ner” (fig. 4).

Figur 4. Östbjörka stenbrott. Impaktrelaterad förkastning. Foto: Linda Wickström.

Geovetenskapligt primärt intresse

Senordoviciska mounds, Kullsberg och Bodakalksten, med karstvittring och sprickfyllnader.

Kanjon formad genom smältvatten under tillbakadragandet av den senaste inlandsisen.

Förkastning i kalkstenen, antagligen bildade i samband med meteoritnedslag

Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk

Hirnantiska nedisningen.

Erosionsformer i samband med avsmältning av den senaste inlandsisen.

Siljansringens meteoritnedslag.

Paleomiljö under senordivicium.

Senordoviciska mounds.

ANALYS

Geografisk representativitet

Bodakalksten och Kullsbergskalksten är två ”rev”-kroppar som bildades under yngre ordovicium, under en tid när havsnivåerna ändrades bland annat p.g.a. olika nedisningar, men även den Kaledoniska bergskedjebildningen påverkade med stor sannolikhet havsnivån i området. Denna typ av kalkstensmounds finns på flera ställen i Siljansringen och även under Östersjön och Gotland. Många kroppar är utbrutna idag eftersom det har varit och är ett viktigt industrimineral (Dalhalla, Osmundsberg, Amtjärn, Skålberget), men det finns även de som inte har blivit exploaterade (Boda kyrka), och andra där det pågår aktiv brytning (Jutjärn, Kallholn?). Kalkkropparna under Östersjön och under Gotland har identifierats med hjälp av geofysik och är inte tillgängliga för besökare eftersom de finns under markytan/havsbotten.

Kanjonen representerar en av många smältvattenrännor i Siljansområdet där det på Siljansdomens sidor bildades flera system av olika typer av rännor under avsmältningen av den senaste inlandsisen. Eftersom klimatet var relativt varmt och inlandsisen smälte av snabbt i det här området gjorde det att stora mängder smältvatten bildades. Det här tillsammans med att avsmältningen skedde ovanför högsta kustlinjen gör att det finns många smältvattenrännor.

Geologisk representativitet

Boda och Kullsbergskalken är viktiga för att förstå den geologiska utvecklingen under och strax innan den Hirnantiska nedisningen i slutet av ordovicium. Bodakalkstenen vid Östbjörka är typisk för sitt slag och kroppen är en bland de större kända runt Siljansringen. Den sortens karstsprickor som finns i stenbrottet i Östbjörka finns även i alla andra kroppar av Boda och Kullsbergskalksten där man har tittat efter dem (Kröger m.fl. 2015, Ebbestad personlig kommunikation 2018).

Östbjörka är en känd fossillokal och det skulle kunna vara typlokal för olika fossil, men om så är fallet är inte känt.

Kanjonen representerar en av många smältvattenrännor på Siljansdomens sidor som bildades under avsmältningen av den senaste inlandsisen. Det är en del av dräneringsmönstret på Siljansdomens östra sida. Enligt registeruppgifterna för naturreservatet är de främsta geologiska kvaliteterna den ravinbildning som förekommer som företeelse i en revkalkstenskropp, vilken bedöms som unik för Siljansområdet. Att kanjonen råkar skära ner i en kalkkropp av Bodakalksten är ganska ovanligt, men inte något som gör kanjonen extremt speciell som landform. Det här är en mindre kanjonbildning och ganska typisk för områdets smältvattenerosion. Det finns många olika system av smältvattenrännor där en del är mer betydande. Det som är intressant med kanjonen i Östbjörka är att den representerar en kanalisering av smältvatten från ett relativt stort område uppe på Siljansdomen. Det kan man se genom att flera smältvattenrännor ansluter till dräneringssystemet uppströms kanjonen.

Kanjonen är nedskuren längs med lagerföljden, vilket gör det omöjligt att se det tvärsnitt som behövs för att förstå den berggrundsgeologiska utvecklingen i naturreservatet. Att den är nedskuren mellan kalklagren beror på att det är mer lätteroderat där. Det har inte gått att se om det finns någon kalkstensbreccia i kanjonen p.ga. överväxt och ras, det finns inte heller någon känd referens till observationen, vilket innebär att ur ett impaktrelaterat sammanhang är berggrunden i kanjonen inte relevant. Troligtvis finns de karstpåverkade sprickorna även i kanjonen, men idag är de inte tillgängliga p.g.a. att berggrunden inte är tillräckligt blottad.

Kvalitet

Tydlighet

I stenbrottet syns lagerföljden och dess karaktäristiska drag tydligast eftersom man gått tvärs genom moundet, nästan rakt uppifrån och nedåt (utifrån och in i stenbrottet).

Lagerföljden är tydlig i stenbrottets norra och södra väggar där man ser skär stenlagren.

I naturreservatet är det mesta överväxt och eftersom kanjonen följer bergets lagringen får man inget tvärsnitt och därför ser man i praktiken ingenting av det som karaktäriserar berggrunden.

Visuellt värde

Det visuella värdet av berggrunden i naturreservatet är lågt p.g.a. överväxt, samt att kanjonen skär ner mellan lager och inte tvärs igenom lagerföljden så att man ser det pedagogiska tvärsnittet (fig. 5).

Det visuella värdet av berggrunden är högre i stenbrottet eftersom man ser en betydligt större del av lagerföljden, inklusive ordoviciska sprickor med spår av karstvittring. Det finns också flera spektakulära förkastningar som med stor sannolikhet har bildats i samband med meteoritnedslaget.

Figur 5. A. Nedre delen av kanjonen och man tittar uppströms. **B.** Övre delen av kanjonen.
Foto: Linda Wickström.

Sällsynthet

Boda och Kullsbergskalk finns eller har funnits på många ställen runt Siljansringen. Till skillnad från andra nedlagda stenbrott, t.ex. Amtjärn och Skålberget, som idag är naturreservat så finns det Bodakalksten kvar att studera i Östbjörka. I de nedlagda stenbrotten är den ofta helt utbruten, men där kan man se den facies som bildades mellan kropparna. Smältvattenrännor som skär igenom berget och bildar kanjoner förekommer på fler plaster men är inte särskilt vanligt i området.

Bevarandetillstånd

Området ingår bland annat i Naturreservatet Östbjörka.

Vem som äger marken vid stenbrottet är i skrivande stund oklart.

Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser

Det finns ett flertal aktiva eller inaktiva stenbrott i Siljansområdet där man idag kan se den aktuella lagerföljden inklusive karstpåverkade kollapssprickor.

Användbarhet

Undervisning

Stenbrottet är bra för undervisning. Det går att leta fossil och man ser berggrundens olika karaktäristiska drag som de är beskrivna ovan.

Då kanjonen enligt skötselplanen lämnats för fri utveckling och kanjonen är överväxt.

Vetenskap och forskning

Området är främst intressant ur ett berggrundsgeologiskt och paleontologiskt perspektiv och då är stenbrottet den plats som är bäst. Naturreservatet går idag inte att använda p.ga. överväxt och att det är dåligt blottat.

Upplevelsevärde

Upplevelsevärdet av berggrunden i naturreservatet är nästan obefintligt. Man får inte heller någon bra upplevelse av kanjonen p.ga. överväxt.

I stenbrottet finns god potential för ett bra upplevelsevärde som skulle bli ännu större med mer information på plats.

Andra relaterade förhållanden

Andra värden

Fasta fornlämningar i form av kalkugnar.

Botaniska värden.

Hot och sårbarhet

Naturreservatet: Den nuvarande skötselplanen som enbart tar hänsyn till de botaniska värdena, samt fornlämningarna.

Stenbrottet: Exploatering, om hela Boda och Kullsbergskalken skulle brytas.

Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)

Den allmänna målsättningen med områdets skötsel skall främst vara att bevara de botaniska värdena enligt skötselplanen för naturreservatet. Det innebär i praktiken att kanjonen växer igen så att intrycket av landformen försvinner, samt att berggrunden blir icke tillgänglig.

Ta bort valda träd för att få ett intryck av kanjonen.

Skyddsstatus eller behov av skydd

Naturreservat.

Åtkomst och eventuell fara för besökande

Nedfallande stenar vid stenbrottets väggar

Halkrisk vid stigen runt kanjonen.

REFERENSER

Ebbestad, J. O. R., Högström A.E.S., Frisk, Å.M., Martma, T., Kaljo, D., Kröger, B. & Pärnaste, H., 2015: Terminal Ordovician stratigraphy of the Siljan district, Sweden. *GFF, 137*, 36–56.

Kröger, B., Ebbestad, J. O. R., Lehnert O., Ullmann C. V., Korte, C., Frei, R., & Rasmussen C. M. Ø., 2015: Subaerial speleothems and deep karst in central Sweden linked to Hirnantian glaciations. *Journal of the Geological Society*, *172*, 349–356. doi:10.1144/jgs2014-071

Länsstyrelsen Dalarna Beslut Naturreservat Östbjörka 1996-08-14. Dnr 231-12296-94 (2031)

INNEHÅLL KLORANS DALGÅNG

Beskrivning, inklusive kartor och bilder....2
Allmän beskrivning....2
Nutida geologiska processer....3
Berggrunden....9
Geovetenskapligt primärt intresse....10
Geologiskt sammanhang/ del i geologiskt ramverk....10
Analys....10
Geografisk representativitet....10
Geologisk representativitet....10
Kvalitet....11
Tydlighet....11
Visuellt värde....11
Sällsynthet....12
Bevarandetillstånd....12
Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser....12
Användbarhet....12
Undervisning....12
Vetenskap och forskning....13
Upplevelsevärde....13
Andra relaterade förhållanden....13
Andra värden....13
Hot och sårbarhet....13
Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)....13
Skyddsstatus eller behov av skydd....14
Åtkomst och eventuell fara för besökande....14
Referenser....14

Klorans dalgång

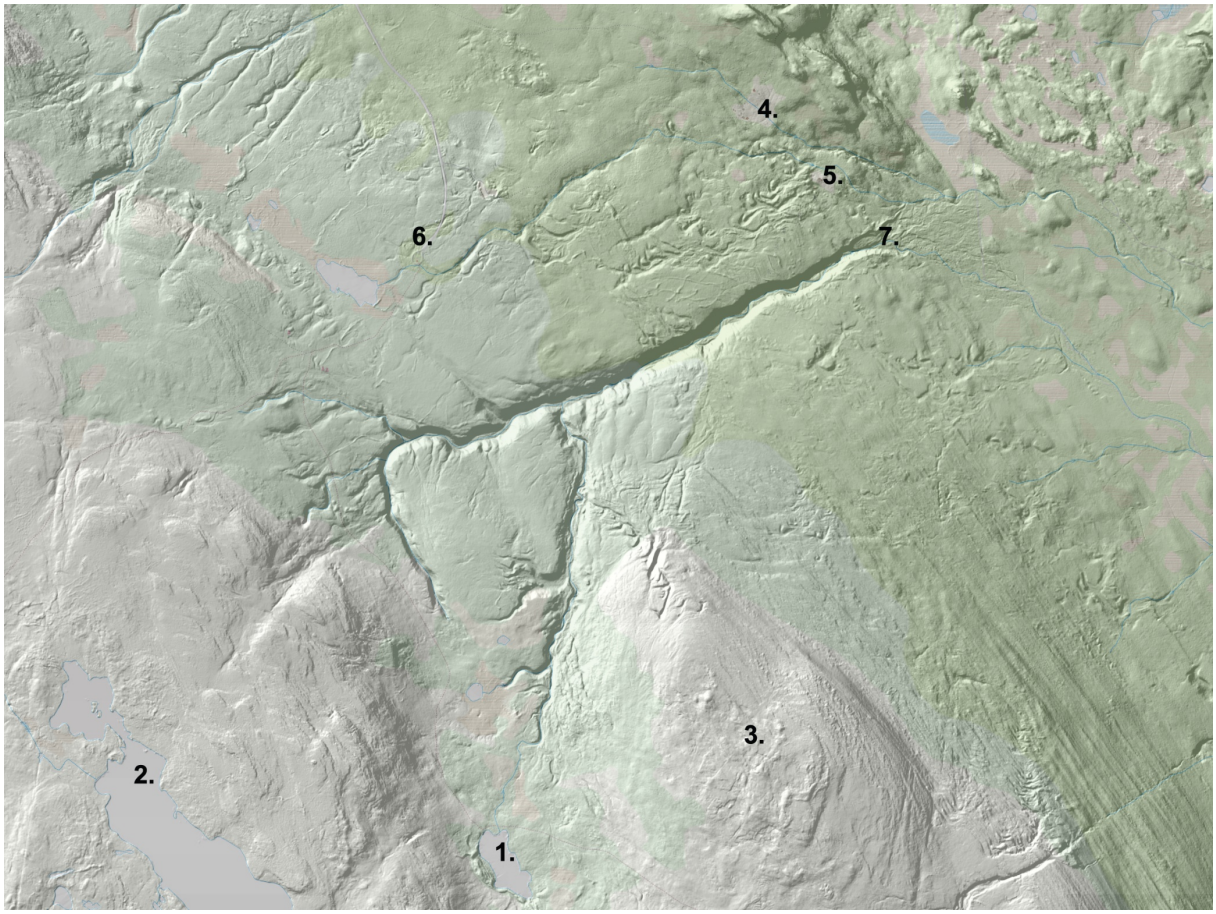
BESKRIVNING, INKLUSIVE KARTOR OCH BILDER

Allmän beskrivning

Kloran rinner i en av flera dalgångar som finns ut med Fulufjällets östra brant. Kloran sträcker sig från c 870 m ö.h. för att sedan plana ut nedanför fjällets sida innan den rinner ihop med Fulan. Tack vare naturliga skarpa höjdskillnader har det bildats flera vattenfall längs med åns sträckning, samtidigt som ån meandrar där dalgångens botten är flackare.

Klorans dalgång är till största delen nedskuren i berggrunden, och är därför att likna med en kanjon, till skillnad mot en ravin, där vattnet har skurit ner i de lösa jordlagren. Längre nedströms är jordlagren tjockare och dalgången övergår till att bli mer ravinliknande i sin karaktär. Kanjonen som vi ser idag är skapad av rinnande vatten under tiotusentals år, och med stor sannolikhet fanns den redan innan den senaste istiden.

Dagens källflöde till Kloran är främst den lilla sjön Klortjärnen som ligger längst upp i Klordalen, men erosionsspår i landskapet visar att även Särnmanssjöarna en gång har varit en av Klorans källor. Från Klortjärn sammanfaller dalgången med en befintlig sprickzon, skapad av en revers förkastningsrörelse.



Figur 1. Översiktsbild som visar Klorans dalgång. Norr är uppåt i bilden. **1.** Klortjärnen, **2.** Särnmanssjöarna **3.** Klorhön **4.** Skärvallen **5.** Brottet **6.** Brottbäcksstugan **7.** Brynstensbrottet.

Nutida geologiska processer

Klorans dalgång är starkt påverkad av pågående geologiska processer. Förutom de årliga geologiska processer som alltid sker vid höga vattenflöden i samband med snösmältning, är Klorans dalgång kraftigt påverkat av de erosions- och depositionsprocesser som skedde vid det exceptionellt stora åsk- och regnovädret den 30–31 augusti 1997.

Ovädret och dess meteorologiska och hydrologiska effekter finns beskrivet av Vedin m.fl. (1999) och de har genom olika rekonstruktioner kunnat avgöra att den mesta av nederbörden troligen föll i området för Göljåns och Klorans källflöden. Vilket är en orsak till att dessa två dalgångar påverkades så mycket mer än till exempel Njupeskärs dalgång. Enligt SMHI registrerades 700 blixtnedslag och det kom minst 276 mm regn på Fulufjället, troligen upp till 400 mm där det regnade som mest.

Den stora mängden nederbörd under en väldigt kort tidsperiod innebar att marken fort blev vattenmättad och vattnet forsade fram i vattendragen på Fulufjällets östra sida. Klorans dalgång rensades på vegetation av det forsande vattnet. Ras och skred längs med dalgångens sidor tillförde bergfragment och jord som transporterades nedströms. De vattenmättade jordmassorna bildade en våldsam slamström som drog med sig allt i sin väg. Åfårans utseende förändrades med nya strömfåror och nya avlagringar. Även stora träd, främst gran, som växte i kanjonen och längs med sidorna, drogs med av vattenmassorna, vilket har skapat dagens kaotiska utseende

Figur 2. Klorans övre del, juni 1999. Sandstenen är ofta kraftigt uppsprucken och därmed ganska lätteroderad. Spåren av 1997 års ovädershändelse är fortfarande tydliga. De relativt nyligen eroderade och omlagrade stenarna framträder klart och tydligt med sin beige till rosa färg, medan de gråaktiga stenarna har legat länge på samma ställe och hunnit få lavtillväxt och en viss vittringshud. Foto: Gunnel Ransed.

Figur 3. 1997-års flöde började abrupt erodera och här har det bildats en överfördjupning av en äldre fluvial ränna som mynnar ut i Klorans dalgång. Fotot är taget med riktning nedströms i juni 1999. Foto: Curt Fredén.

Figur 4. Foto taget i juni 1999. Södra kanjonsystemet. 1997-års flöde har bitvis rensat dalgångens botten från allt löst material, samt orsakat ett större skred. Sandstenens lagring syns tydligt. Foto: Curt Fredén.

Figur 5. Jämförande foto från samma ställe som figur 4, taget 2018. Här ser man hur vegetationen har återtagit en del av dalgången. Foto: Linda Wickström.

Figur 6. Klorans övre del. Det västra kanjonsystemet. Till vänster i bilden syns ett skred som antagligen bildades i samband med ovädersnatten. På botten av dalgången kan man se spår av både erosion och deposition. Fotot taget 2018.
Foto: Linda Wickström.

Figur 7. Klorans nedre del med underminerade dalsidor av morän som rasade vid 1997 års ovädershändelse.
Fotograferat 2017. Foto: Claes Mellqvist.

Figur 8. Bröte av gran i den nedre flacka delen av Kloran 2017. Se människan till vänster i bild för skala.
Foto: Linda Wickström.

Figur 9. Klorans nedre del i juni 2017. Under ovädersnatten 1997 avlagrades sten och grus även bland träden utanför den gamla åfåran. Vattnet har fått söka sig nya vägar efteråt. Foto: Claes Mellqvist.

Blottlagda jordlager strax nedanför dalgångens mynning visar att det inte var första gången som det var enorma vattenflöden i åarna på Fulufjällets östra sida. Dateringar av gammal ved från b.la. Göljån (Fredén 1999) har visat att det skedde en liknande händelse för ungefär 1300 år sedan. I nära anslutning till de moränskärningar som eroderades fram 1997 finns också äldre och vegetationsklädda erosionsärr i moränsluttningen.

Berggrunden

Berggrunden vid Kloran utgörs av Dalasandsten,en extremt välbevarad kontinental sandsten vars ålder har uppskattats till ca 1500 miljoner år (Gee m.fl. 2013, Lundmark & Lamminen 2016), baserat på en kombination av provenensåldrar och förmodad ålder på basalten. Dalasandstenens avsättningsmiljö har tidigare främst beskrivits från området kring Mångsbodarna (Pulvertaft 1985), men Kloran och Fulufjället har gett ny förståelse för hur landskapet i Dalarna såg ut för 1500 miljoner år sedan. Landskapet kring Fulufjället dominerades då av vattendrag där sanden kunde bygga upp ett delta eller avsättas strax utanför, medan området kring Mångsbodarna dominerades av stora sanddyner mellan vilka det fanns små vattenansamlingar som periodvis torkade ut.

Geovetenskapligt primärt intresse

Klorans dalgång är ett av få ställen i Dalarna där man kan få en kontinuerlig bild av Dalasandstenens lagerföljd under minst 200 höjdmeter.

Recenta processer där man ser effekterna av ett exceptionellt oväder.

Kanjon som prekvartär erosionsform.

Geologiskt sammanhang/del i geologiskt ramverk

Mesoproterozoiska sedimentära bergarter i Skandinvien och västra Ryssland.

Recenta fluviala processer i samband med extrema oväder.

Prekvartär fluvial erosionsform.

ANALYS

Geografisk representativitet

Trots att Dalasandstenen täcker ett område av 5000 km^2 finns det få platser i dess utbredningsområde där man kan få en längre, mer eller mindre kontinuerlig sekvens av den geologiska enheten, vid den här stratigrafiska nivån.

Flera andra vattendrag på Fulufjällets östra och södra del påverkades också av den urspolning som skedde i samband med det exceptionella åskovädret 1997. Kloran och Göljåns dalgångar var de som blev mest dramatiskt påverkade eftersom rekonstruktioner visar att ovädrets nederbördsmaximum sammanfaller med Kloran och Göljåns källflöden.

Kanjoner och prekvartära erosionsmönster (prekvartär erosion) i Dalasandstenens fjällområden finns även på andra platser, både på Fulufjället och i Transtrandsfjällen.

Geologisk representativitet

Trots att Dalasandstenen täcker ett område av 5000 km^2 finns det få platser i dess utbredningsområde där man kan få en längre, mer eller mindre kontinuerlig sekvens av den geologiska enheten, vid den här stratigrafiska nivån. Enheten är tillgänglig tack vare att dalgångarna, de prekvartära erosionsformerna, går tvärs Fulufjällets östra kant och skapar ett tvärsnitt genom berggrunden, samt att urspolningen 1997 rensade bort jordlager och vegetation som tidigare dolde berggrunden.

Vid Göljån är berggrunden inte lika blottlagd eftersom det är en bredare dalgång och urspolningen 1997 och tidigare erosionsprocesser har därför fått andra effekter. Lagerföljden vid Njupeskär ligger stratigrafiskt över det som finns vid Kloran och är därför ett komplement.

De olika effekterna som ovädret hade på Klorans och Göljåns dalgångar beror på att de två dalgångarna är olika trånga, vilket ger olika erosions- och depositionseffekter. I Kloran är erosionen mer framträdande än vid Göljån eftersom dalgången är smalare, vattnet har med stor sannolikhet flödat med större kraft och deposition har skett i kanjonen. Göljån dalgång är bredare nedström och ger ett mognare avsättningsmönster. Effekterna av 1997 års oväder syns därför idag, 2020, tydligast vid Klorans dalgång.

Den prekvartära erosionsformen som Klorans dalgång är ett exempel på är en av flera i Dalasandsten.

Kvalitet

Tydlighet

Den långa och sammantaget höga bergskärning som Klorans dalgång representerar visar tydligt variationen i Dalasandstenens avsättningsmiljö längs med den norska gränsen. I dalgången blir också Fulufjällets berggrundssammansättning tydlig eftersom den skär genom både en diabasgång och en revers förkastning. Till skillnad mot hur Dalasandstenen ser ut generellt i området så är den vid brynsbrottet växellagrad, ljusare, mer finkornig och har delvis en mörk vittringshud (fig. 10).

Figur 10. Dalasandstenens lagerföljd vid brynstensbrottet. Foto: Linda Wickström.

Ovädrets effekter är framträdande i hela dalgången (se fig. 2–9). Några exempel är ras och skred längs med dalkanterna, erosions- och depositionsformer i dalgångens botten, träd som ligger huller om buller och rundade stenar som omsluter träd i den nedre flackare delen av dalgången.

Kanjonen som landformen är väldigt tydlig eftersom den är smal med branta sidor.

Visuellt värde

Hela dalgången har ett stort visuellt värde eftersom den ger ett trolskt, naturskönt intryck, samt en wow-känsla vad gäller naturens krafter från ovädersnatten. Landformen syns tydligt både från dalgångens översida och nere i dalgången. Intrycket varierar dock beroende var längs med dalgången man befinner sig, oberoende av om man är uppe på kanten eller nere på botten.

Det finns flera enskilda platser längs Kloran där berggrundens avsättningsmiljö syns tydligare än på andra ställen, flera är dock i praktiken inte tillgängliga p.g.a. det är farligt eller svårt att ta sig

dit. Vid brynstensbrottet är dock lagerföljden kanske mest tillgänglig och man kan se det vackra mönster som lagerföljden bildar.

Sällsynthet

Klorans dalgång är kanske det enda stället i Dalarna där man kan få en kontinuerlig bild av den här stratigrafiska nivån av Dalasandstenen utmed minst 200 höjdmeter.

Åsk- och ovädershändelsen som skedde 30–31 augusti 1997, är beskriven som den mest katastrofala någonsin under den tidsperiod då man haft regelbundna nederbördsmätningar öster om vattendelaren i den Skandinaviska fjällkedjan (Vedin m.fl. 1999).

Bevarandetillstånd

Det sker en kontinuerlig igenväxning av mossa, lavar, träd, örter och buskar i dalgången. Den ökade vegetationen minskar det visuella intrycket av ovädrets effekter. Överväxt minskar även berggrundens blottningsgrad och tillgängligheten. Se figur 4–5 som exempel på hur snabbt överväxt går.

Återkommande naturliga processer påverkar även vattendragets utseende.

Kvalitetsjämförelse med geologiskt liknande platser

Den information som Klorans dalgång ger om Dalasandstenens avsättningsmiljö finns inte tillgänglig på någon annan känd plats i Sverige. Lagerföljden vid Njupeskär representerar en stratigrafiskt yngre del av Dalasandstenen eftersom den ligger på högre höjd och det finns inga kända förkastningar emellan som gett anmärkningsvärda vertikala förskjutningar av berggrunden. Vid Göljån är berget inte blottat i lika stor utsträckning, annars representerar berggrunden i Göljåns dalgång ungefär samma stratigrafiska snitt.

Längs med Klorans dalgång finns även en genomskärande diabas och en förkastning, vilket innebär att dalgången har exempel på tre viktiga delar av Fulufjällets berggrund; sandsten, diabas och förkastning, vilket skapar ett regionalgeologiskt sammanhang Dalgångens berggrund är också nyligen dokumenterad, till skillnad från Göljån.

Som ovädерslokaler är Kloran tillsammans med Göljån exceptionella platser som skapar förståelse för naturens krafter vid extrema väderförhållanden, konsekvenser och effekter.
I jämförelse med Göljåns dalgång är Klorans dalgång trängre och mer svårtillgänglig. I Klorans övre del har inlandsisars smältvatten och postglaciala flöden eroderat bort det mesta av eventuell morän som kan ha fyllt dalgången, och dalsidorna utgörs i princip av berg. I den nedre och något öppnare delen av dalgången finns ett tjockare moräntäcke som vattnet eroderat ned i. Där dalbotten inte utgörs av berg i dagen så täcks den av grus, sten och block avsatta i omgångar av olika fluviala flöden.

Förloppet vid Göljån under ovädersnatten 1997 är väl dokumenterat (bl.a. Vedin m.fl. 1999, Borgström m.fl. 1999, Fredén 1999), medan Kloran inte ägnades lika mycket uppmärksamhet.

Den prekvartära erosionsformen som Klorans dalgång representerar är en av flera längs med Fulufjället och Transtrandsfjällen.

Användbarhet

Undervisning

Klorans dalgång är idag ingen känd undervisningslokal i något hänseende, men Slipstensbrottet är en potentiellt bra lokal för att visa variationen i Dalasandstenen. Den övre delen av dalgången är

extremt svårtillgänglig och potentiellt farlig om man ska ner till, eller upp från dalgångens botten. Man kan dock följa stigar längs kanjonens ovansida, vilket ger ett allmänt naturskönt intryck. Berggrunden har ur ett undervisningsperspektiv punktvisa platser som är viktigare än andra.

Idag finns ingen information om geologi, kultur eller annan natur tillgänglig i eller längs med Klorans dalgång, så vill man veta mer på plats behövs någon som berättar.

Vetenskap och forskning

Klorans dalgång är jätteviktig för att förstå Dalasandstenens avsättningsmiljö och Sveriges landskap under mesoproterozoikum. Berget har sina punktvisa platser som är viktigare än andra.

Upplevelsevärde

Det allmänna intrycket är att det är en imponerande, häftig och naturskön plats. Berggrunden har ett annat upplevelsevärde än det allmänna natursköna intrycket med punktvisa platser som är mer upplevelsevärda än andra.

Även om stora delar av kanjonens botten är svårtillgänglig, går det att gå på kanjonens ovansida, för att längre nedströms kunna gå ner i den. Den geologiska upplevelsen från ovansidan är en annan än den man får från dalgångens botten, men den ger ändå ett sort geologiskt upplevelsevärde.

Det geologiska upplevelsevärdet ökar med geologisk information i form av guide/information att ladda ner för den oinsatta besökaren. Det allmänna upplevelsevärdet är högt genom den natursköna omgivningen med sin drastiska natur.

Andra relaterade förhållanden

Andra värden

Området kring Klorans dalgång är trolskt och naturskönt, där nivåskillnader i sandstenen bildar flera vattenfall.

Dalgångens kanter är ofta täckta av mossa och lav som har höga naturvärden. Vid fältarbetet uppfattades att det finns gott om grodor runt ån. Där dalgångens kanter inte är lika branta kan man se djurövergångar (bl.a. älg) från en sida av kanjonen till den andra.

Slipstensbrottet i dalgångens nedre del är ett kulturvärde, kulturell geologi.

Vid den övre delen av Klorans dalgång, på kanjonens ovansidan har man utsikt över Klorhöns markanta rännssystem.

Hot och sårbarhet

De geologiska natuvärdena i Klorans dalgång hotas av fri utveckling av vegetation, som innebär att berggrunden och de lösa jordmassorna blir överväxta.

Behov av skötsel (inklusive typ av skötsel)

För att förhindra att det berggrundsgeologiska naturvärdet minskar/försvinner bör rensning av väl valda bergblottningar ske, kanske var 10:e år. Platserna väljs ut så att övriga naturvärden inte tar nämnvärd skada.

Gallring av granplantor, små buskar och örter som växer upp i flodbädden.

Skyddsstatus eller behov av skydd

Klorans dalgång ingår i Fulufjällets nationalpark.

Nationalparksföreskrifterna kan behöva uppdateras med hänseende på de geologiska naturvärden som finns på Fulufjället.

Åtkomst och eventuell fara för besökande

Klorans dalgång är delvis mycket svårtillgängligt och även farligt för besökare. Det finns bland annat halkrisk för besökare eftersom man går över ojämn mark med delvis lösa stenar, samt måste korsa ån regelbundet för att följa dalgångens botten. Det är farligt och svårt att ta sig upp- och nerför de branta sluttningarna som finns uppströms Kloran. De branta sluttningarna innebär också en risk för naturliga ras, som kan initieras av en person som rör sig där det är olämpligt.

Om man gör sig illa så man inte kan ta sig från dalgångens botten själv, så behövs fjällräddning.

Mobiltäckningen är sporadisk.

REFERENSER

Borgström, I, Cousins, A.A.O., Dahlberg, A.C. & Westerberg L.-O., 1999: The 1997 flash flood at mount Fulufjället, west central Sweden: Geomorphic and vegetaional investigations of Stora Göljån valley. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 81 A :(3),* 369–382.

Fredén, C., 1999: Radiocarbon age determinations of peat and wood samples from mount fulufjället, dalarna, sweden. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 81:(3),* 383–385.

Gee, D.G., Ladenberger, A., Dahlqvist, P. Majka, J., Be'eri-Shlevin, Y., Frei, D. & Thomsen, T., 2013: The Baltoscandian margin detrital zircon signatures of the central Scandes. *Journal of Geological Society of London, Special Publications, 390,* 131–155. https://doi.org/10.1144/SP390.20

Lundmark, A.M. & Lamminen, J., 2016: The provenance and setting of the Mesoproterozoic Dala Sandstone, western Sweden, and paleogeographic implications for southwestern Fennoscandia. *Precambrian Research 275,* 197–208.

Pulvertaft, T.C.R., 1985: Aeolian dune and wet interdune sedimentation in the Middle Proterozoic Dala sandstone, Sweden. *Sedimentary Geology 44,* 93–111.

Vedin, H., Eklund, A. & Alexandersson, H., 1999: The rainstorm and flash flood at mount fulufjället in august 1997: the meteorological and hydrological situation. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 81:3,* 361–368.

The Kloran gorge at Fulufjället, a unique opportunity to study the depositional environments of the Mesoproterozoic Dala sandstone, west central Sweden

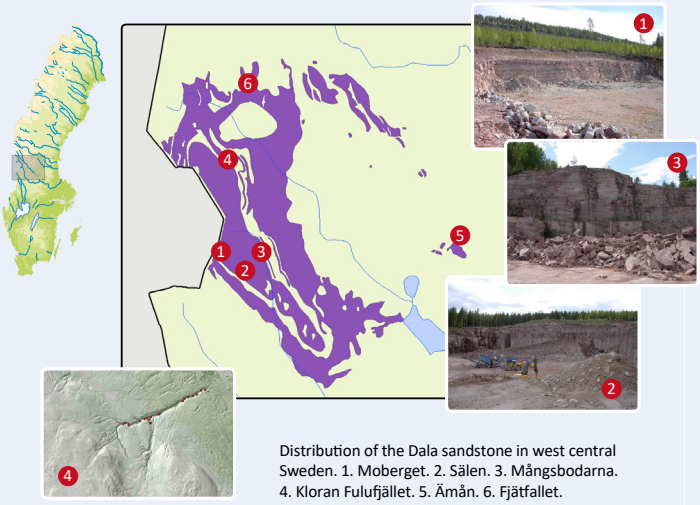
Dahlqvist P.[1], Wickström L.M.[2]

[1] Geological Survey of Sweden, Kiliansgatan 10, 223 50, Lund, Sweden.
[2] Geological Survey of Sweden, Box 670, 751 28 Uppsala, Sweden.
Email: peter.dahlqvist@sgu.se, linda.wickstrom@sgu.se

Background

The Dala sandstone is one of the oldest and most well preserved sedimentary sequences in Sweden. It was deposited in the Mesoproterozoic and the entire unit is approximately 1300 m thick. It is dominated by red siliciclastic continental deposits ranging from conglomerates to shale. The Kloran canyon is one of several gorges along the eastern side of Fulufjället, western Dalarna, cutting through more than 200 meters of the 1,5 Ga sandstone.

The INTERREG project GEARS (Geologiskt arv i inre Skandinavien), has provided a possibility to study the geology of the Kloran gorge in more detail before it gets too overgrown by vegetation.

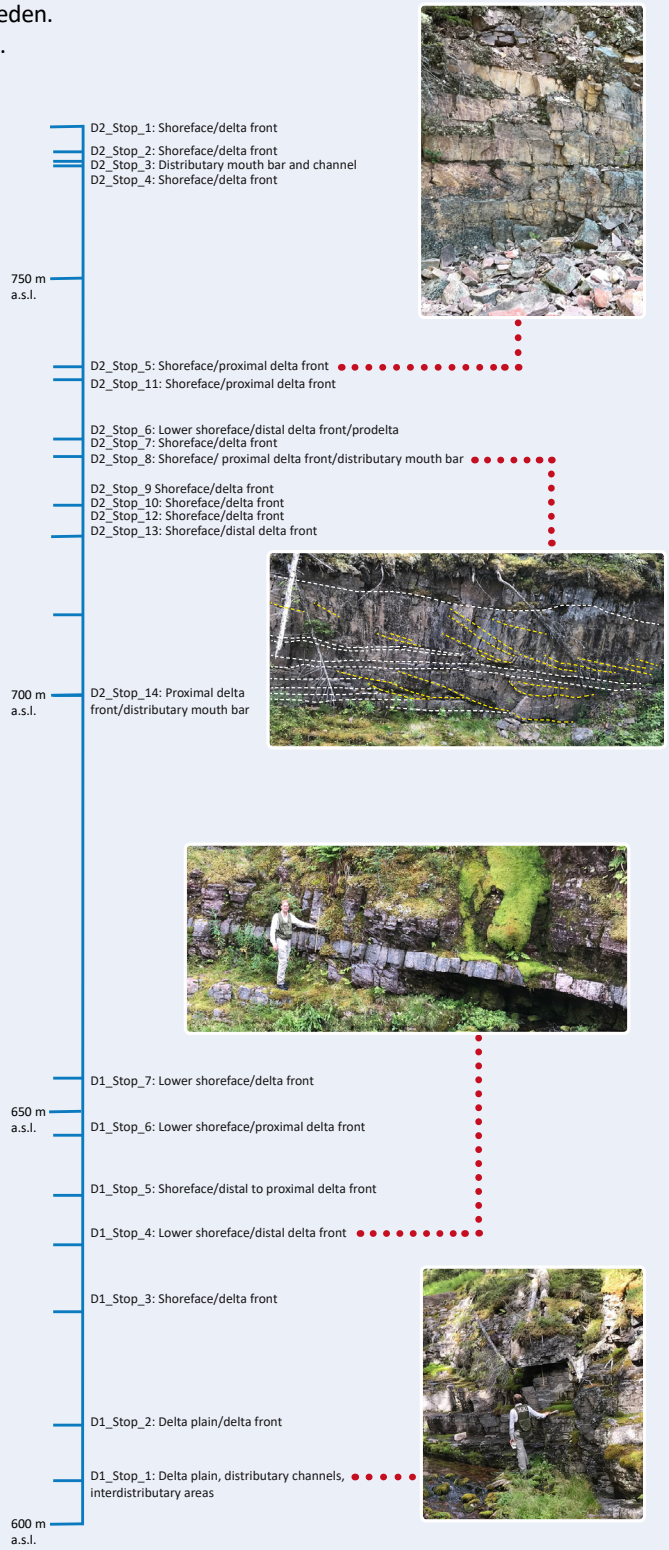


Distribution of the Dala sandstone in west central Sweden. 1. Moberget. 2. Sälen. 3. Mångsbodarna. 4. Kloran Fulufjället. 5. Ämån. 6. Fjätfallet.

Interpretation

Previous sedimentological studies of the Dala sandstone show a variety of different depositional environments. Aeolian sand dunes with ephemeral lakes has been described from Mångsbodarna (3); fluvial deposits have been interpreted from Stora Moberget (1), Fjätfallet (6) and at Ämån (5), and a delta environment has previously been suggested for Fulufjället (4).

The outcrops along Kloran illustrate a variety of depositional settings, ranging from alluvial to offshore transition environments. The predominant lithology is sandstone, but silt- and mudstones are also present. Characteristic sedimentary structures of the sandstones are planar beds and different types of cross laminated beds, from small-scale ripples to large-scale migrating dunes. At some levels, distributary channels are present. Fine-grained sediments exist in a variety of facies, from low energy interdistributary deposits (small lagoons and crevasse plays) to offshore transition muds in deeper settings. The deposition style ranges from fluvial to shoreline processes and the sediments are interpreted to have been deposited in, and close to a delta.



SGU Geological Survey of Sweden
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE · NGU ·
Interreg Sverige-Norge Europeiska regionala utvecklingsfonden EUROPEISKA UNIONEN
REGION DALARNA SGU

SGU
Box 670, SE-751 28 Uppsala, Sweden
Phone 018–17 90 00
E-mail sgu@sgu.se
www.sgu.se

INNEHÅLL TANGSJÖARNA OCH RÖRSJÖARNA

Tangsjöarna 2
Väster om Tangsjöarna mot Altarringen, stigen vid passagen genom kanjon 3
Norr om Rörsjöarna 4

TANGSJÖARNA

I bäcken mellan de två Tangsjöarna blottas horisontellt liggande lager av Dalasandsten. På de platta ytorna kan man se vågstrukturer som kallas böljeslagsmärken. Dessa strukturer som bildats genom sandavsättning i strömmande vatten visar även den riktning som vågorna eller strömmarna haft vid den tiden. Här kan man se att strömningsriktningen ändrats genom att det undre lagret, närmast bäcken, har en orientering medan det övre lagret, som finns mot lilla Tangsjöstugan, har böljeslagsmärken i en annan orientering. Vid ett senare skede har berggrunden spräckts och heta, kiselrika lösningar har bildat den kvarts som man kan se som vita eller grå streck på de platta ytorna.

Figur 1. Dalasandsten med böljeslagsmärken från strömmande vatten.

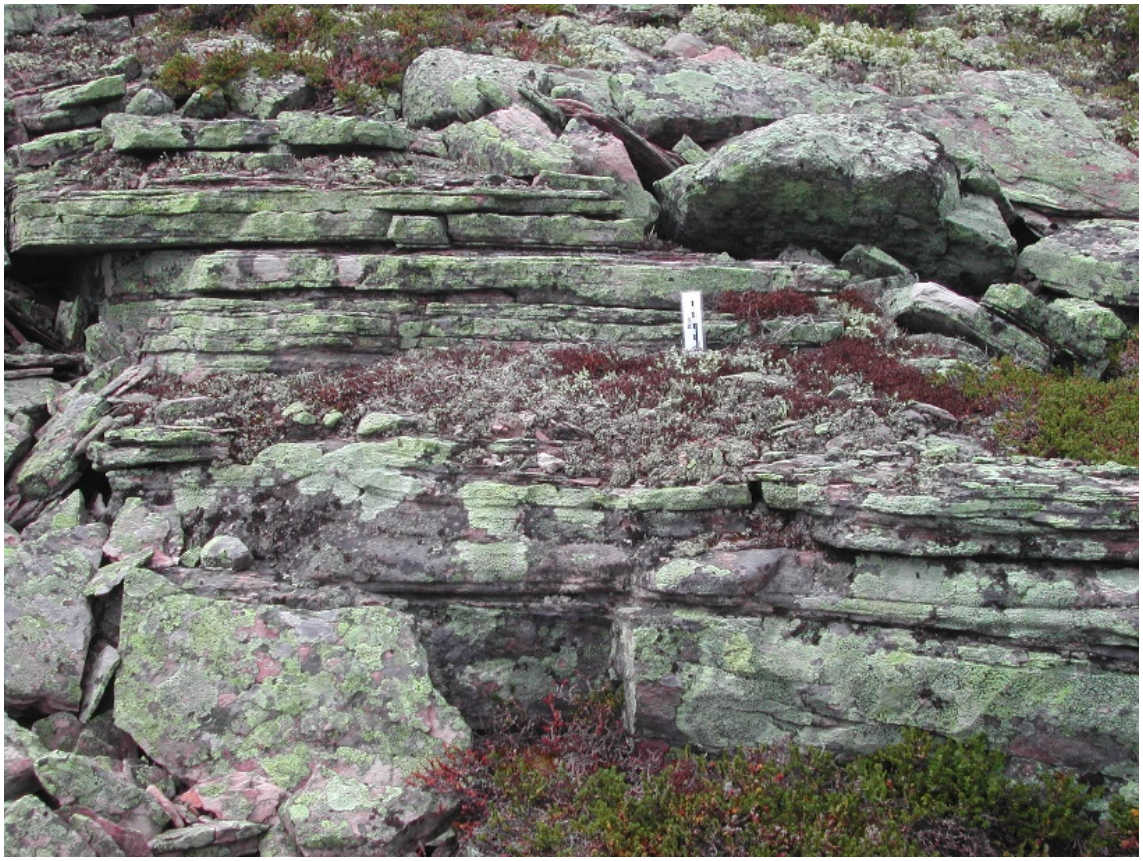
VÄSTER OM TANGSJÖARNA MOT ALTARRINGEN, STIGEN VID PASSAGEN GENOM KANJON

Kontakt mellan diabas och Dalasandsten. Dalasandstenen har här intruderats av en mörk, närmast vertikalt stående, diabasgång som löper i nord–sydlig riktning. Den heta magman hade vid intrusionen en temperatur på mer än 1 000 grader som bidrog till att sandstenen i kontakten kraftigt hettades upp och vissa mineral i denna omvandlades vilket gett den grönaktiga färgen. Några meter från kontakten och närmare Altarringen (västerut) kan man observera ett stycke sandsten som plockats upp av magman under dess framträngande här är sandstenen tydligt grönaktig och närmast kvartsitisk dvs. sandstenen har blivit så pass omvandlad att den inte längre bör kallas för sandsten utan kvartsit.

Figur 2. Kontakt mellan ljus, omvandlad Dalasandsten (t.v.) och mörk gång av diabas (t.h.).

NORR OM RÖRSJÖARNA

Denna sandsten är till skillnad mot den tjockt lagrade sandstenen i Njupeskär fint lagrad med ca 1–10 cm tjocka lager med sandsten (jfr Njupeskär med upptill flera meter tjocka lager) som mellanlagras av finare material bestående av ler- till siltfraktion, dessa 1–10 mm tjocka. Detta tyder på en ett vattenflöde som varierar väldigt hastigt från lågt till något högre och kan ha bildats i en grund flod, kanske ovanpå ett sanddelta. Har man tur kanske man kan finna ett block med torkprickor vilket tyder på att en lerig yta under en tid varit torrlagd. Vid nästa översvämning kan detta lerlager pålagrats med sand som fyllt sprickorna och därmed bevarat dem som fossila torksprickor. Tittar man på de block som finns runtomkring så består de i de flesta fall av sammanfogade sandpartiklar och ej lerpartiklar. Vanligt förekommande är block med vågstrukturer eller s.k. böljeslagsmärken. Uppe på Fulufjället är de flesta bergblottningar kraftigt vittrade. Detta har inneburit att de mer lättvittrade ler- och siltskikten eroderat bort medan sandskikten blivit kvar. Tack vare denna skillnad i vittringbeständighet kan vi hitta fina platta sandstenar längs vandringslederna uppe på fjället.



Figur 3. Fint lagrad Dalasandsten. De mer lättvittrade ler- och siltskikten har eroderat bort medan sandskikten blivit kvar. Tack vare denna skillnad i vittringbeständighet kan vi hitta fint utvecklade sandstensskivor längs vandringslederna uppe på fjället.

INNEHÅLL FULUFJÄLLSOMRÅDETS BERGGRUND

Fulufjällsområdets berggrund 2
Allmän beskrivning 2
Dalaporfyr 2
Dalasandsten 2
Öjebasalt 6
Diabasgångar och lagergångar 7
Fjällkedjan 10
Särnait och tinguait 10
Deformation och metamorfos 11

FULUFJÄLLSOMRÅDETS BERGGRUND

Modifierat från K 382 Beskrivning till berggrundskartan Västra delen av Dalarnas län. Ripa m.fl. 2012 och referenser däri.

Allmän beskrivning

Berggrunden på och kring Fulufjället utgörs främst av Dalasandsten, som har en mellanproterozoisk (jotnisk) ålder. Underordnat finns Öjebasalt samt diabaser av två generationer (CSDG och BDD, se nedan). Underlaget till sandstenen består i huvudsak av Dalaporfyr. De yngsta bergarterna inom området är fanerozoiska bergarter (se Bylund & Patchett 1977), särnait (nefelinsyenit) samt tinguait.

Dalaporfyr

På berggrundskartan över området finns i huvudsak två områden med Dalaporfyr. I områdets västligaste del finns en kvarts-fältspatporfyrisk ryolit till dacit vars utbredning sträcker sig både mot norr och söder. En åldersbestämning av ett prov taget strax norr om kartområdet har gett en bildningsålder på 1 693 miljoner år (Lundqvist & Persson 1999). Denna vulkanit visar på vissa ställen en lagringsstruktur som stryker i nord-syd med en varierande stupning från närmast vertikal till relativt flack. Vulkanitområdet i öster uppvisar också en kvarts-fältspatporfyrisk ryolit till dacit. Denna har en bildningsålder på 1 696 miljoner år (Lundqvist & Persson 1999).

Inom detta område med Dalaporfyr har den s.k. särnaiten (nefelinsyenit) intruderat (se nedan) vilket bidragit till att vulkaniten lokalt är kraftigt kontaktomvandlad. De med särnaiten associerade tinguaitgångarna (fonolit) syns som ett nätverk av gröna sprickfyllnader. Observationer vid norra delen av Ekorråsen visar att Dalaporfyren här har blivit svagt grönfärgad genom denna omvandling.

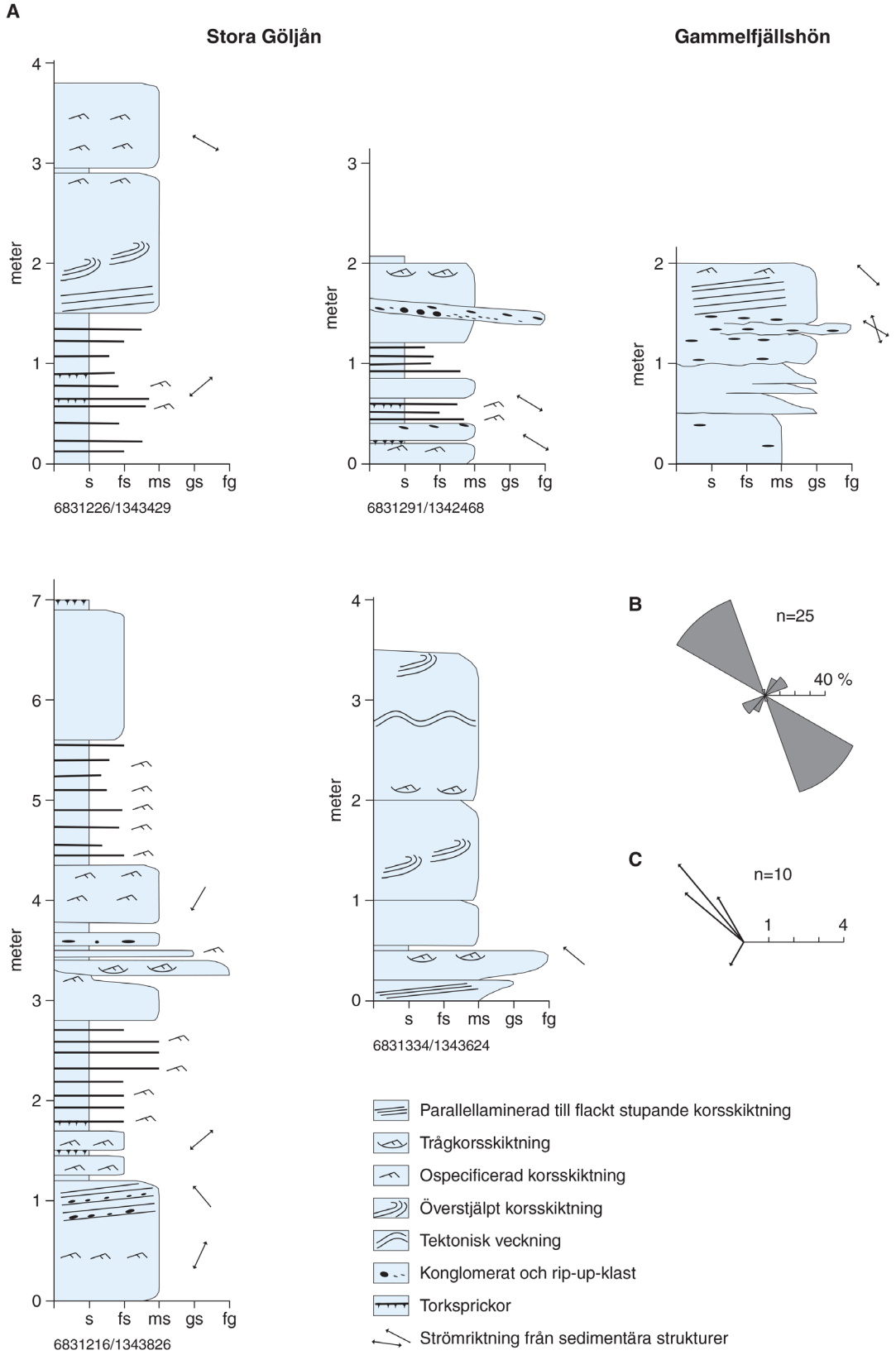
Dalasandsten

De sedimentära bergarterna vilka i huvudsak utgör berggrunden inom Fulufjällets nationalpark tillhör den s.k. övre avdelningen av Dalasandstenen, dvs. den del som ligger ovanpå det stora täcke med Öjebasalt som är inlagrat i sandstenen (se Hjelmqvist 1966). Denna del som studerats på Fulufjället separeras generellt i två olika faciestyper eller sedimentära avsättningsmiljöer, A och B. Facies A dominerar övre delen av stratigrafin vilken är exponerad på fjällets högplatåer och bergtoppar, bl.a. på Gammelfjällshön i nordost. Här är hällarna frostvittrade, kraftigt uppspruckna och något tippade från sina ursprungliga lägen. Bankningsytorna stupar i huvudsak flackt med varierande strykning. Facies A utgörs av medel- till tjockbankad rödgrå sandsten av kvartsarenitisk till subarkosisk sammansättning. Sandstenen är medel- till grovkornig, medel- till välsorterad med medelrundade till rundade klaster. Tabulärt korsskiktade 1–3 m mäktiga enheter är vanliga inom facies A men massiva eller otydlig parallellaminerade till flackt stupande korsskiktade enheter förekommer också (fig. 1) Slumpningsstrukturer och överstjälpt korsskiktning i sandstenen indikerar att ostabila sedimentationsförhållanden rådde före slutlig litifiering av bergarten. Ler- och sandstensbollar och fragment, s.k. rip-up clasts, eller urvittrade hålrum efter dessa, förekommer längs vissa horisonter i sandstensenheterna. Bollarna är utplattade, runda till långsträckta och varierar i längd upp till 10 cm. De långsträckta bollarna är oftast orienterade i en viss riktning vilket indikerar en ursprunglig vattenströmningsriktning. De för facies A karaktäristiska storskaligt korsskiktade och tjockbankade sandstenarna tyder på avsättning i ett sedimentationsbäcken med relativt hög energi och rik sedimenttillförsel. Avsaknad av fluviala erosionskanaler och mellanlagrande finkornigare flodslättsenheter utesluter

Figur 1. Dalasandsten med korsskiktningsstruktur från Harrsjöhön (CMT040092, 6834213/1334119).

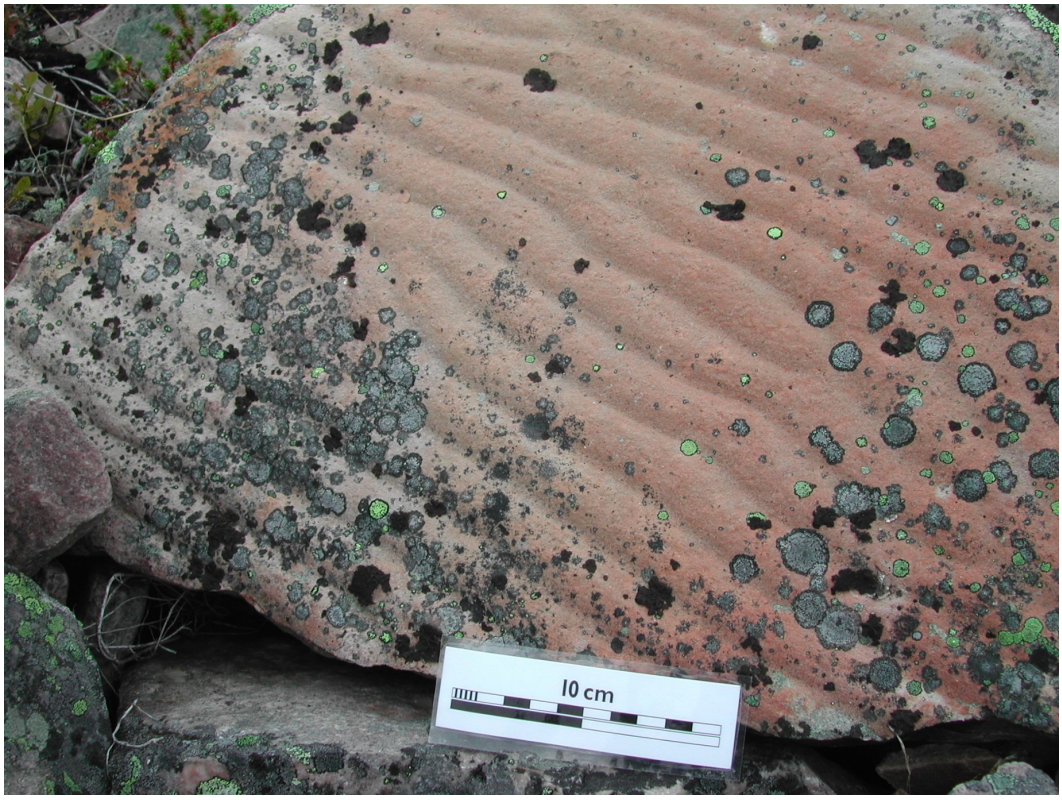
sedimentation i en fluvial miljö. Mer troligt är att sandstenarna är vindavsatta, som också diskuterats av Pulvertaft (1985a, b), eller tillhörande ett vågdominerat delta.

Facies B består, förutom av sandsten lik Facies A, av mer finskiktade enheter av slamstenar och fin- till medelkorniga sandstenar. Facies B är vanligast förekommande i den undre delen av stratigrafin men finns på en del ställen även inlagrad i de övre sektionerna, exempelvis i hällarna vid Tangsjöarna. I kanjoner och bäckfåror i Fulufjällets östliga och sydliga områden, exempelvis Klordalen, Stora Göljån och Tangån, är sektioner blottade där den undre delen av stratigrafin kan studeras (fig. 2). De finkornigare sandstenarna och slamstenarna i Facies B är rödbruna till violetta med ljusgröna och beiga fläckar och band. Typiska strukturer för facies B är böljeslags-märken, ofta draperade med ett tunt lerstensskikt, och torksprickor (fig. 3). Böljeslagsmärken förekommer både som symmetriska och asymmetriska. I plan vy uppvisar dock alla ett mönster av raka parallella åsar vilka emellanåt förgrenar sig och återstrålar, vilket är typiskt för våg eller vindgenererade böljeslagsmärken (fig. 4). Torksprickorna uppvisar ett polygonmönster, i motsats till subakvatiskt bildade krympsprickor, vilket betyder att sedimenten var subaerilt exponerade under en viss tid av deras bildning. De av ovanliggande sandsten igenfyllda torksprickorna kan även förekomma som återsedimenterade intraklaster i korsskiktade sandstenar. Bergarter tillhörande Facies B avspeglar en avsättningsmiljö med relativt låg energi och ett inte allt för stort vattendjup med periodvis torrläggning av sedimentationsbäckenet. Kustnära laguner och periodiska ökensjöar är exempel på sedimentationsbäcken där bergarter tillhörande facies B kan bildas.



Figur 2. Sedimentära loggar från Stora Göljån och Gammelfjällshön (**A**) (s=silt, fs=finsand, ms=mellansand, gs=grovsand, fg=fingrus), samt rosdiagram visande riktningar på längsta axeln i långsträckta rip-up klaster och vinkelräta riktningen till böljeslagsmärken (**B**) och strömriktningar från trågkorsskiktning och stupning på foresets (**C**) (koordinatangivelser enligt RT90).

Figur 3. Dalasandsten med böljeslagsmärken draperade med ett tunt lerskikt visande torksprickor (se pilen). Bilden tagen längs Stora Göljån (6831216/1343826).



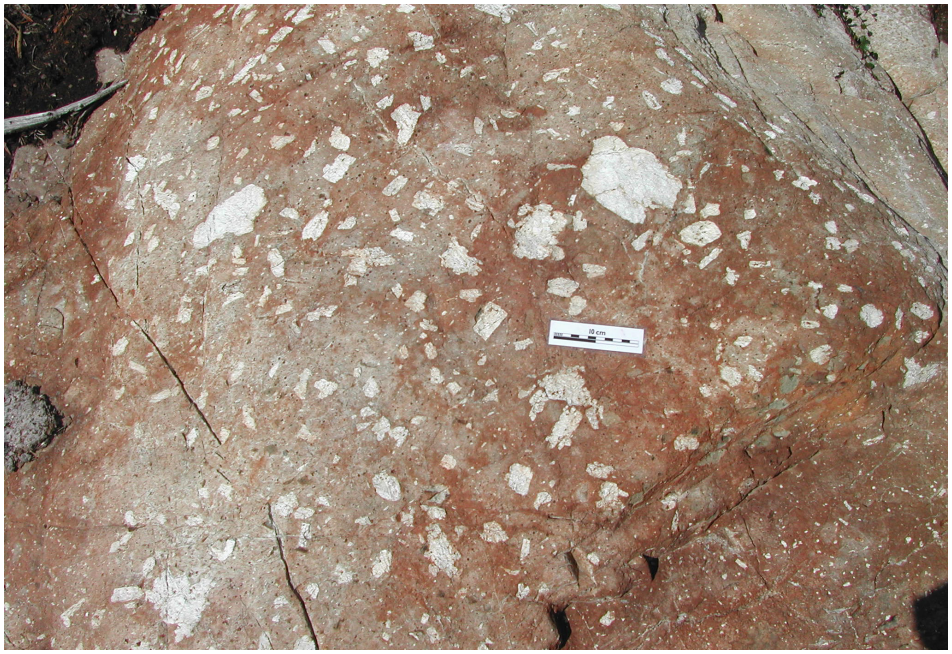
Figur 4. Block av Dalasandsten visande raka och förgrenade böljeslagsmärken.

Sedimentära strukturer vilka indikerar strömriktningar och dominerande vindriktningar visar att dessa förhållanden var relativt konstanta under avsättningen av hela sekvensen. Den dominerande sedimenttransporten skedde från sydöst mot nordväst vilket framgår av uppmätta strömriktningar från trågkorsskiktning och stupningsriktningar på foresets (fig. 2).

I området utanför nationalparksområdet finns blottningar med den s.k. undre avdelningen av Dalasandstenen, dvs. den del som ligger under det stora täcke med Öjebasalt som är inlagrat i sandstenen (se Hjelmqvist 1966). Pålagringskontakter med Öjebasalt har observerats söder om Öresjön i kartområdets östra kant där Dalasandstenen är relativt dåligt sorterad. Uppåt i stratigrafin finns Öjebasalt med linser eller "rip-up clasts" av lerigt till siltigt material blandat med porfyrisk Öjebasalt som efter ca. 3 höjdmeter blir mer homogen och jämnt porfyrisk. Pålagringskontakten finns även blottad i östra kanten av Trollsjöåsen, där Dalasandstenen vid kontakten är termalt omvandlad och grönfärgad. Kontakten är här undulerande och basalten har fyllt ut de ojämnheter som troligen redan fanns i sandytan vid basaltflödets framfart. Termalt omvandlad Dalasandsten förekommer också i kontakt med diabasgångar. Dessa kvartsiter kan vara svåra att skilja från Fjällkedjans Vemdalskvartsit (se nedan)

Öjebasalt

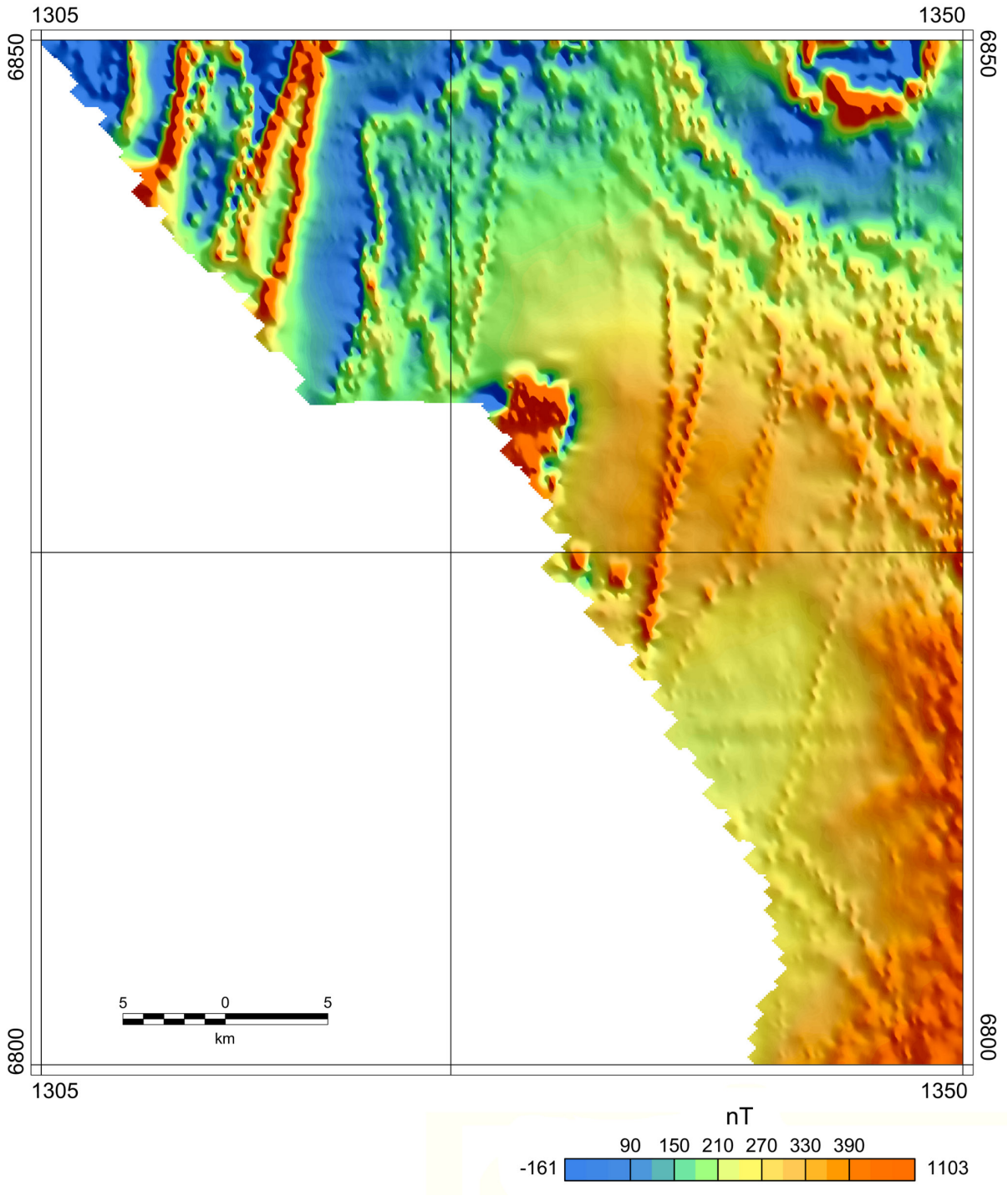
På Fulufjällets nordvästra sluttning samt i Strupforsen mot öster finns blottningar av Öjebasalt. I den västra blottningen är denna finkornig och svart medan den i Strupforsen är fint medelkornig och plagioklasporfyrisk med upptill 1 dm stora kristaller (fig. 5). Här påträffas även blåsrum fyllda med kvarts (mandelstenar) och klorit samt enstaka fragment av sand- och slamsten tillhörande Dalasandstenen. Öjebasalten har ännu ej åldersbestämts men enligt en U-Pb-datering av en gång i Bunkris (ligger längs vägen mellan Särna och Älvdalen), som tolkas vara en matargång till Öjebasalten och skär igenom den undre delen av Dalasandstenen, är denna 1 462 miljoner år gammal (Söderlund m.fl. 2005). En annan datering vid Glysjön, har en ålder på 1 461 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005). Enligt Nyström (2004) är den geokemiska kopplingen mellan Öjebasalten och gången i Bunkris otydlig, men möjligheten finns att gången skulle kunna vara en matargång till ett lavaflöde i ett idag nederoderat högre stratigrafiskt läge.



Figur 5. Öjebasalt med plagioklasmegakrister och kvartsfyllda blåsrum (mandelstenar). (CMT050050, 6830076/1349096)

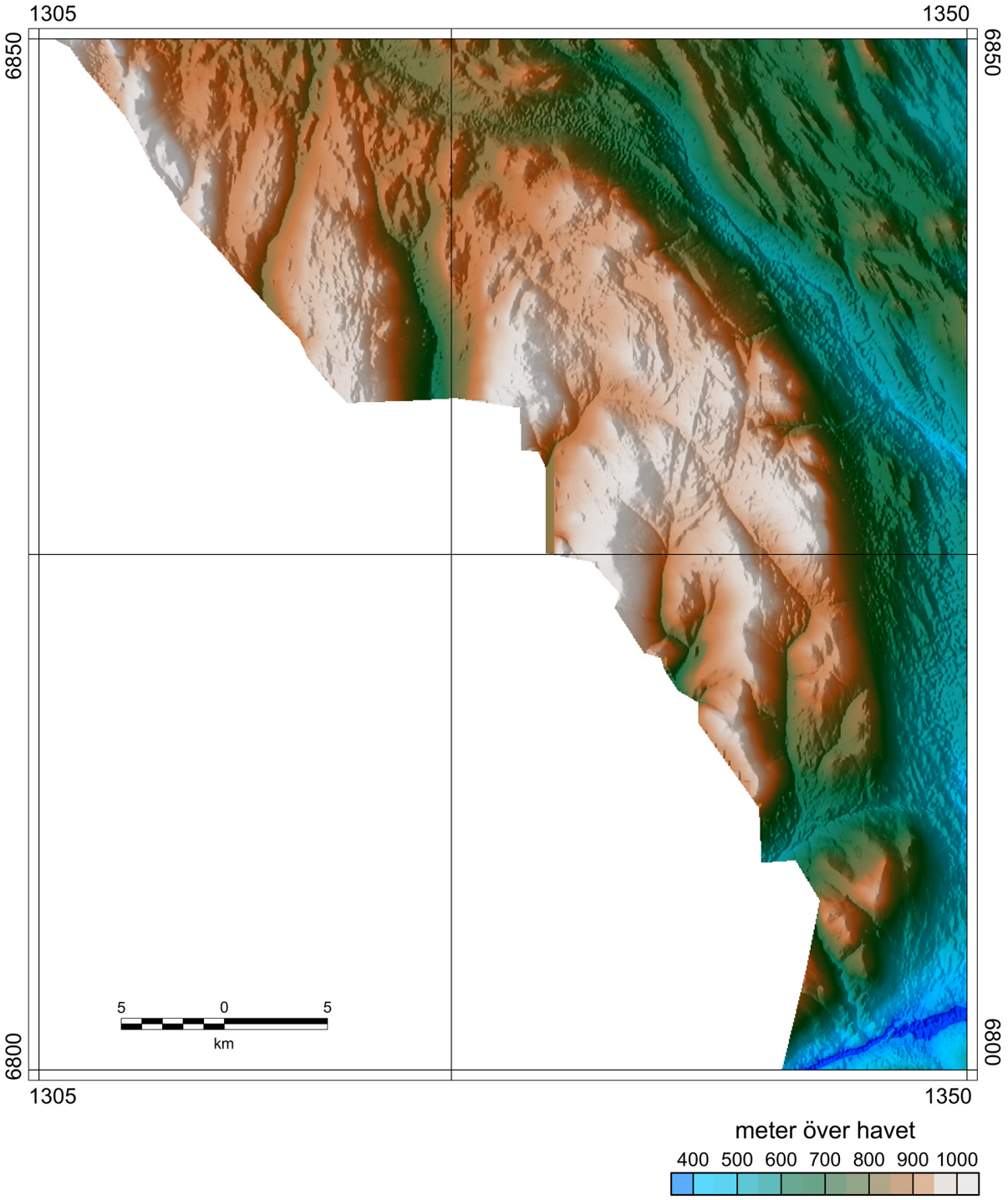
Diabasgångar och lagergångar

Inom området förekommer ett stort antal diabasgångar som endast i ett fåtal blottningar visar kontaktytor mot Dalasandsten. Allmänt kallas den för Särnadiabas (efter Törnebohm 1877). Magnetfältskartan visar att det är två olika svärmar av diabasgångar med var sin specifika riktning som förorsakar de mest framträdande magnetiska dragen i området (fig. 6).



Figur 6. Magnetisk anomalikarta över kartbladsområdet 15C Fulufjället. Kartan visar totalfältets avvikelser från DGRF 1965.0. Den baseras på flygburna mätningar utförda på 60 meters flyghöjd med ett linjeavstånd på 800 m och en öst–västlig flygriktning.

Den ena svärmen har en nordväst-sydostlig sträckning och finns främst längs Fulufjällets nordöstra sluttning. Dessa gångar kan bilda tydliga höjdryggar (fig. 7) i den mer lättvittrade Dalasandstenen. Sett ur ett regionalt perspektiv kan dessa diabaser, tillhörande den dominerande gruppen, ses som fortsättningen på de mot nordväst strykande diabaserna som genomkorsar hela Bergslagen med relativt konstant riktning. De har tidigare jämställs med de så kallade Åsby-diabaserna längre åt sydost med en ålder på 1 271 miljoner år vid Ämån respektive 1 264 miljoner år vid Älvdalsåsen (Söderlund m.fl. 2005).



Figur 7. Höjdreliefkarta över kartbladsområdet 15C Fulufjället. Genom terrängskuggning framhävs de relativa höjdskillnaderna inom området. Kartan baseras på Lantmäteriets digitala höjddatabank med 50 meters rutnät.

En åldersbestämning av ett diabasprov taget i Tyrinäs visar dock att denna har en kristallisationsålder på 951 miljoner år (SGU, opublicerat material) och ett annat prov i närheten (från Nornäs) gav 947 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005). Båda dateringarna visar att dessa gångar tillhör Blekinge-Dalarna diabasgruppen (BDD). Att döma av magnetfältsdata slår dessa gångar också igenom Öjebasalten öster, norr och väster om Fulufjället, men ej igenom det övre sandstenslagret på själva fjället.

Den vida båge av diabas som omger Fulufjällets västra och nordöstra sluttningar samt norra del och som förekommer fläckvis över ett antal ytor över kartområdet tolkas därav som en lagergång av s.k. Särnadiabas, tillhörande Centralskandinaviska diabasgruppen (CSDG, 1 270–1200 miljoner år gammal). En uppfattning om detta bergartsuppträdande kan man få i Fulubågans älvfåra 7 km väster om Tjärnvallen (5f). Vertikalt stående gångar tillhörande CDSG har indikerats i ett område som sträcker sig söderut från berget Busterhållan och nästan ända ner till Mörkret där ett tiotal, nordvästligt strykande och ca 40 till 50 meter breda diabasgångar förekommer. Gångarna i denna gångsvärm förekommer med ca 200 till 500 meters mellanrum. Diabaser tillhörande CSDG eller s.k. Särnadiabas, är generellt odeformerad och visar endast i fåtalet blottningar en antydan till subofitisk textur. Ett tydligt kännetecken är dock den poikilitiska textur som diabasen uppvisar som på en vittrad yta ger ett ”knöligt” utseende.

De yngsta diabaserna i området (BDD) är i allmänhet mörkt grå, jämnkorniga, finkorniga till fint medelkorniga och har en mer eller mindre utpräglad ofitisk till subofitisk textur. Diabaserna är oftast odefomerad men undantag finns där en svag struktur som tolkas som magmatisk flödesstruktur kan skönjas i diabasen på Brattfjället (fig. 8) och en tydlig deformationsstruktur är observerad i diabasen vid Tangsjöarna (fig. 9).

Figur 8. Kontakten mot sidoberget är inte blottad men i en liten dalgång mot öster kan man se horisontella lager med Dalasandsten som ligger under täcket med diabas (avtecknar sig på krönet i bakgrunden). (CMT040097. 6832699/1330629).

Figur 9. Kontakt mellan Dalasandsten t.v. och diabas t.h. Bild tagen mot söder vid Tangsjöarna (CMT040098, 6830188/1336533).

De diabaser som visas på berggrundskartan (SGU serie K 382) som ytor eller heldragna linjer motsvarar gångar observerade i häll, eller som med geofysiska metoder beräknats ligga i markytenivå. Med de streckade linjerna som på kartan benämns som struktur täckt av yngre berggrund avses de diabasgångar som ligger under ett tjockt täcke med Dalasandsten och når därmed inte markytenivån (se vidare under deformation och metamorfos).

Fjällkedjan

Den bergart som påträffas i områdets allra västligaste del är en ljust grå kvartsit vilken enligt Hjelmqvist (1966) tillhör den undre skollberggrunden och benämns som Vemdalskvartsit. Enligt berggrundskartan över angränsande område i Norge (Wolff m.fl. 1995) benämns motsvarande kvartsit som tillhörande Högbergsformationen, vilken avsatts under senproterozoisk tid. Vissa svårigheter med att skilja denna ”skollkvartsit” från den kvartsit som bildats genom kontaktomvandling av Dalasandsten har funnits. Detta gör att gränsdragningen i framförallt den södra delen där skollberggrund ligger i kontakt med Dalasandsten är osäker.

Särnait och tinguait

De yngsta bergarterna inom området består av särnait (nefelinsyenit) och tinguait (fonolit) och beskrevs först av Magnusson (1923). Enligt (Bylund & Patchett 1977) har de en permisk ålder (287 miljoner år) Särnaitens utbredning syns tydligt på magnetfältskartan (fig. 6) som en rund intrusion i området kring Ekorråsen och Siksjöberget. Här finns även tinguait, som är en grön, vanligtvis ägirin-, biotit- och nefelinströkornsförande, alkalin gångbergart som sällan påträffas i

Figur 10. Särnait med klippande tinguaitgångar från Siksjöberget. (CMT050039, 6848519/1345932).

fast klyft, men rikligt som blockförekomster (Lundqvist 1951, 1997). Tinguaiten har en mycket större geografisk spridning än särnaiten och har bl.a. påträffats som millimetertunna sprickfyllnader i Dalasandsten belägen en mil väster om Ekorråsen samt i Dalaporfyr som beskrivits enligt ovan. På Siksjöberget har en kontakt mellan en gnejsig särnait och ett par tinguaitgångar observerats (fig. 10). Tinguaitgångarna har här en bredd som är mindre än 20 cm. Särnaiten är en grå bergart med varierande textur. Allmänt sett är särnaiten antingen starkt linjerad eller folierad som uttrycks genom en parallellordning av nålformade kristaller av både grå alkalifältspat och ägirin (svart). Övriga mineral i särnaiten är kankrinit samt, i små mängder, titanit och apatit (Hjelmqvist 1966).

Deformation och metamorfos

Fulufjällets bergarter, strax öster om kaledoniska bergskedjan, har betraktats som relativt opåverkade av de tektoniska rörelserna som bildade bergskedjan och endast några noteringar angående deformation av Dalasandstenen i form av veckstrukturer har rapporterats i litteraturen (Olivecrona 1920, Sandell 1943, 1944). I Klordalen kan dock flackt liggande deformationszoner observeras. Kraftigt förskiffrade lerhorisonter karaktäriserar dessa zoner och indikerar en rörelse mot ost. När dessa rörelser skett är ännu inte klargjort. De två händelser som är möjliga kandidater är svekonorvegisk deformation för ca 1 000 miljoner år sedan eller kaledonisk deformation för ca 400 miljoner år sedan. Med tanke på att hur diabasgångarna på Fulufjället syns på den magnetiska anomalikartan finns det antydningar till att de har påverkats av skjuvrörelserna och förskjutits i sidled.

I Dalasandstenen har även sprickor sammanläkta av kvarts observerats vid ett flertal lokaler på Fulufjället. Detta är tydligt vid bland annat övre delen av Njupeskärs vattenfall.

WP 5

- Sammanfattning Solleröns berggrund
- Sammanfattning Workshop utställning Naturum Dalarna
- Förslag och koncept utställning Naturum Dalarna
- Presentation Geosite Klikten av Sollerö sockenförening
- Presentation Utveckling av Sollerön av Sollerö Hembygdsförening
- Poster Norsk Geologisk Forenings Vinterkonferanse 2019 Bergen
- Refleksjoner Fulufjället
- Minnesanteckningar Exkursion Kloran 2018
- Minnesanteckningar Exkursion Fulufjället 2018
- Sammanställning synpunkter Utsiktsplatsen Fulufjället 2018
- Minnesanteckningar Exkursion – tema Förmedling Siljansområdet 2019
- Presentation av Skattungbyfältets geologi till exkursion 2019
- Förslag Tittskåp Naturum Fulufjället
- Exkursionsguide utbildningsdag guider Fulufjället
- Introduktion geologi för guider utbildningsdag guider Fulufjället
- Presentation Vis-Syn AS
- Sammanfattning Fulufjällets berggrund
- Översiktlig berggrundskarta Fulufjället
- Berggrundskarta Fulufjället
- Tektoniska provinser Hedmark-Dalarna
- Berggrundskarta Hedmark-Dalarna
- Jordartskarta Hedmark-Dalarna
- Jordartskarta Siljan för A0-utskrift
- Jordartskarta Skattungbyfältet för A0-utskrift
- Jordartskarta Sollerön
- Jordartskarta Östbjörka för A3-utskrift

SAMMANFATTNING SOLLERÖNS BERGGRUND

Klikten och Sollerön

Sollerön är geologiskt delad på hälften genom en förkastningszon som löper i nord–nordostlig riktning över ön (som också fortsätter in över land innanför Siljansringen). Förkastningszonen bildar ett karaktäristiskt hak i landskapet med en sänka på dess västra sida. Detta hak, eller förkastningsbrant, heter Klikten och är tillsammans med sänkan ett område som ger Sollerön en geologiskt grundad historia och lokal identitet. Förkastningen kan ha en historia som i sig startar långt innan meteoriten slog ner, men förkastningen har sannolikt påverkats av nedslaget. Den har troligtvis uppstått som en av flera, parallella kollapser i nedslagsområdets ytterdelar, då berggrunden satte sig efter den initiala, explosiva utkastfasen.
Den västra delen av Solleröns berggrund består till största delen av så kallad Orsasandsten från den geologiska perioden Silur. Orsasandsten är ca 425 miljoner år gammal och är den yngsta sedimentära bergarten i Siljansområdet, vars ursprungsmaterial är sandavlagringar på land. Den överlagrar siluriska siltstenar och under- och mellanordovicisk kalksten. På Solleröns östra sida består berggrunden av mycket äldre bergarter – graniter och granodioriter av Järnatyp som är ca 1,8 miljarder år gamla. Klikten är alltså inte den förkastning som bildar den fysiska kontakten mot Järnagraniten. Det är en förkastning alldeles öster om Klikten som utgör den geologiska gränsen mellan de unga sedimentära och de gamla kristallina bergarterna. Den gränsen är dock inte synlig i landskapet och är heller inte blottad i området utan ligger någonstans öster om krönet under jord- och vegetationstäcket.
I den röda och grå kalkstenen som finns i Klikten har man brutit förekomster av zinkblände och blyglans. Platsen är mest känd som Silvergruvan och är idag ett några tiotal meter stort ”gruvhål”. Rester av brytningen, så kallad varp, ligger i stora högar i närheten. Mineralförekomsten är också den troligtvis ett resultat av meteoritnedslaget. Meteoriten som slog ned krossade berggrunden så att varma, metallrika lösningar sattes i cirkulation på djupet i den uppspräckta kalkstenen (som då låg en bit ner i jordskorpan). Därför kunde anrikning av mineral ske i sprickorna. Liknande mineraliseringar finns även på andra platser i Siljansområdet.

Workshop GEARS om utställning på naturum Dalarna

Sammanfattning av workshopen:
Vi började med att lyfta fram att det är själva meteoritnedslaget som är det centrala i utställningen. Det är det som gör området unikt och som skapat förutsättningar för den geologiska mångfalden i området. Här måste utställningens fokus ligga.

Den stora knäckfrågan var hur historien om Siljansringens geologi berättas. Ska den berättas kronologiskt eller ska den istället utgå från olika platser (geosites) i området? Här diskuterade vi om besökaren då antingen skulle kunna följa en tidslinje i rummet eller att rummet avspeglar området geografiskt i rummet med meteoritens krater centralt placerad. Det finns fördelar och nackdelar med båda varianterna. Vi resonerade kring att den kronologiska berättelsen kan vara lättare att följa men med risken att meteoriten inte lyckas bli central i berättelsen. En utställning som speglar geografin i området skulle lämpa sig väl för ett framtida geoparkscenter men risken där är istället att det blir svårt för besökaren att första vad som hände och i vilken ordning det skedde. Processer som lämnat spår på flera platser i området kanske skulle behöva upprepas på flera platser i utställningen.

Efter att ha diskuterat detta fram och tillbaka så poängterade SGU att det bästa är att berätta om processerna som format landskapet där impakten är den centrala händelsen. Att utgå från processerna gör det lättare för besökaren att följa med i förloppet som format området men utan att själva nedslaget bara blir ett kort ögonblick i en mycket lång berättelse.

Sanna Alwmark deltog på skype under onsdagen för att bidra med goda idéer om hur och med vad man kan berätta historien om själva meteoritnedslaget. Detta var mycket givande och många bra förslag kom ur det samtalet.

På torsdagen deltog Eva Sandberg från CNV. Under denna dag fastställde vi under Evas ledning utställningens teman och hur dessa ska genomsyra utställningens alla delar. Det centrala temat är meteoritnedslaget. Därefter den geologiska mångfalden, landskapets former och den natur och kultur som formats direkt och indirekt av nedslaget. Vi kom fram till på vilket vis denna röda tråd ska kunna följa med i de processer vi vill berätta om i utställningen. Vi tog också fram ett förslag på hur utställningen skulle kunna presenteras i det tilltänkta rummet och med vilka medel och element detta kan göras.

Sammantaget var det en mycket lyckad vecka med all samlad expertis! Arbetet med konceptet för utställningen konkretiserades och tog ett stort kliv framåt mot en färdig produkt.

NATURUM DALARNA är ett av Sveriges 33 naturum och ligger högt beläget på Björkberget i Siljansnäs med storslagen utsikt över Siljan. Redan 1983 öppnade naturum Dalarna i anslutning till ett utsiktstorn som fanns på platsen sedan 1930-talet. Byggnaden har under decennierna byggts ut och renoverats i omgångar och är idag Sveriges största naturum till ytan sett.

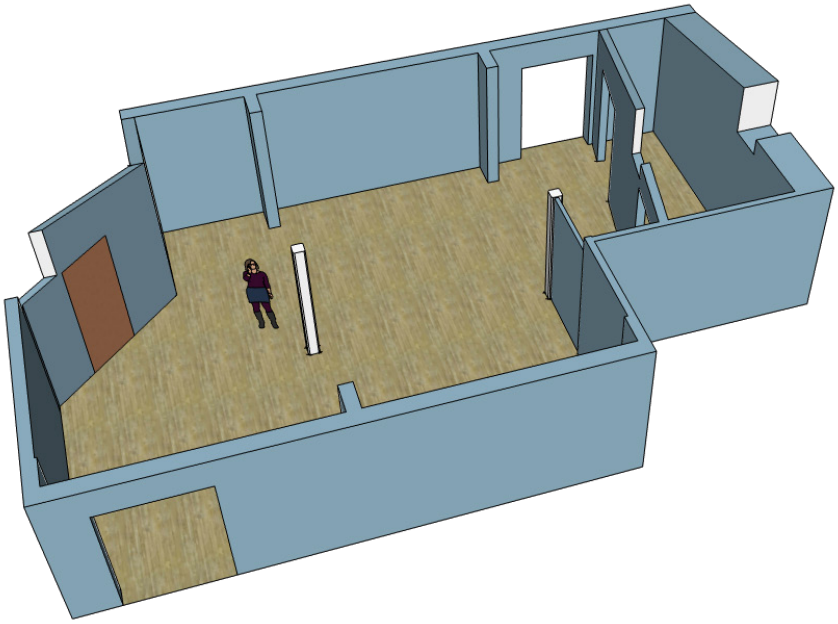
Basutställning inne på naturum är från 2007. En utställning om biologisk mångfald tillkom 2010 och husets största rum har fått en ny utställning om skogslandskapet som invigdes 2019.

Utsiktstornet som fanns på platsen togs ner 2018 då det sedan tidigare bedömts allt för nedgånget för att vara säkert för besökare. Under 2020 kommer arbetet med byggnationen av ett nytt och modernt torn starta.

Ett rum i utställningen på naturum är vigt åt geologin i Dalarna. Geologiutställningen ingår i basutställningen från 2007. Den behandlar geologin i hela Dalarna från fjällen till Bergslagen men saknar en fördjupning i den unika geologin kring Siljan. Informationen om meteoritnedslaget är inte tillräcklig för att kunna svara på våra nyfikna besökares frågor.

Under projektets gång så har Siljans Geopark bildats. Det har gjort det än mer angeläget med en utställning som fokuserar just på Siljansringen och som svarar till förväntningarna hos geoparkens besökare. Med en bra geologiutställning har naturum Dalarna stor potential att fungera som besökscenter i geoparken.

RUMMET som utställningen kommer att byggas i huserar redan i dag en geologiutställning. Rummet är 74 kvadratmeter stort. Rummet har inget eget estetiskt värde i form av arkitektur eller utsikt att beakta eller lyfta fram. I rummet finns fönster men de är övertäckta. Fördelen med det är att det ger goda möjligheter att ge rummet en spännande ljussättning som kan förstärka temat. Det gör också att det är möjligt att använda skärmar och projektioner i rummet.



TEMA

Meteoritnedslagets och dess påverkan på natur och kultur i Dalarna.

Vi vill att våra besökare ska förstå/tänka på att meteoritnedslaget var en enorm naturkatastrof som en gång skakade om hela Europa och att detta syns i landskapet än idag. Området har tack vare nedslaget en stor geologisk mångfald som i sin tur skapat bördiga jordar med både särpräglad natur och kultur. Om du ger dig ut på upptäcktsfärd i Siljansringen kan du upptäcka spåren och hur allt hänger samman.

SPECIFIKA TEMAN:

Geologisk mångfald

- som bidrar till den biologiska mångfalden i området

- som lockat geologer till området i flera hundra år

Landskapet

- hur det formats av nedslaget och andra geologiska processer

- Kopplat till odling och hur nedslaget "markberedde" och bidrog till exempel till att det finns mycket kalk i marken

Människan i kulturlandskapet idag

- sju kyrkor, rik trakt och bra potatisodling, koppling mellan geologi, landskap och identitet

ÄMNEN

Utställningen kommer att delas upp i fyra olika ämnen som genomsyras av ovanstående teman.

Det första ämnet handlar om själva meteoritnedslaget och är utgångspunkten i utställningen. Här vill vi visa på vilken enorm händelse det var och som saknar motsvarighet i övriga Europa. Vi berättar om effekterna av nedslaget. Effekter som påverkar området än idag.

Det andra ämnet fokuserar på de sedimentära bergarterna som har en unik förekomst i landskapet. Vilka processer gjorde att de tillkom och vilka processer har gjort att de finns kvar i Siljansringen. Vi berättar om hur förekomsten har påverkat landskapet och kulturen i området.

Det tredje ämnet handlar om de äldsta bergarterna i området som också är de vanligast förkommande idag. Här visar vi på de spännande processerna som format dessa bergarter och hur de påverkats av meteoritnedslaget.

Det fjärde ämnet rör istiderna som format landskapet till det vi ser idag. Även här knyter vi an till meteoritnedslaget som styrt isens och framförallt smältvattnets rörelser i landskapet och skapat särpräglade geologiska lämningar i området runt och nedströms Siljan.

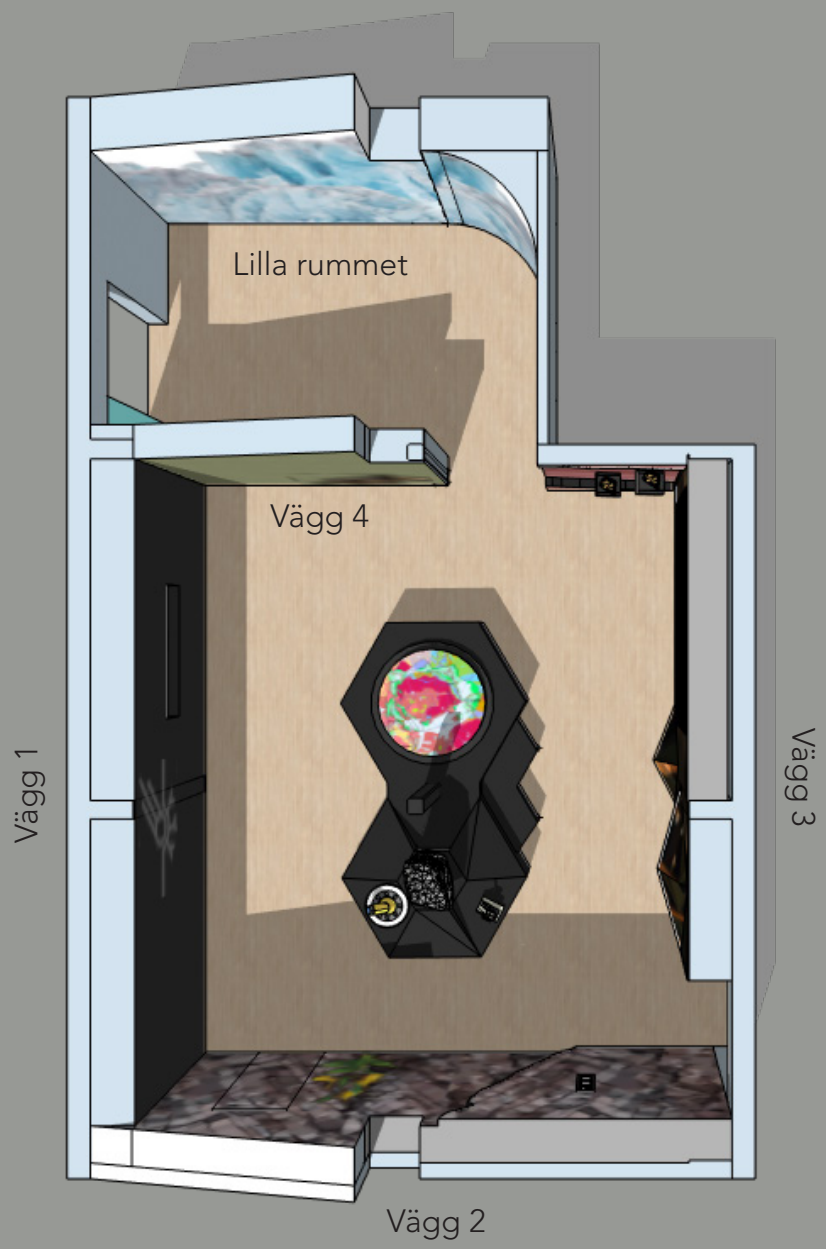
BESKRIVNING AV UTSTÄLLNINGENS INNEHÅLL

Alla rubriker i det här konceptet är arbetsrubriker och kan komma att ändras.

Utställningen kommer genomgående att vara tvåspråkig med svensk och engelsk översättning. För barn vill vi ta fram en audioguide. Här tänker vi oss att utställningen skulle kunna förmedlas från ett ”forskare berättar”-perspektiv. Där exempelvis en fiktiv geolog berättar om alla mysterier och fynd som finns i området.

Beskrivningen får betraktas som en vision. Under arbetets gång så kommer delar tillkomma men också falla bort. Vissa idéer kan komma visa sig vara svåra att genomföra i praktiken och kan komma att utformas på annat vis.

Detta är inledningen till ett längre förslag som har utarbetats av Länsstyrelsen Dalarnas län.



Geosite Klikten

Geosite Klikten - märkvärdig och unik

Klikten är geologiskt mycket intressant. Meteoritnedslaget som träffade Siljansområdet för ca 377 miljoner år sedan illustreras här genom en markant förkastningsbrant. Meteoriten gav också förutsättningar för ett natur- och kulturlandskap med mycket höga värden. Utsikten är intagande med åkrar och ängar, skogar, Siljan, blåa berg och röda stugor. Här finns vikingagravfält med kultplats, gamla kapellplatsen, Agnmyrens naturreservat, en liten gruva och Karl Lärka-stugan. Hembygdsgården är strategiskt belägen i anslutning till Klikten. Området hålls i hävd av betande kor, får och getter. Det är denna attraktiva helhet som gör Klikten så märkvärdig och unik.

Populärt utflyktsmål

Klikten är redan idag ett populärt utflyktsmål för ortsbor och besöksmål för turister. Den vackra naturen, kulturstigen, vikingarna, Karl Lärka, fåglar och grodor, skidspår och pulkabacke attraherar och fångar mångas intresse, gammal som ung. Och Klikten har potential för mer!

Många intressenter

Det är många intressenter inblandade i skötseln och utvecklingen av Klikten. De som äger och brukar marken är viktiga. I den kretsen finns privatpersoner, kommunen, Karl Lärka-stiftelsen och staten. Flera föreningar är engagerade, främst Hembygdsföreningen, Sockenföreningen, Karl Lärkas vänner och byalagen i Bengtsarvet och Utanmyra. Mora kommun och länsstyrelsen har viktiga roller och Region Dalarna bör få det. Nationella aktörer som Riksantikvarieämbetet, Naturvårdsverket och SGU har länge varit intresserade.

Geopark Siljan

Sveriges första geopark är bildad och där är Klikten med som en särskilt intressant plats, en sk geosite. För Sockenföreningen och Hembygdsföreningen är Klikten speciellt intressant både mer allmänt och som en del av den nya geoparken. Här ser vi att vi har goda möjligheter att bidra i ett utvecklingsarbete. Klikten ska utvecklas och göras bättre tillgänglig för både kommuninvånare och besökare utifrån. Klikten kan bli det specifika i marknadsföringen av Sollerön och viktigt också för hela kommunens attraktivitet. Gesundaberget är i dubbel bemärkelse den andra höjdpunkten, men där finns andra aktörer som kan ta extra tag i utvecklingen inom ramen för geoparken.

Samverkan viktig

Det är mycket bra med många intresserade och engagerade, men det ställer också krav på en god samverkan mellan dessa aktörer. Idag löper en del spår parallellt men det finns ändå kopplingar genom främst Sockenföreningens och Hembygdsföreningens engagemang. Nu när geoparken ar etablerad blir

det ännu viktigare att knyta samman planer och aktiviteter i en väl förpackad helhet. I de kontakter vi haft med länsstyrelsen, SGU med flera har just Kliktens samlade värden betonats med hela resan från meteoritnedslaget till dagens attraktiva natur- och kulturlandskap. Inom Sockenföreningen finns en liten arbetsgrupp för ”Geosite Klikten” av engagerade personer med olika kompetenser.

Det här är aktuellt.

- Beslut om att etablera Geopark Siljan som vår första nationella geopark fattades av SGU under försommaren 2019. Länsstyrelsen är den som ansökt, men också Region Dalarna får en viktig roll i utvecklingen av parken, tillsammans med kommunerna förstås. Klikten och Gesundaberget inom Sollerö socken samt Alderängarna strax norr om Mora finns utpekade som så kallade geositer inom kommunen.
- Agnmyren vid Klikten har nyligen fått status av naturreservat och det är bra. Vi har kontakt med länsstyrelsen om insatser för att bland annat informera och förbättra tillgängligheten.
- Sockenföreningen deltar som enda ideella aktör i Interreg-projektet Geologiskt arv i Inre Skandinavien, GEARS. SGU är projektägare och motsvarigheten i Norge projektledare. Berörda länsstyrelser på båda sidor gränsen deltar. Avsikten är att uppmärksamma och marknadsföra tre geologiskt intressanta områden: Siljansringen, Fulufjället samt Folldal i Norge. En utlöpare är projektet Kunskapsbaserad turism i Inre Skandinavien, där Sockenföreningen också deltar. Virtuell teknik är en spännande del av detta projekt. Ansökan om ett delvis uppföljande Interreg-projekt, GNIST, har skickats in där Sockenföreningen också är med på ett hörn.
- Vikingagravfältet har fått en specifik attraktion genom en vikingatida kultplats, en så kallad harg. Enkla arkeologiska undersökningar har gjorts och mer ingående sådana sker sommaren 2020.
- Hembygdsföreningen har genomfört delar av restaureringen av hembygdsgården och kommer under sommaren 2020 att bygga en handikappanpassad toalett och inreda ett visningsrum för pengar från Landsbygdsprogrammet och med kommunal medfinansiering.
- Karl Lärka-stugan med tillhörande mark är för närvarande föremål för en successiv upprustning genom kommunens försorg och med hjälp av ideella krafter.
- Planer finns på att utvidga betningen av Klikten och stängsla ett större område. Lona-medel har sökts, men tyvärr fanns inga pengar för 2019.

Det här ska göras

- Vårda Kliktens olika värden och utveckla attraktionerna.
- Geologiska och arkeologiska undersökningar för att öka kunskapen om området, en markradarundersökning sommaren 2020.
- Fysiskt och virtuellt visa geologin, naturen, vikingagravar mm.
- Säkra och förbättra skötseln av kulturlandskapet genom betning och stängsling, röjning och gallring.
- Producera nytt och kompletterande kunskaps- och informationsmaterial om Kliktens olika attraktioner kopplat till nya rön i omvärlden.
- Information om Siljansringen med geositerna och en geologisk resa i tid och rum västerut till Fulufjället och Folldal.
- Koppla an till Naturrummet i Siljansnäs för gemensam marknadsföring.
- Informativ skyltning som kompletterar den befintliga.
- Kunskapspunkter baserade på bla virtuell teknik.
- Fylla visningslokalen på hembygdsgården med spännande information.
- Förbättra tillgängligheten genom vägvisning och parkeringar.

- Knyta an till strandstigen, Ångbåtsbryggan och Norrviken
- Bygga ett enkelt vikinga-/långhus vid kulturstigen mot Klikten
- Utbilda guider som kan berika upplevelsen av geologin, floran, faunan och historien
- Utveckla den turistiska infrastrukturen på Sollerön som kompletterar Klikten med bättre möjligheter till mat, logi och aktiviteter.

De resurser som idag finns att tillgå ekonomiskt och personellt är knappa. De avser också begränsade delar av det som behöver göras eller forskning och förstudier. Det är därför viktigt att både knyta an enskildheterna till helheten och göra verkstad av forskningen och förberedande arbeten. För att åstadkomma det behövs ekonomiska resurser för att leda och koordinera en utvecklingsprocess under ett par år. Vi har sökt medel men utan resultat.

Sollerö hembygdsförening - Besökscentrum för kultur- och naturmiljö

Vision

Sollerö hembygdsgård ska vara en mötesplats och ett nav för kunskap om bygdens historia.

Projektets syfte

Hembygdsgården är i sig ett friluftsmuseum, med gamla timmerbyggnader, samlingar och databaser. Investeringens övergripande syfte är att öka hembygdsgårdens attraktionskraft för såväl besökande som bofasta.

Som besökare på Sollerön ska hembygdsgården vara den naturliga plats man söker sig till för att finna information om bygdens historia, kultur och natur, samt för att hitta tips om upplevelser och sevärdheter i området. För bofasta ska hembygdsgården utvecklas som museum för den egna hembygdens historia samt vara en resurs för olika kulturella evenemang.

Specifika mål

- Hembygdsföreningens befintliga byggnader, inklusive gärdesgårdar, vid hembygdsgården på Sollerön samt vid fäbodstället i Gesunda och vid Mångbro skvaltkvarn på fastlandet, repareras och renoveras enligt den behovsinventering som genomfördes 2015 (Bilaga 1).
- Vid hembygdsgården på Sollerön uppförs en ny byggnad som innehåller en utställnings- och informationslokal – ett besökscentrum.
- I anslutning till besökscentrum uppförs en handikappanpassad toalett.

Sollerö hembygdsförening

Sollerö hembygdsförening bildades 1915 och firade alltså 100-årsjubileum under 2015. En av initiativtagarna till att bilda förening var den outtröttlige hembygdsvårdaren Karl Lärka. Upptäckten av det stora järnåldersgravfältet på Sollerön på 1920-talet kom att prägla hembygdsföreningens arbete och 1928 förvärvade föreningen en gammal gårdsplats i direkt anslutning till gravfältet, där så småningom hembygdsgården uppfördes. Gårdens byggnader ger en god bild av hur ett hemman kunde se ut i det gamla bondesamhället på Sollerön.

Att bedriva jordbruk på en ö har dock sina begränsningar – när befolkningen expanderar bli det till slut brist på tillgänglig odlingsmark! Med början under 1500-talet, men framför allt under 1600- och 1700-talen utvecklades på Sollerön därför ett intrikat system av fäbodbruk, med hemgårdar på ön; hemfäbodar vid stränderna på fastlandet, mellanfäbodar i gynnsamma odlingslägen i skogen västerut; och långfäbodar som kunde ligga åtskilliga mil bort och som främst utnyttjades för skogsbete. Förflyttningen av betesdjur mellan ön och fäbodarna var starkt reglerad och medförde att delar av befolkningen levde ett sorts nomadliv under en stor del av året. Hembygdsförening har i sin ägo ett välbevarat fäbodställe i byn Gesunda på fastlandet. Fäbodgården är i princip en mindre och enklare kopia av hemgården på Sollerön. Föreningen förvaltar även en byggnad i Sälens fäbodar, som motsvarar de enklare byggnader som användes i långfäbodarna, samt en skvaltkvarn med tillhörande byggnader vid Mångbro. Genom att besöka och uppleva dessa platser kan man få en inblick i hur det var att leva i detta komplicerade och i många stycken unika fäbodsystem.

Hembygdsgården på Sollerön hålls öppen för besökande från midsommar och ca två månader framåt. Här finns också ett litet kafé som drivs av frivilliga krafter. I övrigt används föreningens olika anläggningar för sammankomster och evenemang, varav midsommarfirandet på hembygdsgården är i särklass störst och lockar flera tusen besökare varje år. Andra återkommande aktiviteter är musik-aftnar, berättarkvällar och hantverksdagar. Vid vissa evenemang utnyttjas hemfäboden i Gesunda. Varje år sedan 1985 arrangerar hembygdsföreningen en kvarndag vid Mångbro skvarn, då startas båda skvaltkvarnarna och konsten att mala mjöl med hjälp av denna gamla teknik förevisas för allmänheten.

Under 100-årsjubiléet 2015 arrangerade Hembygdsföreningen en hel vecka full av olika aktiviteter. Detta blev mycket uppskattat och upprepades under sommaren 2016. Föreningen avser att detta ska bli en årligen återkommande hembygdsvecka under juli månad. Nedan är ett axplock av de aktiviteter som genomförts under veckan:

- Vikingaliv, med föreläsningar, prova-på-aktiviteter och lajv på hembygdsgården;
- Båtens dag på Siljan, med uppvisning av vikingabåtar, kyrkbåtar och ångbåtar;
- Matkultur, med tunnbrödsbakning och provsmakning av traditionella maträtter samt underhållning på fäbodgården i Gesunda;
- Slåtterdag vid hembygdsgården;
- Fäboddag i Flenarna, med föredrag, blomstervandring och kulning;
- Kvarndag vid Mångbro skvaltkvarn;
- Hantverksdag vid hembygdsgården;
- Folkdräktens dag vid hembygdsgården, med föreläsning och uppvisning.

Hembygdsgården, fäbodgården i Gesunda och skvaltkvarnen vid Mångbro är viktiga ”arenor” för dessa aktiviteter. Allt arbete sker ideellt och de relativt blygsamma intäkter som kommer in återförs till verksamheten och bekostar bland annat en deltidsanställd vaktmästare som sköter enklare, löpande underhåll och gräsklippning.

Projektets genomförande

Renovering

Föreningens byggnader och anläggningar behöver en omfattande upprustning (se Bilaga 1). På de flesta tak behöver takbrädor bytas och många tak har spruckna tegelpannor. Flera av byggnaderna har sjunkit ner i marken och riskerar få röta i nedersta stockvarv. För några av byggnaderna är läget akut.

Enklare åtgärder som byte av takbrädor och trasiga tegelpannor genomförs av föreningens medlemmar under sommarmånaderna 2017 och 2018. Det uppskattade värdet av eget arbete är beräknat enligt schablon och redovisas i budget. Medel söks för samtliga materialkostnader.

Mer omfattande åtgärder som lyftning och riktning av timmerstommar, byte av stockar, samt uppförande av ny gärdesgård, måste utföras av specialister. Offerter ligger till grund för uppskattning av dessa kostnader och arbetet är tänkt att utföras under 2017 och 2018.

Nytt besökscentrum

En ny timmerbyggnad uppförs på hembygdsgården under 2017. Byggnaden ska innehålla en utställningslokal och fungera som ett besökscentrum – en länk mellan hembygdsgården och besöksmål i omgivningen.

Det betespräglade kulturlandskap som omger hembygdsgården är klassat som riksintresse och sträcker sig ner till naturskyddsområdet vid Agnmyren och den gamla gruvan vid naturminnet Klikten. Hembygdsgården är också utgångspunkt för områdets natur- och kulturstig (http://www.sollero-hembygd.se/kulturstigen/). Stigen är delvis handikappanpassad och har informationsskyltar som beskriver några av de mest intressanta platserna. En vandring på den 3 km långa slingan är en resa i tid och rum – från stenålder till nutid. Vid Agnmyren finns spår av de första människornas lägerplatser under stenålder, medan järnåldersgravfältet (Dalarnas största) ger bevis för mer permanenta bosättningar. De praktsvärd från vikingatid som hittats här, och som idag kan beskådas på Historiska Museet i Stockholm, antyder att området vid Agnmyren/Klikten var en viktig och central plats för Ovansiljans befolkning under järnålder. Här låg förmodligen en tidig kultplats och här låg bygdens första kristna kapell.

Besökscentrum ska bland annat fungera som en portal till natur- och kulturstigen. Det informationsmaterial som presenteras här ska locka besökaren att vandra stigen för att berika sin upplevelse med nya intryck och ytterligare information. Natur- och kulturstigens nuvarande innehåll och sträckning är idag ett samarbete mellan Sollerö hembygdsförening; Sollerö sockenförening; Länsstyrelsens naturvårdsenhet (Jens Montelius Risberg); Mora kommun, Miljökontoret (naturvård); samt Mora kulturförvaltning (Lärkastugan). Detta samarbete ska stärkas och utvecklas via besökscentrum.

Sollerön, och speciellt området runt Agnmyren/Klikten, är också intressant ur ett geologiskt perspektiv. Denna dimension av Solleröns natur- och kulturhistoria ska vi utforska, utveckla och presentera i besökscentrum i samarbete med andra aktörer:

- **Geopark Siljansringen** är ett initiativ som drivs av Länsstyrelsen Dalarna. Inom geoparken pekas så kallade *Geosites* ut som särskilt intressanta besöksmål. Två av dessa *Geosites* ligger inom Sollerö socken: Agnmyren/Klikten är det ena och Gesundaberget är det andra.
- **Geologiskt Arv i Indre Skandinavien (GEARS)** är ett InterReg-projekt som drivs av Sveriges och Norges respektive geologiska undersökningar (SGU och NGU). Sollerö sockenförening deltar i projektets Arbetspaket 5, där Sollerön ska utgöra ett särskilt försöksområde för innovativa entreprenörer att utveckla platsen som geologiskt besöksmål. Arbetspaket 5 leds av Länsstyrelsen Dalarna (Henny Sahlin).

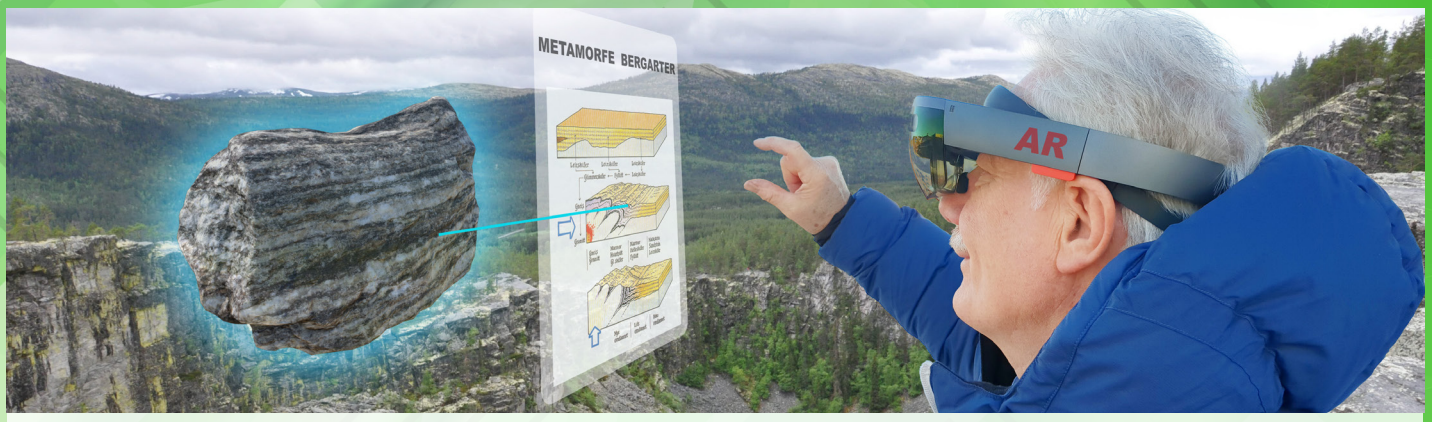
Handikapptoalett

Hembygdsgården är i akut behov av en toalett (idag finns endast ett dåligt fungerande gammaldags torrdass). Under 2017 ska en ny byggnad uppföras med en modern handikappanpassad torrtoalett.

Budget

Se separat dokument

Stories of Geological Heritage using Virtual & Augmented Reality Technology (VR / AR)



Abstract
New ways to communicate geological heritage are the use of VR and AR technology. With Augmented Reality (AR) it is possible to add virtual elements in the real world by looking for objects that are not physically present in the space.

A mobile phone can be used as a device for AR. By pointing the camera on it against a location, one can look through the phone by looking at the screen. It will display the real world in addition to one or many virtual objects layer on top. It is also possible to use AR-glasses where virtual elements (or holograms) are projected on to the glasses, blending virtual elements with the reality.

With Virtual Reality (VR), one is omitted from the real world and immersed in a virtual world. With a headset you only see the virtual world and with controls you can maneuver in this world.

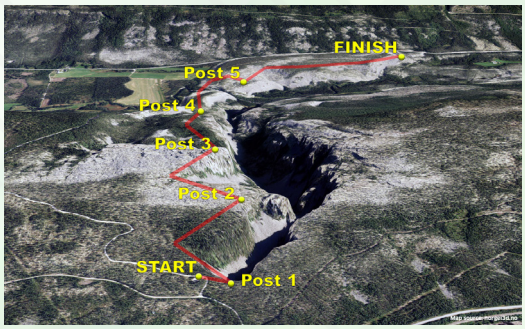
Both VR and AR are suitable as knowledge providers for dissemination to geo-tourists, AR for both off-site and on-site interpretation, while VR for off-site presentations. Both technologies will have great potential for creating new jobs in tourism.

Inland Norway University, Norway's Geological Survey, Sweden's Geological Survey, and others, is working on a pilot project GEARS to test VR / AR technology at selected locations in Inner Scandinavia: a) Jutulhogget in Hedmark, Norway, one of Scandinavia's largest canyons and b) Siljanringen in Dalarna, Sweden, which is Northern Europe's largest meteorite crater.

These new technologies allow you to reconstruct the formation of these areas and experience this through VR & AR technology while on the spot. This will provide a truly unique experience through a new dimension.

1. Launch the GEO-App → **2. Pick your location** → **3. Watch a video presentation in 360°on VR** → **4. Get inspired and travel to visit the location** →

5. Follow the trail - post to post



6. Learn about the geological phenomena through AR projections on location

Main goals
Strengthen tourism in Scandinavia through new dissemination platforms for tourist attractions.

Part-goals
Develop at least one game-based roundabout at two defined locations - Jutulhogget and
Siljanringen, and to map suitability to different new technical dissemination platforms.

Investigate the potential of tourism, government and municipalities in the region to use new
technology (AR / VR) to achieve greater value creation.

Investigate tourists' experiences of AR and VR compared to traditional dissemination of natural and cultural attractions.

AUTHOR CONTACT
Terje Motrøen, (photo+text), Associate Professor, Inland Norway University of Applied Sciences,
E-mail: terje.motroen@inn.no
Bård Gunnerud-Åhlén, (photo+graphics), Associate Professor, , Inland Norway University of Applied Sciences,
E-mail: bard.gunnerud-ahlen@inn.no

Interreg Sverige-Norge · Europeiska regionala utvecklingsfonden · EUROPEISKA UNIONEN · SGU Sveriges geologiska undersökning Geological Survey of Sweden · Geological Survey of Norway - NGU - · Hedmark Fylkeskommune · INN Inland Norway University of Applied Sciences · Länsstyrelsen Dalarnas län · Fylkesmannen i Hedmark · Stiftelsen Folldal Gruver · NINA

Fulufjellet - norsk side

Hovedinntrykk

Fjellplatå med blokkmark, dalsider og dalbunn med morene. Noe fast fjell i skrenter og elvedaler og elveløp i åssidene.

Berggrunn

Meget vanskelig å finne eksponert fjell. For å få et inntrykk av Trysilsandsteinen er det to muligheter: se på løse steiner på stiene opp på Fulufjell og besøke de få steder der det finnes mer sammenhengende, godt synlige sekvenser av sandstein. Jeg tror gjenkjenning er en nøkkel - det å kjenne igjen strukturer i sandsteinen som kan fortelle noe om fortidens miljø og klima. Hva betyr bølgerifler og tørkesprekker?

Vulkanske bergarter under sandsteinen: hittil har jeg sett en blotning som er meget bra for geologer (ryolitt eller welded tuff??) men for andre tror jeg den ikke er særlig bra. Så hittil er utbyttet magert på norsk side her...

Overgang sandstein og underlag: Hittil ingen gode steder, men et lavt nivå av sandsteinen er definert av konglomerat og jaspislag (det finnes folk som kjenner til årsaken til dette bedre enn meg). Det fine er at jaspisen ble benyttet til redskap i steinalderen, og lokalitet er godt tilrettelagt.

Kvartærgeologi

Er fascinert av platået med blokkmark og sigmoidale strukturer som jeg ikke hvet hva betyr. Dannelse av blokkmark er også interessant, fra initiell oppsprekning til løse blokker. Det er noe uvanlig og etter mitt inntrykk veldig gammelt her.

Flyttblokker: lava (tror det er porfyr fra dalen). Kanskje dumt spørsmål; men hvordan har de kommet opp på Fulufjell?

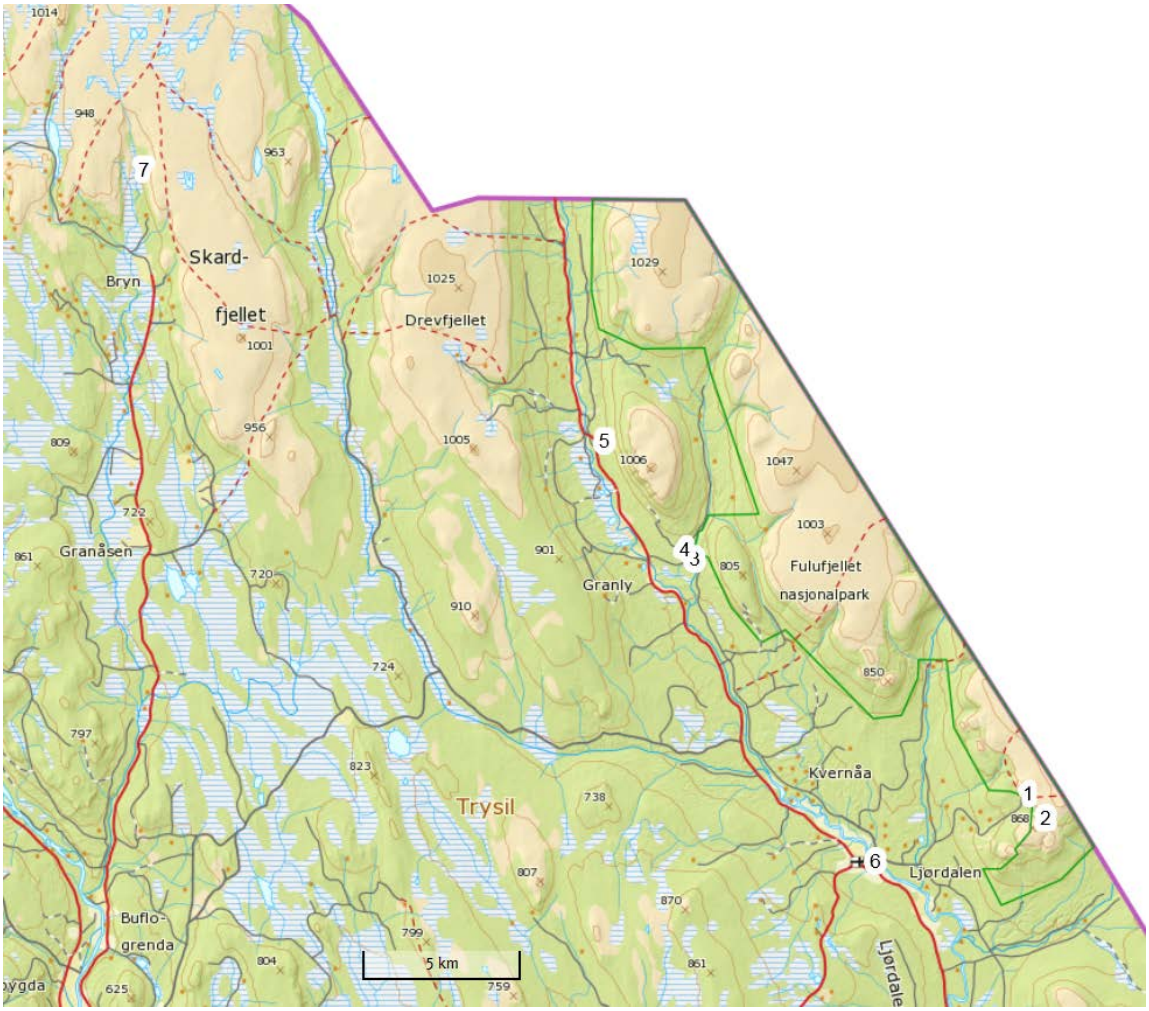
Sprekkedaler: markerte sprekkedaler på sørvest-siden. Svært markerte, er dette sprekkedaler som blir mektige spylerenner? Men når?

Ressurser

På norsk side er det bygningssten og jaspis som er hovedressurser. Det skal også være et kvartsbrudd. Interessant det jeg fikk vite av dere i Sverige om brynesten, det er en fin historie, skulle gjerne vite mer. Det er steder på norsk side som heter Bryn og slikt, og det er også nevnt brynesten. Er dette siltsteiner? Og selvsagt porfyr på svensk side.

Geosteder

Jeg har merket av 7 geosteder, som vist på kartet under.



1: sti fra inngang til nasjonalpark til toppen av platået/riksgrensen (linje), 2: Styggskåra med mulig påplussning over grensen, 3: Bråtåfallet (område), 4: Bergådalen (punkt), 5: Skora (punkt), 6: Tryslingen (punkt), 7: Brynhøsætra jaspisbrudd (punkt)

3:

1. Stien fra nasjonalparksenter (Storbekkåsen) til Brynflået (her er det bryner igjen...)

Dette er en sti fra den norske offisielle inngangen til nasjonalparken (markert med bautaer i dalasandstein og piknik-sted bygget av samme) til toppen av Fulufjell - riksgrensen. Det er en mye brukt sti og en del av kommunens toppturer.

Den begynner med inngangen til parken; bauta og oppmuret piknik-sted, en del strukturer å se i sandsteinen. Stien går bratt oppover til platået i et lite skar med sandsteinslag på begge sider.

På stien opp til grensen kan man se mange løse steiner og blokker med diverse sedimentære strukturer, og på grensen har folk bygget varder og slikt der vi kan se mange varianter av sandstein. Platået i seg selv med blokkmark og strukturen i den kan trolig også formidles. Flere "imigranter" kan sees på veien - dvs. enkelte isolerte porfyrblokker i mellom all sandsteinen.

Hvor gammel er den?

Hvorfor er det bare løse steiner?

Hvorfor er det helt flatt oppå og bratte sider ned mot Dalen?

Hvordan har de fremmede blokkene havnet her?

Inngangen til nasjonalparken, merket med bautaer av Trysilsandstein

Piknik-plass ved inngangen bygget av sandstein.

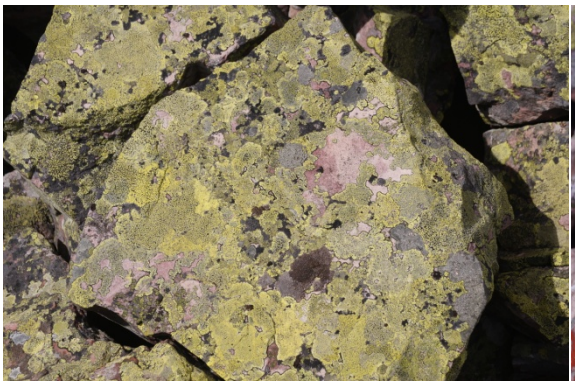
Grensen på Fulufjellet.

Fra platået på Fulufjellet

Vulkansk stein i midten, flyttblokk.

Sedimentære strukturer i sandsteinsblokker på vei opp: plane sjikt (oppe venstre), erosjonskanal kutter slumpfold (oppe høyre), forskjellige skråsjikt som eroderes av kanal (nede)

In situ-oppsprekning av sandsteinen, forskjellige stadier



Ulike typer lav på sandsteinen.

2. Styggskåra, bratt dal sydøst for inngangen til nasjonalparken

Markert og bratt dalsøkk, trolig modifisert sprekkedal. Fra Gunnel fikk jeg vite at i denne finnes det fangstgroper og at man kan gå gjennom denne og videre til brynebrudd på svensk side. Dette tror jeg vil være en veldig fin løype. Det kan være interessant å se denne i sammenheng med to parallelle daler litt mer mot nordvest, merkelige morfologiske strukturer; ser ut som svære spylerenner. Sør for Styggskåra ser det ut til å være en ur der materialet har havnet. Hva synes kvartærgeologene?

Hvorfor er dette (disse) skårene her på sydvestsiden av Fulufjell?

Hvilke prosesser førte til dannelsen av dem?

Styggskåra

Styggskåra i syd, andre bratte daler i nord.

3. Bråtåfallet

Fantastisk lokalitet, område langs elva.

Trappetrinn med fossefall oppover elva. Godt tilrettelagt skilting og stier, piknik-område. Trappetrinnsfossene skyldes nær flattligende sandsteinslag, og her får man virkelig sett ulike aspekter med Trysilsandsteinen. Sti langs elva.

Her kan man gå og kjenne igjen forskjellige strukturer i sandsteinen. Meget bra geosted, og allerede fint tilrettelagt. Kan kvalifisere som nasjonalt viktig.

Fallene ved Bråtåfallet. Trappetrinn i nær horisontale sandsteinslag

Lagflate med ulike typer rifler.

Store rifler på lagflate

Tørkesprekker i sandstein (vesntre) og i dagens terreng

4. Bergådalen

Et lite brudd langs veien der det er foldet sandstein. Lokaliteten er fin, og vi ser tydelig foldestrukturene, men pga tilgroing og slikt mister den mye av formidlingsverdien. Her må renskes og ordnes.

Relativt usynlig lokalitet grunnet overvokst

5. Skora

Gammelt steinbrudd i Trysilsandstein, bruddvegger og blokker viser mye av sandsteinen. Men ikke på langt nær så bra som Bråtåfallet. Noe risiko knyttet til stablete blokker.

Steinbruddet ved Skora

To typer kryssjikt i sandsteinsblokker i bruddet. Ser vi eolisk til høyre?

6. Tryslingen

Camping/hytter med parti langs elv der mange moreneblokker er plassert. Dette gir et godt inntrykk av varianter av Trysilsandstein og vulkanske bergarter under (porfyrer).

Moreneblokker samlet - her finnes både bergarter fra det vulkanske underlaget og av trysilsandstein.

7. Brynhøsætra Jaspisbrudd

Meget godt tilrettelagt og skiltet sti inn til steinalder jaspisbrudd. God informasjon og skilting. Ca. 2,3 km fra godt skiltet parkeringsplass. Synlig og god lokalitet, selv om lite annet enn bruddveggene er synlig. Profesjonell skilting med rekonstruksjoner.

Hvorfor er jaspis her? det er et spørsmål som ikke er forklart.

Bruddvegg i jaspsibruddet samt en av informasjonsplakatene

Rød jaspis dekket av lav

Konklusjoner

Fulufjellet har flere historier. Om berggrunnen (urgammelt terreng og paleomiljø), om istider (platået som en hukommelse på repeterende istider), om morfologi (med fare for å overdrive - men ideen om Fulufjell som et "ur-inselberg" på et urgammelt peneplan som siden er modifisert men også repetert i seinere prosesser er besnærende), om ressurser (brynestein, jaspis, sandstein, porfyr).

Geosteder: 1, 2 og 3 er meget gode geosteder, de to første bør vurderes i sammenheng med svensk side. 7 er også meget bra og godt tilrettelagt, men noe perifer i forhold til parken. 4 er et greit punkt, men må ryddes og skjøttes. 5 og 6 er litt "add on", kanskje unødvendige.

Formidling: for berggrunnen har jeg tro på gjenkjenning og oppdagelse; hvordan det vi ser inne i sandsteinen kan forklare landskap og miljø for halvannen milliard år siden. Kan vi få folk til å oppdage slike ting? Som at observasjoner på ulike steder gir tilsammen et komplett puslespill. Istider: området synes for meg veldig egnet til å vise repeterende istider; kan vi foredle dette? Hvordan skal vi gripe tak i landskapsutvikling over tid, blokkmarkutvikling? Ressurser og kultur: fra steinalder til nåtid, fra fangstgroper og jaspisbrudd til moderne sandsteinsbrudd: menneskets interaksjon med de berggrunnsgeologiske og morfologiske ressursene knyttet til Fulufjell.

Forvaltning: noen utfordringer med steder utenfor selve nasjonalparkgrensen, særlig de som forteller viktige biter av historien til det som ligger innenfor.

Om metodikk: vår metodikk fungerte brukbart, men jeg ønsker å komme tilbake til detaljer i dette.

Veien videre: binde sammen norsk og svensk side til en helhet med gode og illustrerende geosteder; utvikle gode formidlingsprodukter - fokus på landskap - fra urlandskap til moderne.

Norsk side er begrenset, men sammen med svensk side kan vi utvikle veldig gode ting. Jeg tror vi kan gi stor merverdi til parkens opprinnelse, et felles tak for å utvikle en felles formidling.

Fulufjället fältvecka GEARS 2018

Gemensam exkursion, Klorans dalgång, onsdag 19 september em

På eftermiddagen gjordes fältbesök till Klorans dalgång där projektmedlemmarnas perspektiv på platsen diskuterades och kunde bilda planeringsgrund för hur GEARS ska hantera olika perpektiv på hur platser ska lyftas och förmedlas. Detta skedde inom projektets WP2 kommunikation.

Alla var överens om att platsen är fantastiskt fin, spännande och trolsk. Den bjuder på många värden och berättelser.

Sandstensblottningens geologiska värde utgörs av att det är den enda idag kända blottningen av denna sandstensfacies i Dalasandstenen. Den utgör också ett viktigt kompletterande värde, eftersom detta tidsavsnitt i avsättningen inte finns i sandstenen uppe på Fulufjället. Den bygger på sedimentationsberättelsen. Hela Kloran uppvisar i sig också en kontinuerlig lagerföljd och berättar om paleomiljöer under avsättningen. Stratigrafiskt läge är dock lite oklart.

Det norska perspektivet ger andra infallsvinklar, om man ser till platsens klassificering. Utifrån landskapsklassificering med höjdskillnader – gradient – som värde/parameter, är Klorans dalgång inget märkvärdigt alls. ”Liten, vanlig, ganska fin”. Enligt norsk naturtypsklass är platsen ett typiskt *skogsbäckeklyft* och innehåller ekologiska och sedimentologiska signaler.

Ekologiskt är det här för oss en ovanlig och värdefull miljö som bjuder på speciella livsbetingelser. Den katastrofartade händelse som skapat miljön är en naturlig störning, som gett möjlighet att betrakta naturens återgång. Det gör platsen värdefull och viktig för att förstå naturens gång och processer, på samma sätt som en skogsbrand ger denna möjlighet. Det finns alltså geoprocesser med ekologiska kopplingar, vilket är det perspektiv som uppmärksammas av Länsstyrelsen.

Mycket kan kopplas och platsen har därför tvärvetenskapliga värden. Ett slipstensbrott ska ha funnits någonstans i Klorans dalgång, men inga spår finns kvar idag.

Skötselbehov diskuterades och vi kunde se flera aspekter. Skötsel = röjning/vegetationsrensning behövs om man ser till den geologiska sandstensblottningen, landskapet och pedagogiska skäl. Detta gäller även själva åfåran och inte minst förkastningen. Sådan skötsel ska å andra sidan absolut inte förekomma om man i stället ser till de ekologiska värdena där själva undvikandet av ingrepp är poängen.

För att lyfta platsen behövs just information om hela berättelsen, från sedimentens avsättning till miljön idag, för att ge Fulufjällets berättelse en större dimension. En förkastning/deformationszon berättar en helt annan berättelse som kan åskådliggöras med hjälp av både plats och hjälpmedel som bilder och höjddata. Det är vidare värdefullt att lyfta att dalgången som erosionsform har utvecklats under lång tid, inte bara som ett resultat av en katastrofhändelse, utan som ett landskapselement. Man behöver också lyfta geoprocesserna och den geologiska mångfalden som grund för andra processer. Runt själva dalgången är det också späckat med kvartära bildningar som formar den omgivande naturen. Jämförelser med andra dalgångar på Fulufjällets sida ger också sammanhang och processförståelse. Budskapet att de formats under lång tid och att katastrofhändelser återkommer ger perspektiv på geoprocesserna.

Fulufjället fältvecka GEARS 2018

Utvärderingsdag och exkursion, runt Fulufjället, torsdag 20 september

Utvärderingsdag för svenska–norska förmedlingsinsatser. Syftet var att testa erfarenheter, lära av varandra så att vi kan arbeta mot en gemensam förståelse inom projektet. Rolv Dahl och Tom Heldal, NGU, Lars Erikstad, NINA, Sylvia Smith-Meyer, ProGEO, Håkan Grudd, Sollerö sockenförening, Linda Wickström, Claes Mellqvist, Gunnel Ransed och Sven Lundqvist, SGU, samt Terje Motrøen, INN, exkurerade runt Fulufjället. Vi besökte Länsstyrelsens utsiktsplats över Fulufjället, Strupforsen och Norra Näsfjällsåsen på den svenska sidan, samt Styggskora, Bråtafallet och Bergådalen på den norska sidan. Projektmedlemmarnas perspektiv på platserna diskuterades, och planering för fortsatta priofrågor kunde ske löpande.

Länsstyrelsens utsiktsplats över Fulufjället. På den här platsen diskuterade vi hur platsen kunde förbättras med avseende på hur geologisk information kunde presenteras bättre och hur geologisk information kunde förtydliga områdets kvaliteter och berättelse.
Generellt: Platsen ägs av länsstyrelsen, men inte naturmarken runtomkring. Det växer träd som skymmer utsikt, vilket utgör en ansvarsfråga.
Platsen är en parkeringsplats med två stycken stående skyltar/infotavlor och en liggande orienterings-/utsiktskarta. Våra tankar och förbättringsförslag presenteras i eget dokument.

Strupforsen. Öjebasalt. Renspolade hällar i myrmark, några minuters promenad från parkering vid forsen.

Lokalen sammanfattar mycket (allt?) av det man kan se i Öjebasalt och den är därför komplett vad gäller de olika karaktärer som definierar Öjebasalt. Bergartens variationer berättar en viktig del av basaltprocesser. Karaktärerna visar
- Närhet till kontakt mot sandsten. Sandsten uppträder som xenolither. Kvarts uppträder som sprickfyllnader, körtlar och hålrumsfyllnader.
- Stor variationsrikedom av plagioklasströkornens storlek och form.
- Lavaflödets utseendevariation och strukturer.

Lokalen har ett stort pedagogiskt värde genom bergartens tydliga exponering. Den har ett medelhögt besöksvärde, dock med närhet till parkering, grusväg, utsiktspunkt och ev. våffelstuga.

För att lyfta fram platsen föreslås skötselåtgärder:
- Markera stig fram till hällarna.
- Rensa lav och mossa
- Sätt upp skylt vid parkering
- Visa foton och text om lokalen på utsiktsplatsen, Naturum och i broschyrer.

Olika geologiska berättelser har format området i stort och smått. Berghällarna är mjukt skulpterade av inlandsis och isens smältvatten. Myrmarken utgör en sänka som är en glacial smältvattenränna. Att hällarna är exponerade och fria från myrvegetationen, har antagits vara ett resultat av ovädret och översvämningens katastrofflöde 1997. Det faktum att laven är borta också visar att årliga vårfloder förmodligen tvättar rent hällarna regelbundet.

Norra Näsfjällsåsen. Skärning inne i snåren vid grusväg.

I skärningen finns lagrad sandsten, som visar synsedimentära strukturer. Man kan se slumping och kollapsstrukturer.

Lokalen har ett högt pedagogiskt värde för undervisning, men utan kunskap om var i sedimentpacken och det geologiska sammanhanget detta avsnitt hör hemma, fungerar lokalen pedagogiskt enbart för att visa processer, inte för att visa geologisk historia.

Lokalen bedöms ha ett lågt besöksvärde.

Norska porten till Fulufjellets nasjonalpark. Nationalparksentrén.

Eftersom det är nationalparkens entré är platsen ambitiöst iordningsställd. Vi ägnade diskussionerna åt att jämföra med svenska åtgärder och informationsinsatser.

Vi kunde konstatera att det var fint iordninggjort. Skyltarna höll hög kvalitet, där geologi fick lika stort utrymme som biologi. Vi var överens om att vi ville få bort en del träd för utsiktens skull. Trysilsandstenen hade verkligen utnyttjats och lyfts fram i entréns olika konstruktioner.

Bråtafallet. Detta vattendrag med trappstegsforsar ingår i Fulufjellets Nasjonalpark.

Sandstenen visar många och tydliga sedimentära strukturer, med lager som stupar generellt brantare än på den svenska sidan och med små och stora böljeslagsmärken. En del veck finns exponerade och ett veck med ett så kallat hinge break är synligt i forskanten. Dessa karaktärer kompletterar de på den svenska sidan och kan utnyttjas för att bygga på den geologiska historien. Kan bedömas vara nationellt viktig.

Området är mycket vackert och det finns stigar, vindskydd, grillplats och skyltar uppsatta. Mycket att se och uppleva. Värt att notera är att nationalparksgränsen går i princip exakt längs älven, vilket innebär att grillplatsen etc. ligger *utanför* nationalparken. Den geologiska skyltinformationen är inte korrekt och behöver uppdateras för att bli bra. Ansvariga för dessa skyltar är inte angivet. Nationalparken borde ha ansvar för att skyltar sätts upp för alla utpekade besöksmål inom nationalparksområdet och det borde alltså vara nationalparksnivå på skyltar.

Bergådalen. Grävd skärning utanför nationalparksgräns, vid grusväg till Bråtafallet.

Sandstenen visar ett stort veck med ett hinge break – en plastisk deformation som pressats till sprött brott. Det är den enda platsen i Trysilsandstenen som är känd med ett veck av den här storleken och där processen visas så tydligt. Bergarten och vecket visar kall deformation, men tillräckligt varm för att veckning ska ha skett och för att förskiffring i zoner ska ha utvecklats (i vinkel mot lagring). Lokalen har stort pedagogiskt värde och stort värde för dokumentation av den geologiska historien.

Platsen är övervuxen och behöver röjas. En del nedrasat material behöver grävas bort. Ansvaret för platsen är okänt. Vem borde ha ansvar för platsen och hur får man myndigheter att ta ansvar för platsen? Platsen kan bli föremål för framtida skydd.

Det finns en skylthållare uppsatt, men utan information isatt. Ett år tidigare fanns information isatt(!). Det är okänt vilken ansvarig organisation som låg bakom och vem som tagit bort informationen.

Fulufjället fältvecka GEARS 2018

Sammanställning av synpunkter om Utsiktsplatsen vid Fulufjället, torsdag 20 september.

Länsstyrelsen har ställt i ordning en utsiktsplats med vy mot Fulufjället. Syftet med besöket var att bedöma platsens potential och ge förslag på förbättringar, vad gäller det geologiska perspektivet. Rolv Dahl och Tom Heldal, NGU, Lars Erikstad, NINA, Sylvia Smith-Meyer, ProGEO, Håkan Grudd, Sollerö sockenförening, Linda Wickström, Claes Mellqvist, Gunnel Ransed och Sven Lundqvist, SGU, samt Terje Motrøen, INN, deltog.

Länsstyrelsens utsiktsplats över Fulufjället. På den här platsen diskuterade vi hur platsen kunde förbättras med avseende på hur geologisk information kunde presenteras bättre och hur geologisk information kunde förtydliga områdets kvaliteter och berättelse.
Platsen är en parkeringsplats med två stycken stora, stående skyltar/infotavlor på en stor trävägg, samt en liggande orienterings-/utsiktskarta vänd mot Fulufjället. Det finns på träväggen plats för ett tredje informationsplakat, nu nertaget. Vi vet inte vad detta har informerat om eller vad som suttit där.

Det finns flera synpunkter om platsens utformning och innehåll. Utan inbördes ordning följer först fysiska aspekter och sedan synpunkter på innehåll.

- Det första som slog oss var att sandstenen kunde lyftas fram mer som material. Runt platsen finns ett lågt räcke av trä. En mur av sandsten skulle ha varit avsevärt mer attraktivt och relevant.
- Utsikten skyms av träd, vilket gör platsens värde som utsiktsplats mindre. Eftersom ansvaret inte ligger på Länsstyrelsen (de äger inte marken utanför räcket) hålls det inte efter. Behovet är dock tydligt; att bättre kunna se ut över Fulufjället. Förslag på åtgärd på plats är att antingen röja vegetation eller att bygga upp platsen så den blir högre – alltså röj eller höj. Förslag på åtgärd på strategisk nivå är att köpa marken runt om eller att upprätta skötselavtal med markägare så att utsikten kan hållas fri.
- Bredvid stolpe skulle det vara lämpligt att visa den geologiska lagerföljden med riktigt stenmaterial – en uppbyggd genomskärning av Fulufjället med sten.

- Informationen på de två+en tavlorna bör visa information som kopplar till varandra och visar informationen enhetligt.
- På den liggande orienterings-/utsiktskartan bör det finnas en höjdskala för överförhöjningen.
- Bilden är misslyckad i den meningen att den inte lyfter fram Fulufjällets karaktär, utan ger ett intryck av att vara vegetationsbeklätt upp till kanten. Stenighet, blockighet och rasbranter bör komma fram.
- Fjällbjörkskog bör kunna skiljas från granskog på bilden.
- De tunna svart strecken som ska peka på platserna pekar lite fel.
- Bilden är innehållslös. Det finns inte mycket att titta på.

- Ett förslag på tillägg är en geologisk genomskärning så att man förstår hur det ser ut inuti.
- Geologiska landskapselement och företeelser bör vara utpekade.
- Utflyktsmål med geologiska förtecken bör vara utpekade.
- Infällda foton och bilder skulle också skapa intresse.
- Naturum bör vara utpekat.
- Fria idéer kastades runt och ett förslag var att man kunde ha transparenta överläggsskivor för att visa olika informationsslag. Eller stående transparenta skivor vars inlagda text och bild stämmer med landskapet bakom och visar olika informationsslag.
- På den <u>högra stående informationstavlan</u> (de som är uppsatta på trävägg) finns en bild över Fulufjället i fågelperspektiv som har ett vridet och förskjutet landskapsperspektiv för att få plats med allt av intresse. Vi förstår konstnärlig frihet, men tyckte ändå att den var otydlig och att det var svårt att orientera sig. Väderstreck finns inte utsatt.
- Kloran är inte utpekad.
- Den geologiska beskrivningen handlar enbart om vattenfallet som Sveriges högsta och att regnovädret skapat ett ”spektakulärt deltalandskap”(?). Bör kompletteras med geologisk information som återger relevanta förhållanden.
- På den <u>vänstra stående informationstavlan</u> finns mycket djur inlagda. Bör kompletteras med geologiska företeelser.
- Kloran är inte utpekad.
- Göljån står på fel plats, den står på Kloran!
- Det saknas Du-är-här-punkt på kartan, men den finns som teckenförklaring längst ned.

MINNESANTECKNINGAR EXKURSION SILJANSRINGEN DEN 9 MAJ 2019

Deltagare: Linda Wickström från SGU. Elin Bergman, Henny Sahlin från Länsstyrelsen

SYFTE

Syftet med dagen är att titta på hur man kan informera besökare om geologi på plats och i en utställning.

Hur leder man en besökare rätt?

Hur visar man på det som finns på platsen?

Hur levandegör man informationen?

Under dagen besöktes tre platser (Östbjörka, Skattungbyfältet och Sollerön). Utvalda på grund av geologiska värden och för att de är belägna inom skyddade områden.

ÖSTBJÖRKA

Dagen började med att deltagarna möttes vid Östbjörka naturreservat. Vi började med att titta på området ur ett kvartärgeologiskt perspektiv. Hur smältvatten har format en kanjon genom kalkstenen i reservatet. Vi ville titta på hur man som besökare bäst får en överblick över området och Linda hade dagen innan sett ut en plats intill de gamla kalkugnarna där man fick en bra vy över kanjonen och vattnets framfart. Den platsen skulle vara lämplig för information. Om ett par träd tas bort skulle överblicken bli ännu bättre. Vi diskuterade om möjligheten att visa på kanjonens form med hjälp av 3D-print. Kanske är det svårt att ha det ute på plats men i vart fall i naturums utställning. Östbjörka naturreservat är en bra plats att visa på hur floran påverkas av att det finns kalk i berggrunden och kulturen kring kalkstenen då det finns lämningar från kalkugnar på platsen.

Naturreservatet lämpar sig mindre för att se de olika skikten i kalken då de stenytor som finns blottade är kalkens ovansida och därmed inte visar på lagren. För detta lämpar sig det intilliggande stenbrottet bättre. I nuläget finns en stig från reservatet till stenbrottet men den är inte utmärkt. Här skulle vi gärna höra med markägaren om stigen kan märkas upp och att vi kan hänvisa besökare den vägen till stenbrottet.

I stenbrottet diskuterade vi med vilka medel en besökare skulle kunna ta till sig information. I dagsläget finns ingen information på platsen. Väggarna i brottet är inte stabila och det skulle behövas säkerhetsföreskrifter och någon form av skyddsavstånd. De träd som växer närmast avsatsen skulle med fördel tas ner för att förhindra rotsprängning.
Vi diskuterade hur appar i mobilen skulle kunna vägleda besökaren och hur man kanske skulle kunna med hjälp av VR visa hur revet en gång kan ha sett ut. Stenbrottet ger en bra bild av hur revuppbyggnaden ser ut då de tvärställda lagren på brottets sidor inte är tvärställda pga av impakten utan att det är själva revets uppbyggnad man ser. Sprickor som både härrör från revets uppbyggnad och från impakten finns att se och jämföra.

Mycket av det som vi vill förmedla i brottet behöver utpekas på ett tydligt sett när besökaren har det framför sig. Att se skillnaden på hur sprickorna antingen följer lagerföljden eller bryter rakt igenom

exempelvis. Detta skulle kunna göras digitalt med en app men också genom väl placerad och genomtänkt skyltning.

Som icke insatt besökare kan det vara svårt att förstå lagerföljden och namngivningen på de olika lagren (Boda, Kullsberg etc) och vi pratade om att visualisera det med en ”kalkpelare” med de olika lagren och hur den ser ut och är placerad (rättvänd, tiltad eller upp och ner) på de olika platserna.

Kalkbrottet innehåller mycket fossil och information om de livsformer som en gång byggt upp revet vore också önskvärt.

SKATTUNGBYFÄLTET MED LÅNGTJÄRNS NATURRESERVAT

Eftersom området är stort och med fördel upplevs som ett landskap så inledde vi med att köra runt i området för att få en överblick för att sedan göra ett stopp vid Långtjärns naturreservat. I början av fältet passerade vi sanddyner. Vi konstaterade att det är bra att överblicka området och att landskapets form ses lättast där skogen på en del platser blivit avverkad. Vi diskuterade hur man kan leda besökarna ut i området. Kanske genom mountainbike-leder eller vandringsleder. Siljansleden passerar strax norr om området. En avstickare från leden skulle kanske kunna göras. I dagsläget finns en del geologisk information i form av skyltar i området från VildmarkOrsa.

Stigen in i Långtjärns naturreservat går längs en getryggsås där man får en fin och bra överblick över landskapet. På ena sidan om åsen ligger sjön och den andra sidan sluttar ner mot en dödisgrop. Linda var positivt överraskad över hur bra lokalen ändå var för en överblick och den lämpar sig bra för information.

Landskapet i området har (om Elin förstått rätt) bildats i flera steg efter att isen försvunnit. Här skulle det vara bra med information och figurer som visar på bildandet av drumliner, åsar och dödisgropar och sanddyner i olika steg.

Frågor som man får som besökare är vad åsarna innehåller och var det materialet kommer ifrån. En annan reflektion vi fick under besöket var att till skillnad från Östbjörka så ligger bildningen av detta landskap nära i tid och att människor kan ha funnits på platsen när det bildades. Denna diskussion förde oss in på hur man överhuvudtaget förmedlar tidsperspektiv på ett greppbart sett och svårigheterna med det.

SOLLERÖN, KLIKTEN

Vårt sista stopp för dagen var på Sollerön. Där mötte vi upp med deltagare från Solleröns sockenförening och Jens Montelius Risberg från Länsstyrelsen. Vi började besöket vid hembygdsgården för att titta och lyssna på de önskemål om information på platsen som fanns från sockenföreningen. De hade sett ut ett portlider där de hade som önskemål att bland annat ha geologisk information och historia från området.

Från hembygdsgården gick vi till förkastningen som stäcker sig tvärs över Sollerön. Den östra halvan av Sollerön består av urberg medan den västra delen består av orsasandsten. Förkastningen däremellan består av silt och kalksten.

I kalkstensväggen finns ett stenbrott, Silvergruvan, som fått sitt namn av att man trodde att det fanns silver i berget som sedan visade sig vara blyglans och zinkbläde. Här är kalkstenen blottad och lätt för

en besökare att se. Kalkstenen i Klikten består av ortoceratitkalk. Ett fint block finns att beskåda uppe vid hembygdsgården med tydliga fossil.

Även här skulle det vara bra att visa på ”kalkpelaren” och var i tidsåldern vi befinner oss i jämförelse med andra platser i Siljansringen. Hur har pelaren påverkats av meteoritnedslaget?

Då området är rikt på fornlämningar så är det ett bra område att visa på kopplingen berggrund-kulturgeografi. Agnmyren men sin specifika flora gör det också till en bra plats att visa på hur kalken påverkar floran.

Vi fortsatte upp i backen öster om Silvergruvan för att söka efter den gäckande gränsen mellan urberget och kalken som bör finnas under vegetationen i backen. Att hitta den och visa på den hade såklart varit önskvärt. Om annars så kan det vara roligt för besökare att veta att någonstans här under så finns den. (Men kanske med risken att entusiastiska besökare på egen hand börjar riva upp vegetationen.)

Exkursion Skattungbyfältet – generell presentation

Förvaltning

Skattungbyfältet är ett riksintresse för naturvård med geovetenskapliga riksvärden. Den stora frågan är hur områdets riksvärden ska tillgodoses och förvaltas och vad kan anses utgöra en påtaglig skada på riksintressets värden. Vår syn är att det är Länsstyrelsens ansvar och uppgift att tillgodose att riksintressets värden inte skadas eller går förlorade.

Skattungbyfältet är stort till ytan och har en mångfald av landformer som representerar olika processer och skeenden. Det finns två viktiga perspektiv att ha i åtanke. Dels vilka typer av verksamheter som kan ge en påtaglig skada på riksvärdena samt om det finns delar av Skattungbyfältet som är särskilt känsliga för påverkan.

Påtaglig skada

Med påtaglig skada på naturmiljön avses påtaglig skada på värden i naturmiljö som har betydelse från allmän synpunkt och som inte kan återskapas eller ersättas om de en gång förstörs (NV handbok 2005:5). En viktig aspekt här är kumulativa effekter dvs. hur många små ingrepp till slut kan urholka områdets värden och göra att de går förlorade.
För geologiska riksvärden handlar påtaglig skada om förlust av geologisk mångfald och oåterkalleliga skador på geologisk mångfald. För Skattungbyfältet handlar det om geologiska bildningar kopplade till smältvatten från den senaste inlandsisen.

- Täktverksamhet – även husbehovstäkt (Plats 1 strax utanför riksintresseområdet)
- Skogsbruk – körskador, markberedning (Plats 2)
- Exploatering – vägar, byggnader

Förmedling

Utmaningar:

- Området är mycket stort. Svårt att få grepp om sammanhang
- Enskilda bildningar kan vara svåröverskådliga/svårbegripliga när man står på marken
- Skogsbruket gör att många platser som skulle vara användbara inte går att använda t.ex. på grund av tät ungskog
- Det är viktigt att måla upp en levande bild av hur miljön såg ut
- Man är beroende av öppna vyer

Det finns många aspekter man kan tänka sig att ta upp när det gäller Skattungbyfältet eftersom det är en stor komplex geologisk bildning och som dessutom har koppling till människan och hur vi använt oss av landskapet.

Jag tycker att när det gäller Skattungbyfältets utveckling så ska man fokusera på vad området berättar om hur landskapet bildats och formats. Dvs. inte uppehålla sig i detaljer om olika höjdnivåer för olika sandurytor och alla olika skeenden som gett upphov till bildningen utan hålla sig till några centrala delar. Det som känns som centralt är

- De stora mängderna smältvatten
- Den snabbt smältande isen
- Den stora sprickiga isen som blev kvar (på grund av sänkan mellan Siljansdomen och högre område i norr) och som Skattungbyfältet bildades på.
- Issjön där Skattungen och Oresjön ligger idag

- Mysteriet var tappades smältvattnet ur issjön bort någonstans?
- Människan och Skattungbyfältet. Hur människan har använt de vindlande åsarna och dödisgroparna för att skapa fångstsystem

Bilder/filmförslag som kan illustrera området

- Översikt över Skattungbyfältet. Hög höjd så man få ren överblick över området. Drönare?
- Åsnätet nere vid Djurviken
- Vy över Sjön Skattungen för att visa var issjön låg. Från åsnätet i Djurviken?
- Sprickfyllnaden/kanalen vid Långtjärnen. Det som lite slarvigt brukar kallas för Skattungbyåsen. Kanske i anslutning (söder om) till naturreservatet där? Bra utsikt?
- Egentligen tycker jag att man skulle ha någon plats i norra delen också som visar sandur med dödisgropar men om jag inte minns fel kan det vara svårt där på grund av mkt tät ungskog.

INNEHÅLL TITTSKÅP – NATURUM FULUFJÄLLET

Tittskåp – Naturum Fulufjället 2
Uppställning 2
Ramen 3
Tema 1: Glaciala landskapen 3
Tema 2: Smältvatten och landskapet 3
Tema 3: Dalasandstens uppkomst, form och färg 3
Rampen 3
Tema 1: Glaciala landskapen 3
Tema 2: Smältvatten och landskapet 3
Tema 3: Dalasandstens uppkomst, form och färg 3
Glasskåpet 4
Tema 1: Glaciala landskapen 4
Tema 2: Smältvattnet och landskapet 4
Tema 3: Dalasandstens uppkomst, form och färg 4

TITTSKÅP – NATURUM FULUFJÄLLET

I Naturum Fulufjället finns tolv tittskåp längs med ena långväggen. Idag representerar de tolv skåpen årets gång. Ett förslag är att tittskåpen ska visa den natur som karaktäriserar Fulufjället. Här finns möjligheten att några av tittskåpen visa det som är speciellt och karaktäristiskt för Fulufjällets geologi. Det finns många olika berättelser att berätta om Fulufjällets geologi vilka förklarar om varför Fulufjället av idag ser ut som det gör. I den här texten ges två korta förslag till teman för tittskåp om Fulufjällets glacialgeologi: Fulufjällets två olika glaciala landskap och spåren efter inlandsisens/arnas smältvatten. Dessa två teman är centrala för Fulufjällets geologiska utveckling och dess karaktär.

Uppställning

Förutom själva tittskåpet finns en metallramp som löper längs väggen. På väggen finns en ram med plats för bilder, figurer och text.

Bild ram ca 100 x 100 cm

Ramp ca 20 cm djup

Glasskåp 70 x 50 x 20 cm

Ramen

Tema 1: Glaciala landskapen

Hela ramen kan t.ex. fyllas med en bakgrund som visar utbredningen av den senaste inlandsisen. Texter kan behandla generellt om hur inlandsisar påverkar landskapet genom erosion och ackumulation. Berättelsen om de olika glaciala landskapen som finns på Fulufjället med förklaringar till varför det ser ut som det gör. Kopplingar till klimatet och klimatförändringar.

Tema 2: Smältvatten och landskapet

Bilder på smältande glaciärer och de former som de ger upphov till. Förklaring av de laterala skvalrännor som finns längs Fulfjällets sida. Flygbilder över dessa skvalrännor och även illustration om hur det kan ha sett ut vid isavsmältningen. Smältvattenrännornas betydelse för vegetation och växtlighet.

Tema 3: Dalasandstens uppkomst, form och färg

Text som berättar om ålder, bildningsmiljö och varför sandstenen är röd ibland och beige ibland. Bilder på sedimentära strukturer, sandstenen från olika ställen på Fulufjället som visar att den ska se lite olika ut. Mer tjockbankad vs tunnbankad, slipstensbrottet vid Kloran där den är mer finkorning vs Njupeskär. Man kan även ta upp lite om jorden för 1500 miljoner år sedan, att haven bestod av svavelsyra, det liv som fanns var troligen bakterier, det fanns inga växter eller större organismer, det kan ha funnits flercelliga organismer, men lite osäker där, vilket skapade lite andra förutsättningar för transport av sediment. Nämner diabaserna och förkastningar och varför de finns i sandstenen, så man känner igen sig i tittskåpet.

Rampen

Tema 1: Glaciala landskapen

Rampen kan användas för material att känna på. Här finns det möjlighet att ha de två olika typerna av landskap representerade i relief. Text om varför dessa delar av landskapet ser olika ut. Vad det här ger för betydelse för hur det ser ut. Tex. Här finns sjöar att fiska i men det är svårt att ta sig fram på grund av alla block och stenar. På rampen text om hur polygonmark bildas. Klimatet under periglaciala förhållanden

Tema 2: Smältvatten och landskapet

På rampen en uppsprucken inlandsis med smältvattensjöar, sprickor och ås. Knapp med ljud när vatten forsar fram och stenar och block rullar, tumlar mot varandra. Man kan även ha en bildskärm med flygning med drönare och följa smältvattnets väg.

Tema 3: Dalasandstens uppkomst, form och färg

Här kan man få känna på avgjutning av tex, böljeslagsmärken eller torksprickor. Skärm med film/rullande bilder som visar olika sedimentära strukturer i Dalasandstenen samt deras moderna analoger, för att visa att samma processer pågår fortfarande. Korta filmer som visar hur en diabas bildas och förkastningar.

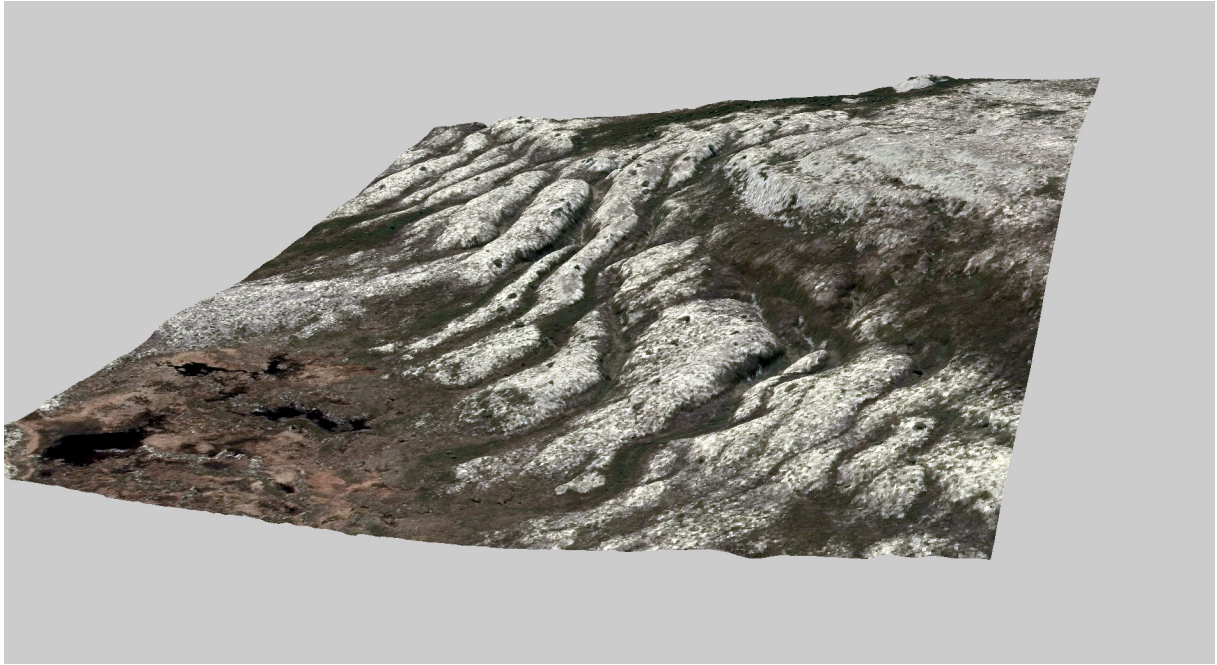
Glasskåpet

Tema 1: Glaciala landskapen

Tittskåpet kan användas för att illustrera en period när Fulufjället varit istäckt. Övre delen något glaciärblått material som representerar isen. För att kunna se markytan och få igenom ljus måste den här delen vara genomskinlig. Markyta med de egenskaperna för de två olika huvudtyperna av landskap på Fulufjället. Landskap 1: periglaciala former, lite block, mäktigare jordlager. Landskap 2: mycket block, sjöar, ”blocksträngar”, tunnare jordlager. Här är det viktigt att man får med den schematiska lagerföljden det vill säga både jordlagret och berggrundens överyta för att kunna illustrera egenskaperna på bästa sätt. För Landskap 1 är det lämpligt att visa polygonmark i genomskärning.

Tema 2: Smältvattnet och landskapet

Sluttande markyta med smältvattenrännor som skurit sig ner genom moränen. Det på sina ställen ner till berggrunden. I tittskåpet en sluttande markyta i genomskärning där både berggrunden och moränen på berget syns. På markytan smältvattenrännor som skurit sig ner genom moränen och på sina ställen ända ner till berget. Här kan man även med fördel ta upp skillnader i vegetation mellan hur den ser ut i rännorna respektive i partierna bredvid rännorna.



Bildexempel på smältvattenrännor på Fulufjället.

Tema 3: Dalasandstens uppkomst, form och färg

Modell som kopplingen mellan berggrunden vid ytan, dess former och hur det kan se ut under markytan. Den visar sandstenen i tvärsnitt, med förkastning och diabasgång och ev basaltlager. Hur berggrundsmorfologin kopplar till deformationszoner, som är förkastningar. Dvs där det är avlånga sänkor i terrängen på fjällets ovansida är det en deformatonszon som man kan se från sidan i glasskåpet.

Utbildningsdag för guider Fulufjället 20190927

Claes Mellqvist, Linda Wickström och Kristian Schoning, Sveriges geologiska undersökning (SGU)

Karta över dagens lokaler.

Längs vandringsleden tittar vi på olika stenblock för att lära oss känna igen olika sedimentära strukturer och andra saker man kan se i sandstenen, tex. håligheter som blir kvar efter det att lerbollar har vittrat bort. Vi tittar också på landskapet runtomkring med en geologs ögon och funderar på varför det ser ut som det gör.

Stopp 1 Njupeskär
Hur gammal Njupeskärsklyftan är vet vi inte, men den är mycket gammal. Det är troligt att den började bildas långt innan den senaste istiden, och kan var flera miljoner år gammal.

Berggrunden spricker upp lätt längs de tunna lagren av finkornigt material i sandstenen. Svagheterna i berget bidrar till att det har bildats platåer i den övre delen av fallet, och det innebär att berggrunden är känslig för frostsprängning, en vittrings- och erosionsprocess som sker när vattnet i bergssprickorna fryser till is. Eftersom is har en större volym är tinat vatten kan den då spräcka upp berget.

Mellan stigen och det fasta berget kan man se taluskoner. Det är sten och block som har trillat ned från bergskanten i samband med frostsprängning, en process som är ständigt pågående.

Vid Njupeskär är de enskilda lagren av Dalasandstenen tjockbankade, vilket innebär att de är mer än 3 dm tjocka. Mellan de tjocka sandbankarna finns det tunnare lager av mer finkornigt material. De tjocka lagren av den grövre sandsten innebär att det är mycket sand som har

avsatts i snabbt rinnande vatten. De tunnare lagren av mer finkornigt material, silt/lera, visar att vattnet under perioder rann långsammare och gjorde det möjligt för lerpartiklarna att sedimentera. Eftersom små partiklar är lättare så finns de löst i vattenmassan längre än tyngre partiklar, och de kan därför också transporteras en längre sträcka innan de lägger sig på botten.

Stopp 2 Rastplats på norra sidan om Njupeskär.
Njupeskär med sina 93 meter varav 70 meter är fritt fall är Sveriges högsta vattenfall. Den höga fallhöjden beror på att fjällets kant är väldigt brant. Dalgångarna vid Göljån och Kloran är andra platser där vattnet skapat kanjoner eller raviner längs med fjällets sida och vattenfallen i dessa vattendrag är betydligt mindre.
Fjällets branta form beror på berggrundens varierande utseende, där sandstenen vid Njupeskär ligger på en högre höjd och består av tjockare sandstensbankar, medan den vid Kloran och Göljån är mer finkornigoch därför påverkas dalgångarna olika av erosionens krafter.
Själva Njupeskär förskjuts längre in i berget allteftersom Stora Njupån sakta äter sig bakåt genom vittring och erosion. I en avlägsen framtid kommer därför källsjöarna till Stora Njupån att dräneras. När detta sker vet vi inte.

Stopp 3 Ovanför Njupeskär.
Från den här platsen har man en bra vy över landskapet nedanför fjället och man kan följa Stora Njupåns fortsatta dränering ner mot Fulan.
Längs Fulans dalgång finns ett tydligt moränbacklandskap med torvfyllda sänkor mellan ryggarna och kullarna. Landformerna nedanför fjället är mycket större och mer kuperade, till skillnad mot motsvarande former på fjällplatån.
Stopp 4 Området mellan Njupeskär och Rörsjöhön.
På Fulufjället finns det block av olika ursprung, dels de som kommer direkt från berggrunden och dels de som har transporterats med inlandsisen och är en del av jordarten morän. Uppe på Fulufjället finns det ofta ren blockjord i olika former, ibland som kullar, ryggar, strängar, gropar eller flacka fält. På en del ställen ser man att blocken i princip utgör ett pussel av bergytan som med frostens hjälp bara flyttats lite grann. Ibland har bergfragmenten förflyttats mer, och kan bilda kullar och ryggar. Det kan bero på att inlandsisen skjutit blocken framåt. I normala fall transporteras morän längre sträcker i isen, men uppe på Fulufjället är blockjorden ofta transporterad korta sträckor. Till dessa former kommer också rena frostmarksbildade former av blockjord, blocksträngar, blockringar och flytjordsanrikade block. Det finns flera generationer av former.

Kantiga block av sandsten och diabas kommer från berggrunden. Diabasblocken syns tydligt eftersom de sticker ut bland den dominerande mängden av sandsten. Block från moränen är ofta något mer rundade eftersom de har transporterats längre. Norr om stigen finns det en blockrygg som inlandsisen har skapat. Den här typen av ryggar finns i olika former, och är väldigt vanliga på norra delen av Fulufjället.

Stopp 5 Rörsjöhön
Vid Rörsjöhöns fot skiljer sig sandstenens utseende mot hur den är vid Njupeskär. Vid Njupeskär kan sandbankarnas tjocklek mätas i meter, medan här är den tunnbankad, dvs lagrens tjocklek är 1-10 cm. De tjockare, lite grövre lagren mellanlagras av tunnare lager (1-10 mm) av ler-siltsten.
Majoriteten av de block som finns runtomkring består av ren sandsten och det är vanligt att man hittar böljeslagsmärken. De flesta bergblottningar uppe på Fulufjället är kraftigt vittrade

och de mer lättvittrade ler- och siltskikten har eroderats bort medan sandskikten blivit kvar. Det är därför man kan hitta löst liggande fina platta block med sandsten.

Stopp 6 Området väster om Lissrörsjön.
Glacial blockjord. Stenblocken har staplats på hög av inlandsisen. Det är en process här antagligen har skett under isen, dvs subglacialt. Blocken har inte transporterats långt utan isen har plockat upp lokalt löst liggande block, och sedan deponerat dem i olika former. Blocken är både från berggrunden och äldre blockfält bildade av frostmarksprocesser.

Stopp 7 Rösjöstugorna
Rörsjöarnas utbredning är begränsade av strukturer och former som finns i berggrunden. Det går att se att både den södra stranden av Storrörsjön och västra stranden av Lissrörsjön följer eller löper parallellt med sprickriktningar i berggrunden. Småsjöarna på norra Fulufjället har en annan historia. De finns till tack vare det moränbacklandskap som finns på norra delen av Fulufjället. Sjöarna är grunda eftersom moränbacklandskapet inte är särskilt kuperat. Som jämförelse så bildar moränbacklandskapet nedanför fjället som man passerar från Mörkret till Naturum bildar betydligt större höjdskillnader.
Vid Rösjöstugorna finns inte berggrunden blottad utan det är jordarten morän som draperar markytan. Öster om raststugorna finns det ytterligare en variant av blockjord som är utdragen i isens rörelseriktning. Här som ett flackt tydligt bälte av kantiga stenar.

Stopp 8. Området mellan Rösjöstugorna och den östra fjällbranten
Här finns gränsen mellan de två geologiska landskapstyper som Fulufjällets platå kan delas in i. Precis efter Rösjöstugorna är det ett yngre landskap som sedan övergår till ett äldre landskap. Den äldre ytan är flack med block i ytan som kan bilda ringar. Blockringarna bildas genom frostmarksprocesser. Eftersom berggrunden är väldigt uppsprucken på fjällets toppar kan samma processer även ske där, och samma mönster uppstår. Det blir då svårt att se skillnad på vad som är jord och berg.

Stopp 9, Längs vandringsleden titta söderut
Vid detta stopp ser vi en blocksänka, som är resterna av en diabasgång som har vittrat bort. Diabasen finns fortfarande under markytan. Diabas är den andra bergarten som finns på Fulufjället. Spåren av diabasgången går att följa söderut över hela fjället, man kan också se den nedströms Njupeskär där den styrt Stora Njupåns lopp. Det finns flera diabasgångar på Fulufjället och datering av en av dem har gett en ålder på 980 miljoner år. I västra delen av Dalarna finns det diabaser som är olika gamla och man kan genom att undersöka deras geokemiska signatur visa vilka som har samma ursprung.
När diabaserna trängde upp genom sandstenen så följde de troligen svaghetszoner som redan fanns i berget, dvs delar av berget som redan var försvagade eller uppspruckna.
Inlandsisens smältvatten har vid den här platsen utnyttjat en svaghetspunkt i berggrunden och kunnat rinna nedför fjällsluttningen. Tvärs över ravinen kan man ana rännor där vattnet har utnyttjat berggrundens struktur och rinner mot diabasgången.

Stopp 10. Mellan vandringsleden och gravplatserna (SWEREF99 TM: 6834760/378868)
Vid den här platsen kan man i berggrunden se hur tunna lager av sand och lera har veckats i samband med sedimentationen.
Längs med hela fjällets sluttning kan man se lateral spolning som skedde under inlandsisens avsmältning. Det visar att isen har styrt vattnets dräneringsväg och vattnet har inte kunnat rinna nedför fjället, vilket är det naturliga. Den här typen av skvalrännor finns på många platser på Fulufjället. Serier av skvalrännor utgör ofta vackra landskapsformer.

Fulufjället …

Utbildningsdag 2019-09-27

GEARS – geologiskt arv i inre Skandinavien

INTERREG Sverige-Norge 2017-2019

Metodik för värdering och klassificering av geologiska naturvärden

6 utvalda områden

Dokumentation | Förmedling | Förvaltning – skötsel

Östbjörka, Skattungbyfältet, Agnmyren (Klikten)

Tangsjöarna, Rörsjöarna, Klorans dalgång

SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geologi för ett hållbart samhälle

Geologi till utställningarna på Naturum

Förmedling av geologi genom VR/AR

Geodiversity in Scandinavian nature management: A case study from Hedmark, Norway and Dalarna, Sweden

Vägledning för naturförvaltare: Förvaltning av geologiska naturvärden

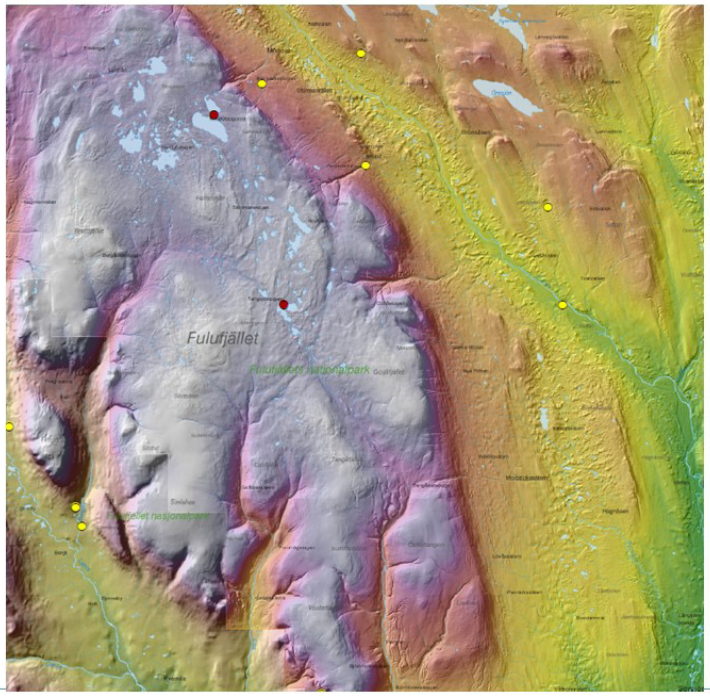
GEARS – geologiskt arv i inre Skandinavien

INTERREG Sverige-Norge 2017-2019

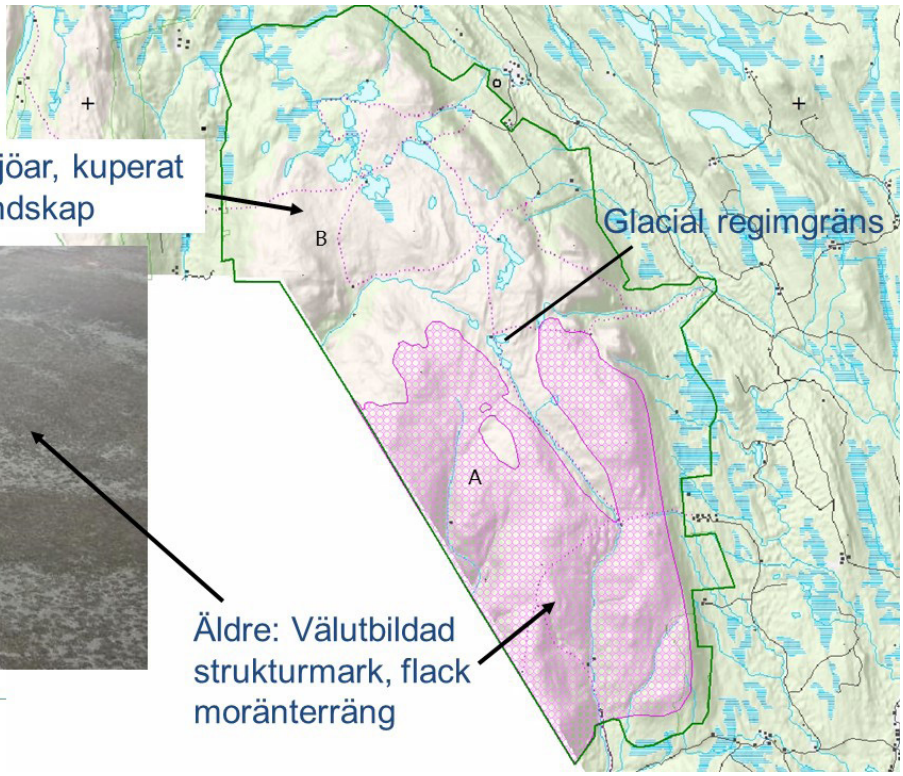
Sveriges geologiska undersökning
Länsstyrelsen Dalarna
Sollerön sockenförening
Norges geologiska undersökning
NINA (Norsk institutt for naturforskning)
Fylkesmannen i Hedmark
Folldal gruvor
Högskolan i Innlandet

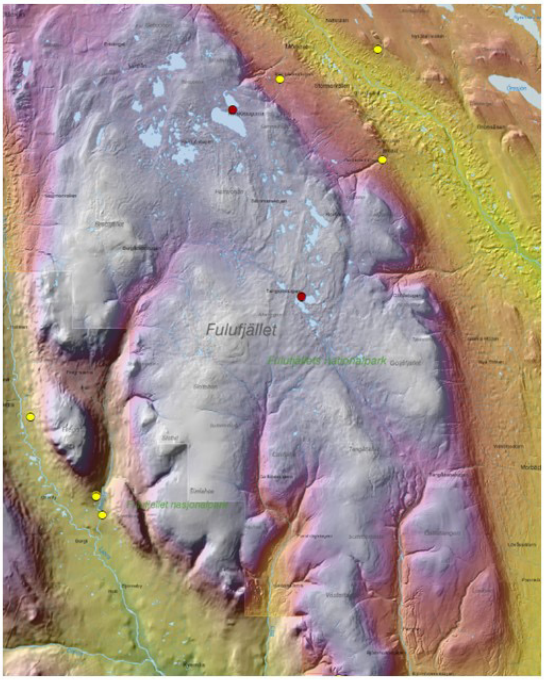
Fulufjället helt annorlunda landskap än omgivningen

Men liknar Sälenfjällen



Vi har två Landskapstyper



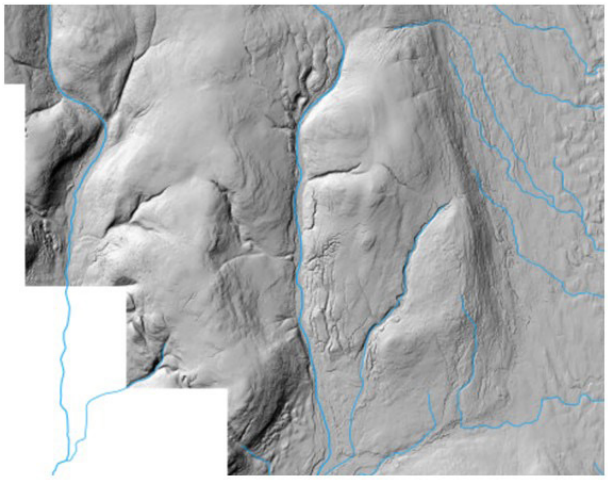


Inlandsisens påverkan på underlaget

En ismassas rörelsemönster och
påverkan på underlaget

- Ingen
- Erosion
- Avsättning

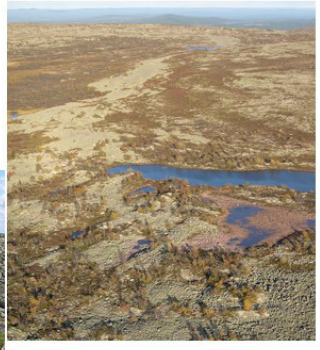
Stenringar är karaktäristiska för den äldre ytan

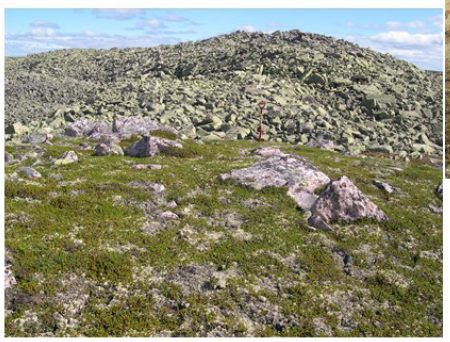


Arktisk tundra idag

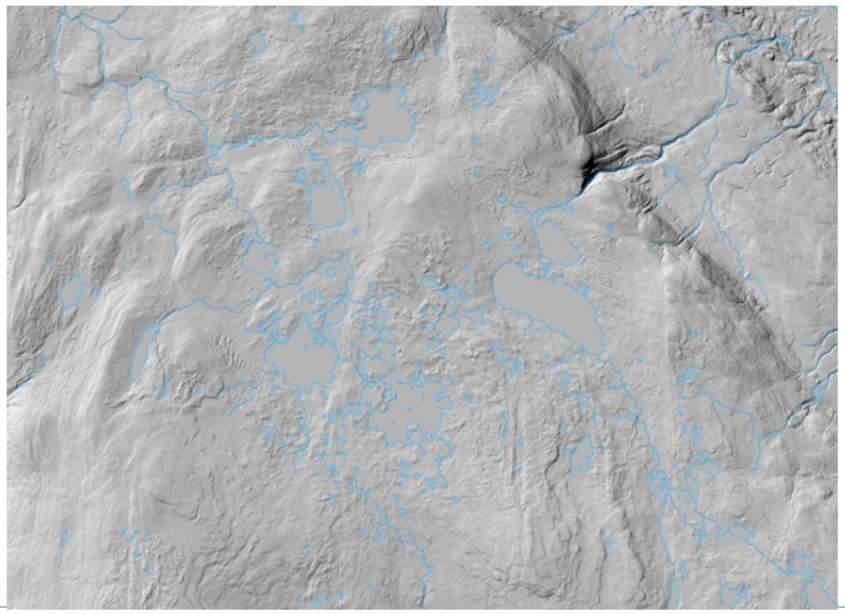
By Katpatuka (talk · contribs) - This file was derived from: Blank-Map-World.png:, FAL, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=539762

Det yngre landskapet

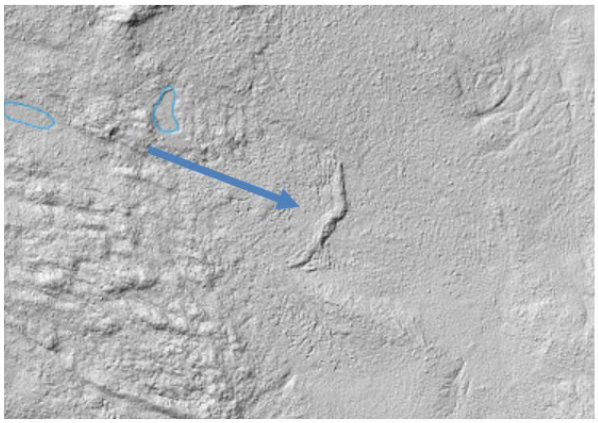


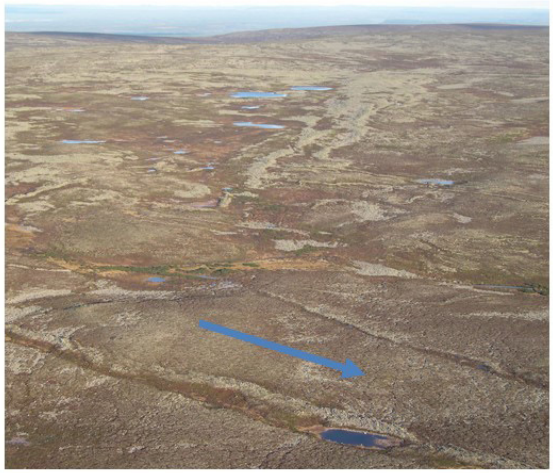


Det yngre landskapet



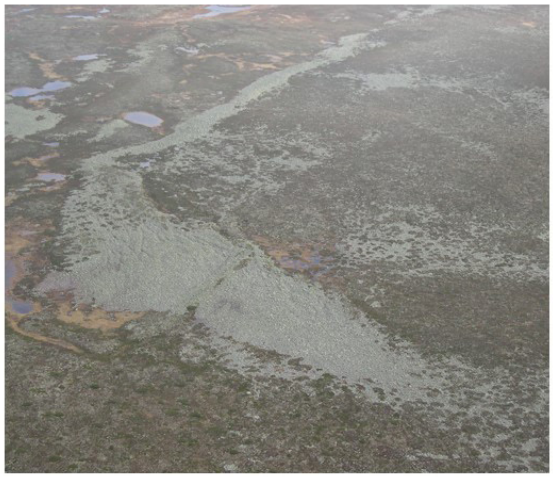
Isen som plogbil



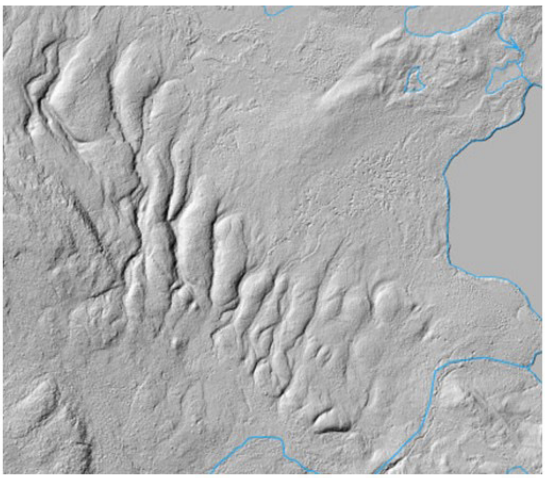


SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geologi för ett hållbart samhälle

Gränsen mellan de två landskapen



Smältvattnet omformar landskapet



Från erosion till deposition

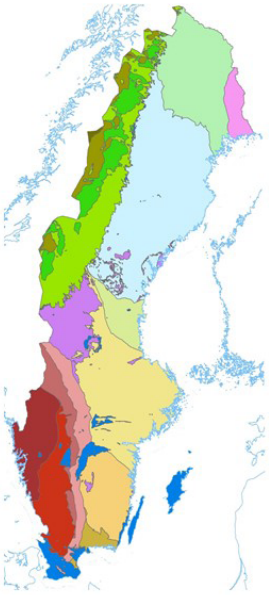
Ränna

Rullstensås/slukås

Fulufjället - den sista utposten

Upplyft och sedan ned- och urmejslat
av vittring och erosion

Jorden för 1500 miljoner år sedan



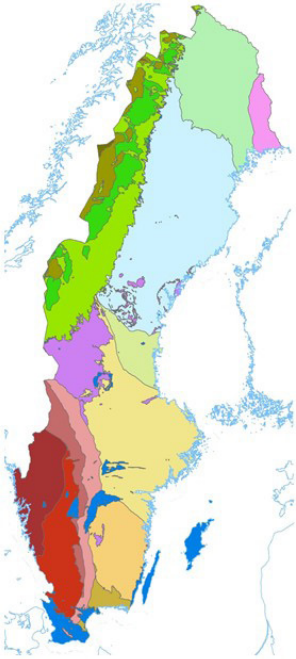
Finns land och hav

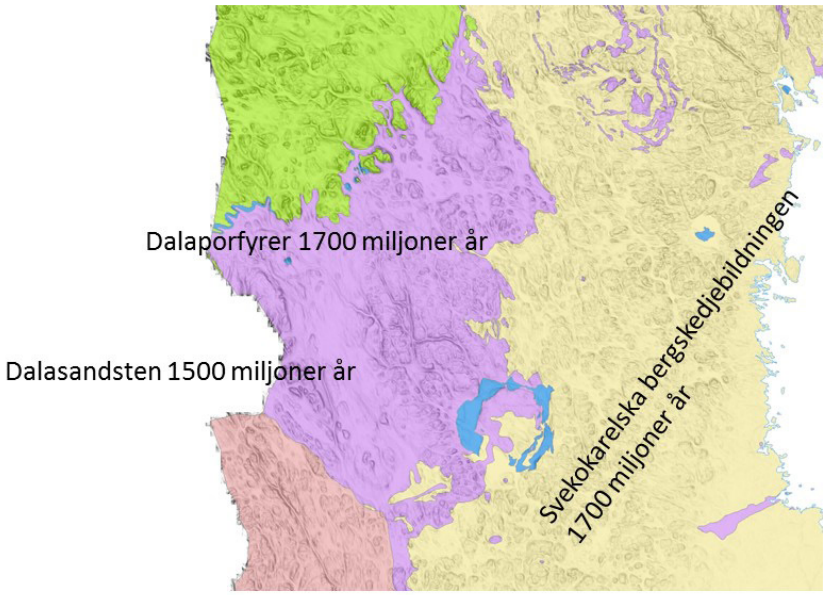
Liv är främst cyanobakterier och andra encelliga primitiva organismer

Skifte från syrefattiga svavel- och järnrika hav till mer syresatta havsmiljöer

Alla geologiska processer fungerar likadant oavsett tidsperiod

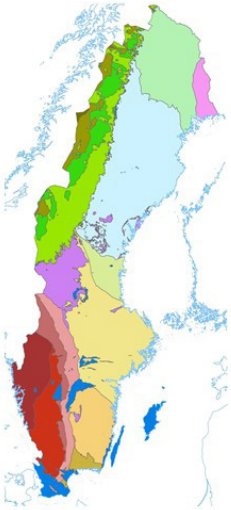
Kontinenterna såg inte ut som idag. Svårt att rekonstruera hur de såg och var de låg

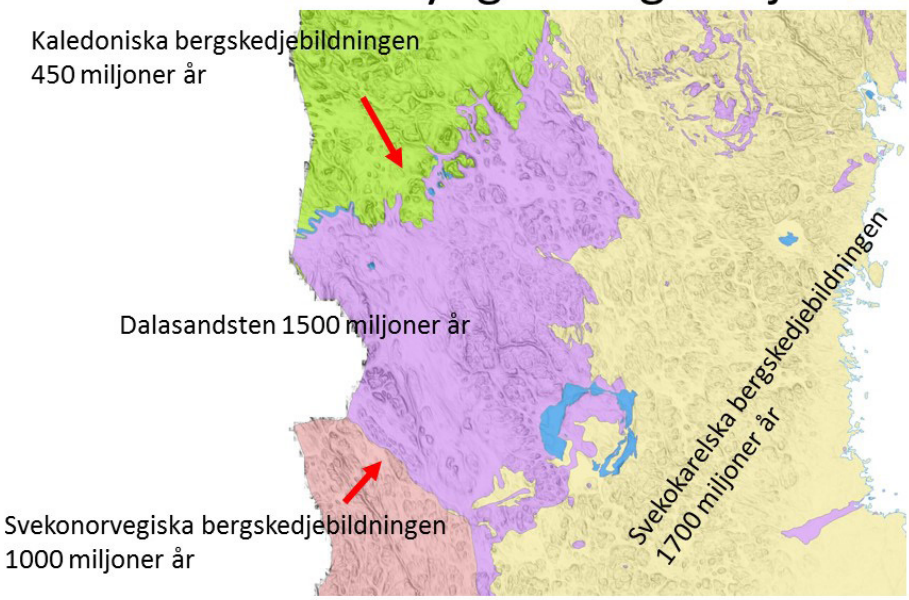




SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geologi för ett hållbart samhälle

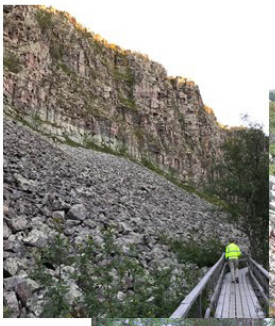
Fulufjället – klämd mellan två yngre bergskedjor





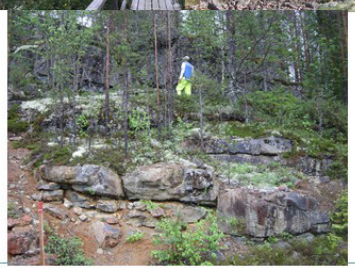
Fulufjället består av tre bergarter

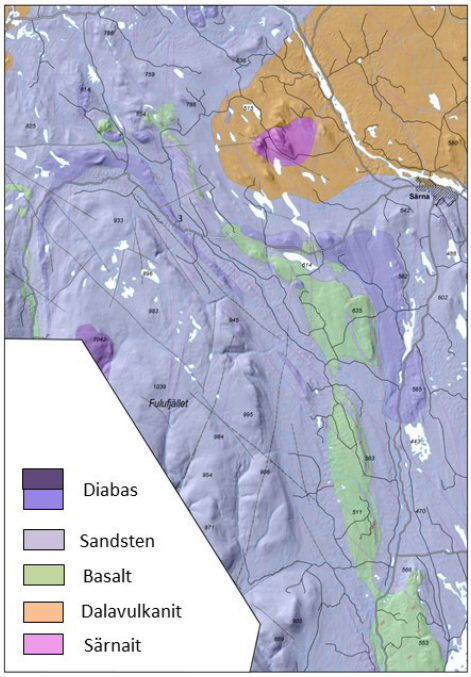
Sandsten



Diabas

Basalt





SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geologi för ett hållbart samhälle

Vad är basalt?

Kan bilda kuddlava

Lava som flyter ut på land eller i vatten

Blåsrum

Strökorn av plagioklas

Mörk basisk bergart; lite SiO_2

Öjebasalten; 1460 miljoner år?

Jaspis – rött
Epidot - grönt

Vad är diabas?

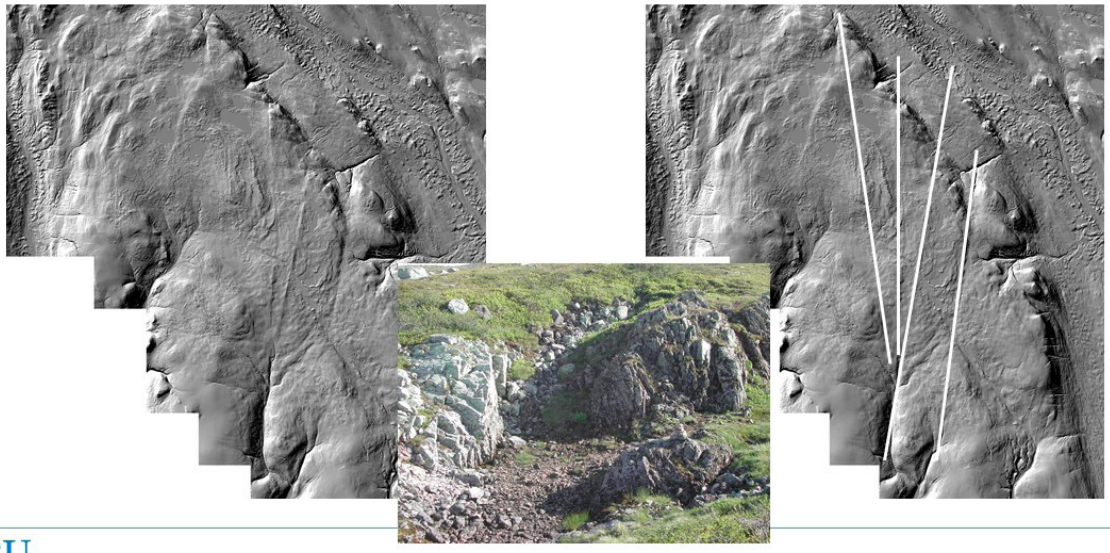
Magma som tränger upp genom sprickor

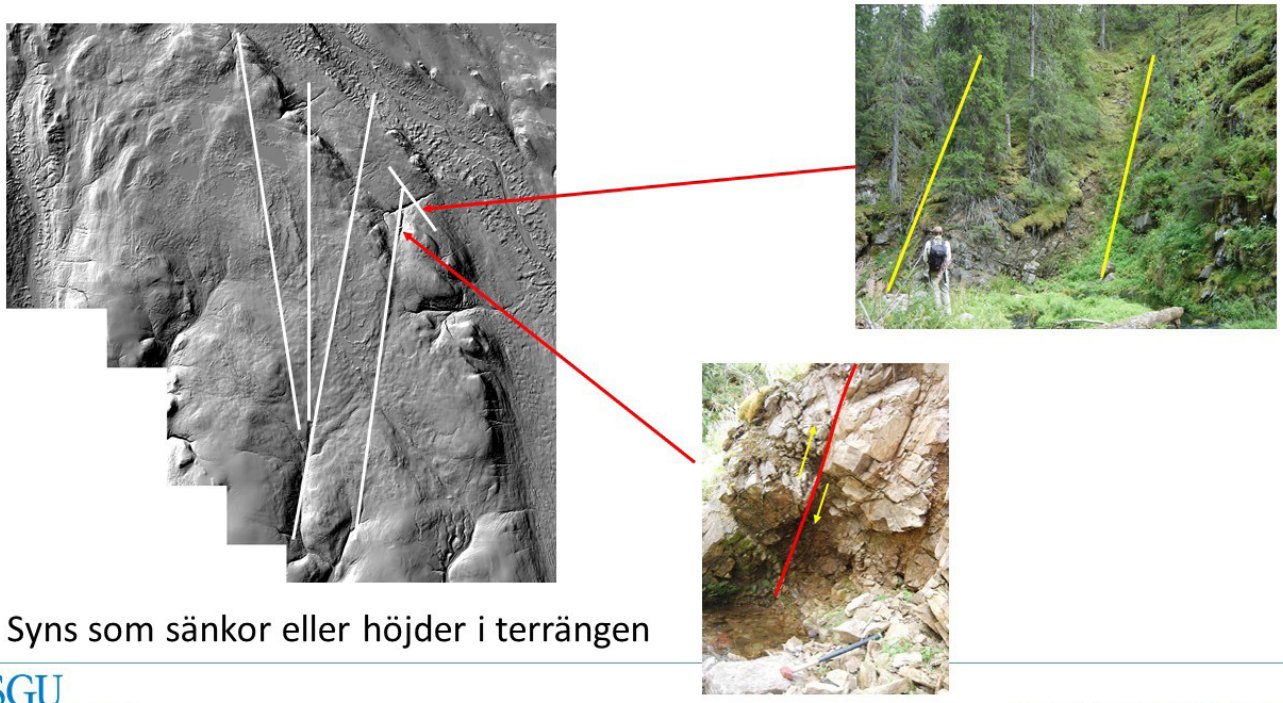
Diabaser på Fulufjället
1200 miljoner år

Representerar en händelse

Mörk basisk bergart; lite SiO_2

Sprickor – här kan man hitta diabas



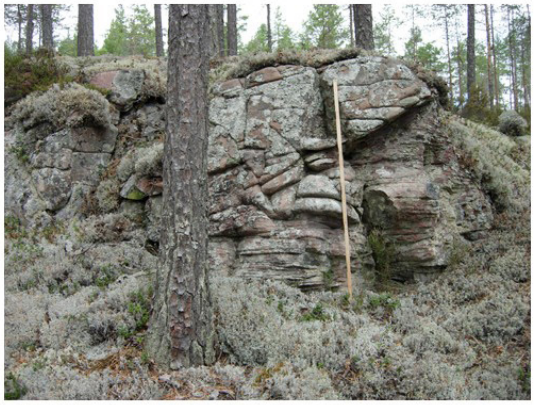


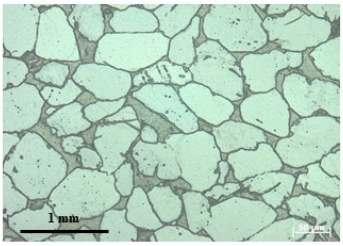
Syns som sänkor eller höjder i terrängen

Vad är sandsten ?

En sedimentär bergart

Vanliga mineral
är kvarts och fältspat





Består av fragment, cement, matrix och hålrum

Hur blir sand en sten?

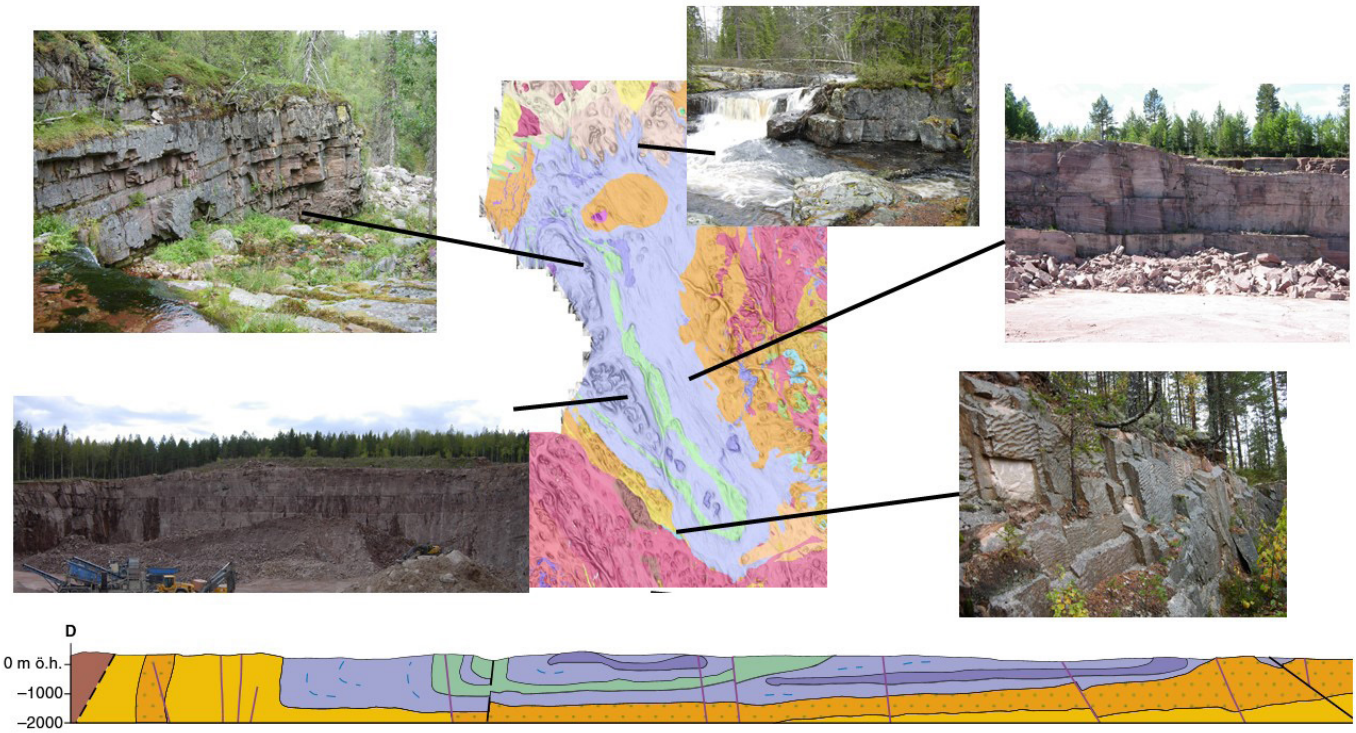
Ökad tryck och temperatur →

Sand → Sandsten → Kvartsit

Lösa mineralkorn

Kornen binds samman

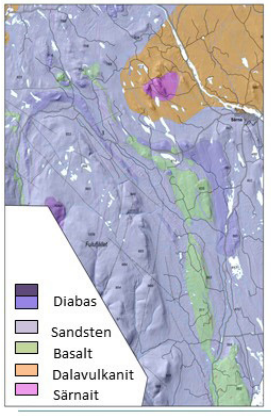
Kristallstrukturen ändras



Hur vet man att sandstenen är så gammal?

Avsaknaden av fossil gör det till en utmaning

Sammanvägning av olika fakta



Diabaserna:
Yngsta möjliga åldern 1460

Provensstudier:
Äldsta möjliga ålder 1580

Sandstenen avsattes för mellan 1460 och 1580 miljoner år sedan

I vilka miljöer bildas sandsten

Erosionsrester avsatta på land eller i vatten

Floder, deltan, stränder, sjöar, land

Representerar ett ögonblick

Gör det möjligt att tolka gamla landskap

Sandstenen kan se lite olika ut

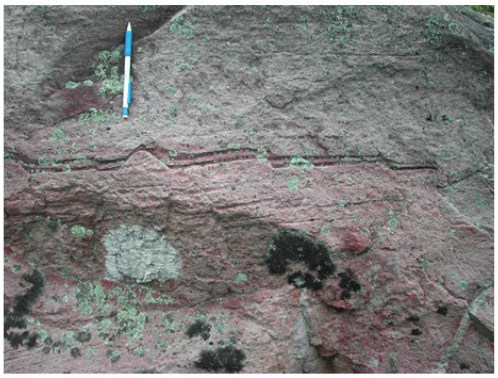
Torksprickor

Böljeslagsmärken

Lerfragment

SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geologi för ett hållbart samhälle

Erosionskanaler



Sättningar

Färgskillnader

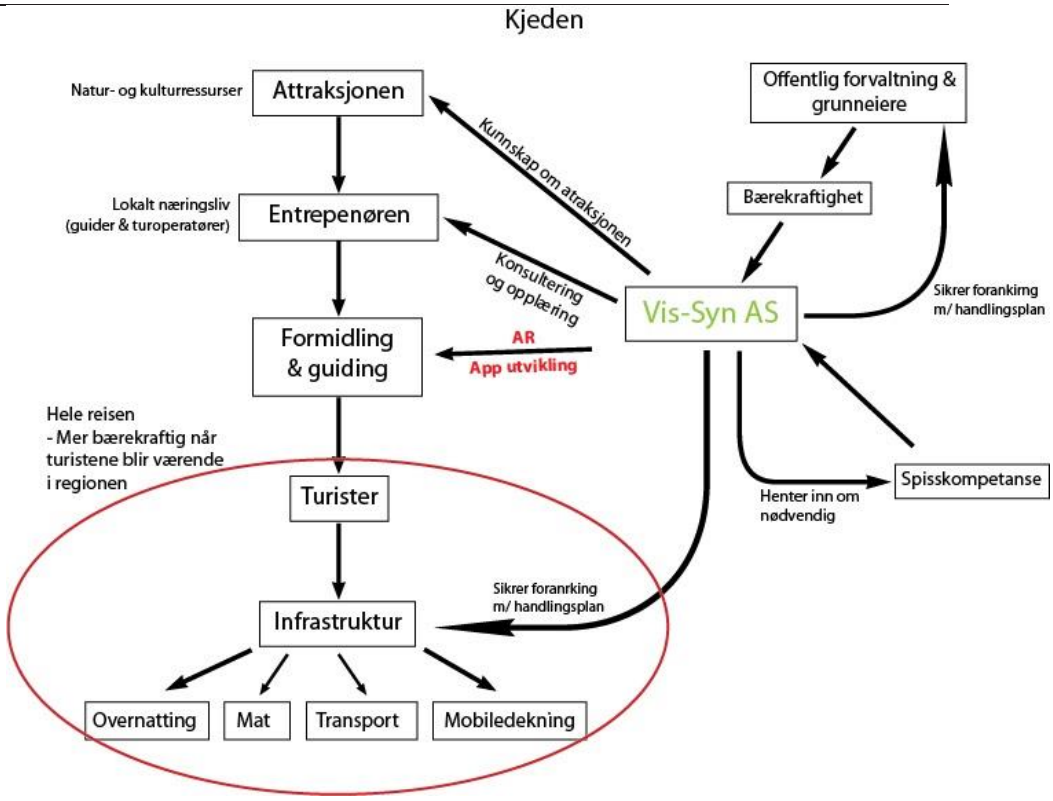
Deformation ger olika effekter

VisSyn AS
Skappels gate 15, 2317 Hamar. Org.nr.924587776

Forretningsidé

Vis-Syn skal være en fasilitator, og bistå lokale entreprenører/guider i å formidle natur- og kulturhistorie til publikum ved hjelp av ny teknologi.

Forretningsmodell



- Vis-Syn skal være den lokale entreprenørens støttespiller til suksess. Gjennom et tett samarbeid med entreprenøren skal Vis-Syn:
-
    - Bistå lokale entreprenører i å utvikle et produkt til formidling av en attraksjon i natur- og kulturlandskapet.
    - Sikre at produktete og/eller tjenesten entrepenøren skal levere til kunden sin (publikum), er godkjent av grunneiere, og forenlig med offentlig regelverk og lokal forvaltningsplan. Vis-Syn vil fungerer som koblingspunkt mellom de forskjellige aktørene for å sikre at produktet/tjenesten entreprenøren skaper, er bærekraftig i forhold til miljøet og det foreligger strategier sammen med det offentlige i forhold til evt. belastninger av naturen tjenesten eller produktet formidles i.
    - Sikre dialog og samarbeid med lokalt næringsliv, privat og offentlig infrastruktur som overnatting, mat, transport, fremkommelighet, sikkerhet, mm.
    - Hente inn spisskompetanse der det er behov, om det er på natur- og kulturhistorie, eller oversikt over sårbarhet i et naturområde.

- Trene entreprenøren i natur og kulturhistorien de skal formidle til sine kunder, og kvalitetssikre innholdet av denne.
- Skal ha:
  - opplæring i guiding og formidling av natur- og kulturattraksjoner.
  - utvikle en sertifiseringsordning for guider i samarbeid med offentlig forvaltning og utdanningsinstitusjoner.
  - opplæring i entreprenørskap.
  - søk av støttemidler fra private og offentlige støtteordninger
  - opplæring i bruk av ny teknologi til å formidle natur- og kulturhistorie.

- Produserer digitalt innhold til formidling av natur- og kulturhistorie for den lokale entreprenøren på Vis-Syn appen. (AR/VR/MR/XR).
- Skreddersy innholdet i appen til lokal forvaltning for å sikre guiding rundt sårbare områder i naturen- og kulturlandskapet.

- Inntjeningsområder
  - Konsulentvirksomhet, og prosjektstyring for entreprenører som ønsker å etablere et produkt de kan leve av gjennom å bistå med hele utviklingsprosessen, inkl. søke økonomisk støtte.
  - Kursing av entreprenørene.
  - Innleid som lærerressurs hos høgskolen til sertifiseringsprogrammet i samarbeid med Fylkesmannen.
  - Utvikling av visuelt digital lokalt innhold for entreprenøren / aktøren til han/hennes/deres opplevelse i Vis-Syn appen.
  - Mindre annonseinntekter i Vis-Syn appen.
  - Mikrotransaksjoner i Vis-Syn appens game play.
  - Vedlikehold av innhold til Vis- Syn appen for lokale entreprenører og aktører.
  - Videreutvikle eksisterende innhold for entreprenører og aktører.

Sammendrag

- Vis-Syn AS skal være en solid og sterk samarbeidspartner for entreprenører og aktører som ønsker å utvikle attraksjoner i sitt nærmiljø, gjennom å ha fokus på det større bildet for å sikre kvalitet, bærekraftighet og levedyktighet.

- Vis-Syns mål er at når primær jobben er gjort, vil kunden ha et velutviklet og solid utgangspunkt for å lykkes, og at de vil fortsette samarbeide og komme tilbake for å videreutvikle sin portefølje.

- Vis-Syn skal være en banebryter for bruk av ny teknologi til å formidle natur- og kulturhistorie til publikum.

INNEHÅLL FULUFJÄLLSOMRÅDETS BERGGRUND

Fulufjällsområdets berggrund 2
Dalaporfyr 2
Dalasandsten 2
Öjebasalt 3
Diabasgångar och lagergångar 3
Fjällkedjan 3
Särnait och tinguait 4
Deformation 4

FULUFJÄLLSOMRÅDETS BERGGRUND

Modifierat från K 382 Beskrivning till berggrundskartan Västra delen av Dalarnas län. Ripa m.fl. 2012 och referenser däri.

Dalaporfyr

På berggrundskartan över området finns Dalaporfyr som är den äldsta bergarten och utgör underlaget till Dalasandsten. Åldersbestämningar har visat att Dalaporfyren bildats för nära 1 700 miljoner år sedan. Denna vulkanit visar på vissa ställen en lagringsstruktur med en varierande stupning från närmast vertikal till relativt flack vilket tyder på att viss deformation skett. I området med Dalaporfyr kring Siksjöberget och Ekorråsen har den s.k. särnaiten intruderat (se nedan) vilket bidragit till att vulkaniten lokalt blivit metamorfoserad. De med särnaiten associerade tinguaitgångarna syns som ett nätverk av gröna sprickfyllnader. Observationer vid norra delen av Ekorråsen visar att Dalaporfyren här har blivit svagt grönfärgad genom denna omvandling.

Dalasandsten

De sedimentära bergarterna vilka i huvudsak utgör berggrunden inom Fulufjällets nationalpark tillhör den s.k. övre avdelningen av Dalasandstenen, dvs. den del som ligger ovanpå det stora täcke med Öjebasalt som är inlagrat i sandstenen. På Fulufjället separeras denna övre del in i två olika sedimentära avsättningsmiljöer (facies), A och B. Facies A dominerar övre delen av lagerföljden vilken är exponerad på fjällets högplatåer och bergtoppar, bl.a. på Gammelfjällshön. Här är hällarna frostvittrade, kraftigt uppspruckna och något tippade från sina ursprungliga lägen. Facies A utgörs av medel- till tjockbankad rödgrå sandsten. Rörelser som skett i samband med sedimentationen, s.k. slumpningsstrukturer, indikerar att instabila sedimentationsförhållanden rådde. Ler- och sandstensbollar och fragment, s.k. rip-up clasts, eller urvittrade hålrum efter dessa, förekommer längs vissa horisonter i sandstensenheterna. Bollarna är utplattade, runda till långsträckta och varierar i längd upp till 10 cm. De långsträckta bollarna är oftast orienterade i en viss riktning vilket indikerar en ursprunglig vattenströmningsriktning. De för facies A karaktäristiska storskaligt korsskiktade och tjockbankade sandstenarna tyder på avsättning i ett sedimentationsbäcken med relativt hög energi och rik sedimenttillförsel. Avsaknad av fluviala erosionskanaler och mellanlagrande finkornigare flodslättsenheter utesluter sedimentation i en fluvial miljö. Mer troligt är att sandstenarna är vindavsatta.

Facies B består, förutom av sandsten lik Facies A, av mer finskiktade enheter av slamstenar och fin- till medelkorniga sandstenar. Facies B är vanligast förekommande i den undre delen av stratigrafin men finns på en del ställen även inlagrad i de övre sektionerna, exempelvis i hällarna vid Tangsjöarna och norr om Rörsjöarna. I kanjoner och bäckfåror i Fulufjällets östliga och sydliga områden, exempelvis Klordalen, Stora Göljån och Tangån, är sektioner blottade där den undre delen av stratigrafin kan studeras. Typiska strukturer för facies B är böljeslagsmärken, på många ställen draperade med ett tunt lerstensskikt, och torksprickor. Böljeslagsmärken är också vanligt förekommande. Bergarter tillhörande Facies B avspeglar en avsättningsmiljö med relativt låg energi och ett inte allt för stort vattendjup med periodvis torrläggning av sedimentationsbäckenet. Kustnära laguner och periodiska ökensjöar är exempel på sedimentationsbäcken där bergarter tillhörande facies B kan bildas.

I området utanför nationalparksområdet finns blottningar med den s.k. undre avdelningen av Dalasandstenen, dvs. den del som ligger under det stora täcke med Öjebasalt som är inlagrat i sandstenen. I Öjebasalten finns linser eller ”rip-up clasts” av lerigt till siltigt material inblandad i

basalten. Pålagringskontakter där het basalt flutit ut på fuktig sand finns blottade på flera ställen i området som t.ex. vid Öresjön, i östra kanten av Trollsjöåsen och Lissåvallen där Dalasandstenen vid kontakten är termalt omvandlad och grönfärgad. Kontakten är här undulerande och basalten har fyllt ut de ojämnheter som troligen redan fanns i sandytan vid basaltflödets framfart. Mineral som jaspis (blodröd) och epidot (grön) har bildats i kontaktzonen mellan sandsten och basalt. Termalt omvandlad Dalasandsten förekommer också i kontakt med diabasgångar. Dessa kvartsiter kan vara svåra att skilja från Fjällkedjans Vemdalskvartsit (se nedan).

Öjebasalt

Från Fulufjällets nordvästra sluttning till Strupforsen mot öster finns blottningar av Öjebasalt. Den är både jämnkornig och plagioklasporfyrisk med upptill 1 dm stora kristaller. Vid Strupforsen påträffas även blåsrum fyllda med kvarts (mandelstenar) och klorit samt enstaka fragment av sand- och slamsten tillhörande Dalasandstenen. I en brant i närheten av Lissåvallen kan spår efter flera flöden av basalt observeras i decimeter till metertjocka lager. Öjebasalten har ännu ej åldersbestämts men enligt en analys av en diabasgång i Bunkris (längs vägen mellan Särna och Älvdalen), som tolkas vara en matargång till Öjebasalten, är denna drygt 1 460 miljoner år gammal.

Diabasgångar och lagergångar

Den vida båge av diabas som omger Fulufjällets västra och nordöstra sluttningar samt norra del och som förekommer fläckvis över ett antal ytor över kartområdet, som vid Fulubågans älvfåra 7 km väster om Tjärnvallen, tolkas som en lagergång (diabas med horisontell utbredning) av s.k. Särnadiabas, tillhörande Centralskandinaviska diabasgruppen (CSDG, 1 260–1 270 miljoner år gammal). Vertikalt stående gångar tillhörande samma generation har indikerats i ett område som sträcker sig söderut från berget Busterhållan och nästan ända ner till Mörkret där ett tiotal, nordvästligt strykande och ca 40 till 50 meter breda diabasgångar förekommer. Diabaser tillhörande CSDG eller s.k. Särnadiabas, är generellt odeformerad. Ett tydligt kännetecken är den s.k. poikilitiska textur som diabasen uppvisar som på en vittrad yta ger ett ”knöligt” utseende.

De yngsta diabaserna i området, de s.k. Blekinge-Dalarnadiabaserna (BDD, 950–980 miljoner år gammal) är i allmänhet mörkt grå, jämnkorniga, finkorniga till fint medelkorniga och har en mer eller mindre utpräglad ofitisk textur (nålformiga kristaller som pekar åt olika håll). Denna diabas är odefomerad men undantag finns där en svag struktur som tolkas som magmatisk flödesstruktur kan skönjas i diabasen på Brattfjället. Även tydlig uppsprickning är observerad i diabasen vid Tangsjöarna.

De diabaser som visas på berggrundskartan (SGU serie K 382) som ytor eller heldragna linjer motsvarar gångar observerade i häll, eller som med geofysiska metoder beräknats ligga i markytenivå. Med de streckade linjerna som på kartan benämns som struktur täckt av yngre berggrund avses de diabasgångar som ligger under ett tjockt täcke med Dalasandsten och når därmed inte markytenivån (se vidare under deformation och metamorfos).

Fjällkedjan

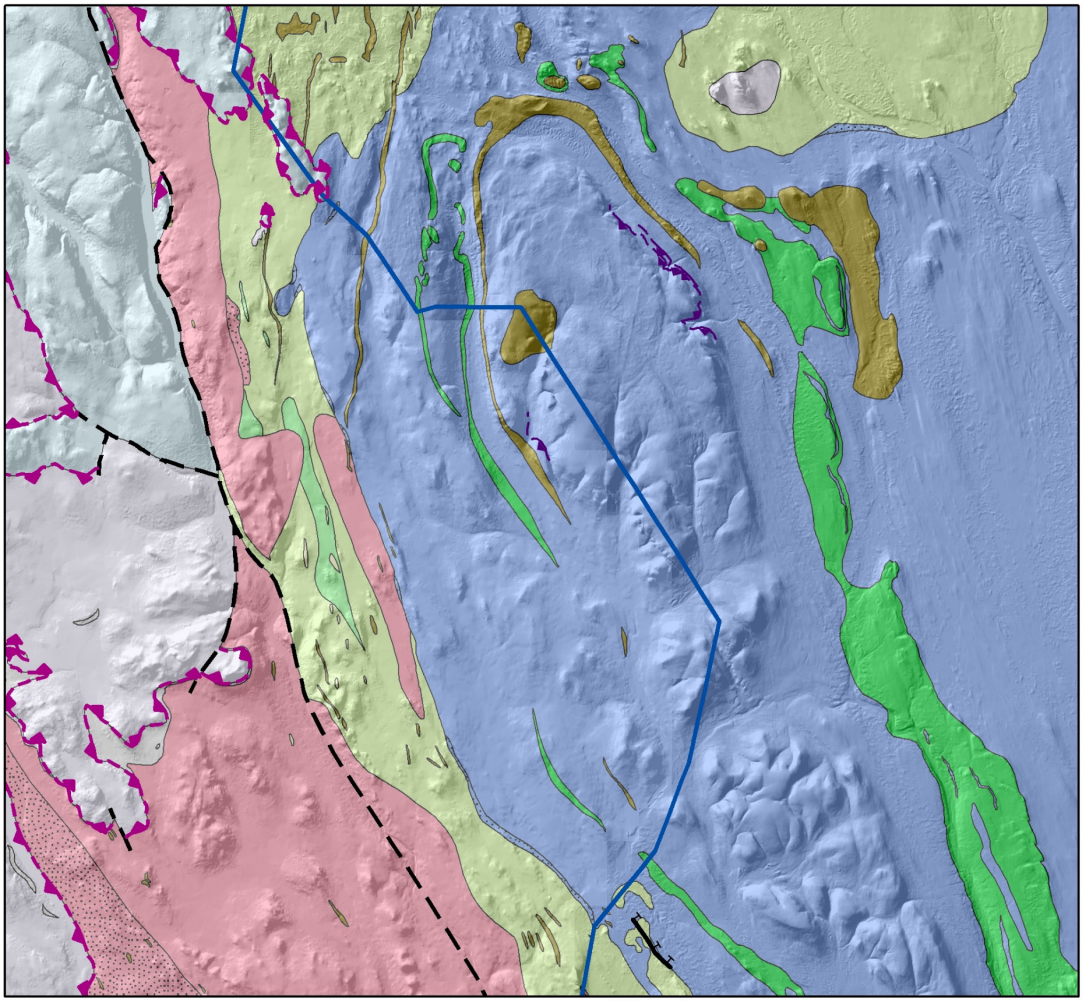
Den bergart som påträffas i områdets allra västligaste del är en ljust grå kvartsit vilken tillhör den undre skollberggrunden och benämns som Vemdalskvartsit. Enligt berggrundskartan över angränsande område i Norge benämns motsvarande kvartsit som tillhörande Högbergsformationen. Vissa svårigheter med att skilja denna ”skollkvartsit” från den kvartsit som bildats genom kontaktomvandling av Dalasandsten har funnits.

Särnait och tinguait

De yngsta bergarterna inom området består av särnait (nefelinsyenit) och tinguait (fonolit) med en permisk ålder (287 miljoner år). Särnaitens utbredning syns tydligt på en magnetfältskarta som en rund intrusion i området kring Ekorråsen och Siksjöberget. Här finns även tinguait, som är en grön, ägirin-, biotit- och nefelinströkornsförande, alkalin gångbergart som sällan påträffas i fast klyft, men rikligt som blockförekomster. Tinguaiten har en mycket större geografisk spridning än särnaiten och har bl.a. påträffats som millimetertunna sprickfyllnader i Dalasandsten belägen en mil väster om Ekorråsen samt i Dalaporfyr.

Deformation

Fulufjällets bergarter, strax öster om kaledoniska bergskedjan, har tidigare betraktats som relativt opåverkade av de tektoniska rörelserna som bildade fjällkedjan och endast några noteringar angående deformation av Dalasandstenen i form av veckstrukturer har rapporterats. I Klordalen kan dock flackt liggande deformationszoner observeras. Kraftigt förskiffrade lerhorisonter karaktäriserar dessa zoner och indikerar en rörelse mot ost. När dessa rörelser skett är ännu inte klargjort. De två händelser som är möjliga kandidater är svekonorvegisk deformation för ca 1 000 miljoner år sedan eller kaledonisk deformation för ca 400 miljoner år sedan. Med tanke på hur diabasgångarna på Fulufjället framträder på den magnetiska anomalikartan finns det antydningar att de har påverkats av skjuvrörelserna och de övre delarna av sandstenen förskjutits i sidled.



Legend

Deformationszon

Deformationsstil, Rörelsetyp

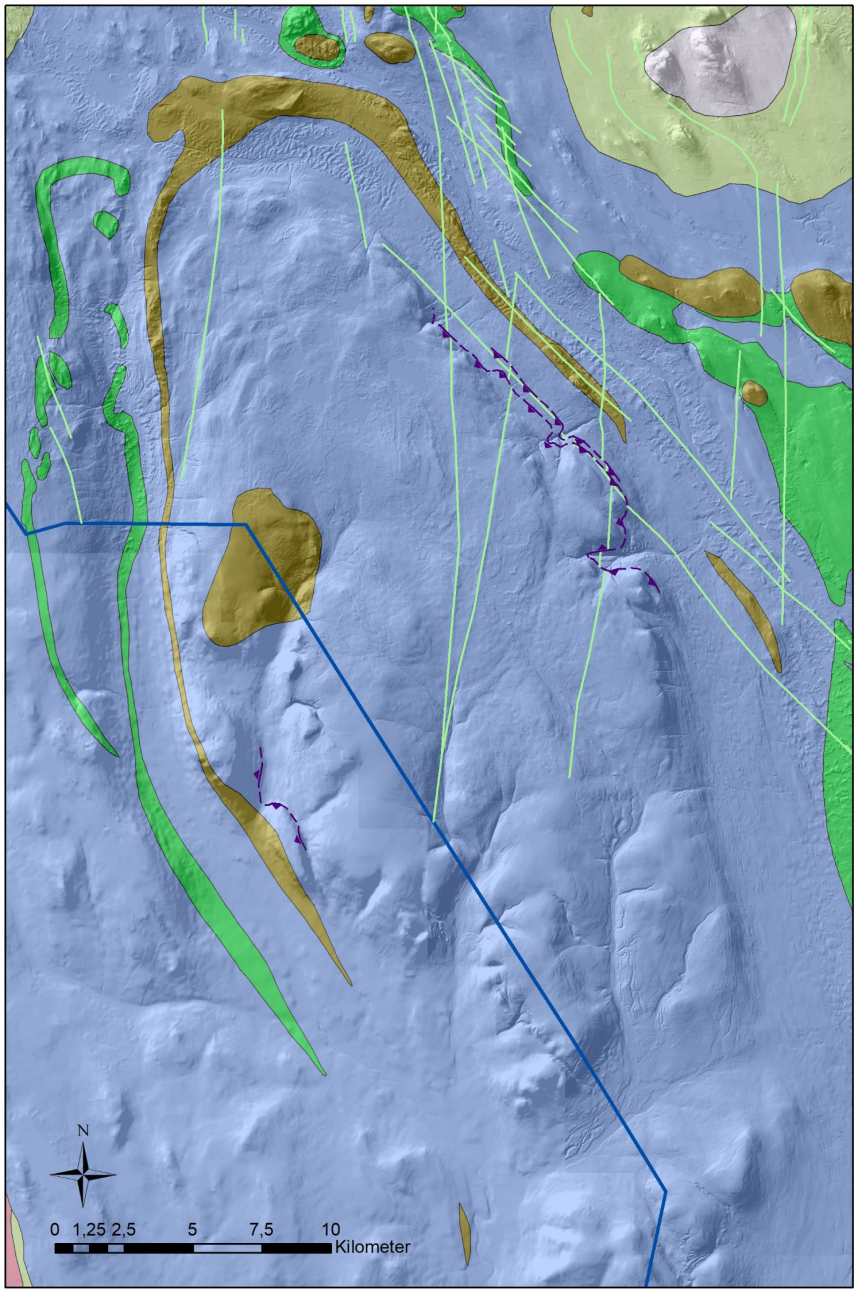
- Deformationszon
- Spröd deformationszon, okänd stupning, symbolerna i det sänkta blocket
- Spröd till plastisk deformationszon, revers rörelse, symbolerna ligger i det höjda blocket
- Överskjutning, spröd till plastisk, symbolerna ligger i det höjda blocket

N

10 5 0 10 Kilometer

Geologisk enhet

- Neoproterozoiska och fanerozoiska plattformstäcket, Foidförande intrusivbergart
- Undre skollberggrund, Kvartsarenit
- Undre kaledonske dekkeserie, Sandstein
- Autokton Neoproterozoisk til Silurisk platform, Kalkstein_dolomitt
- Autokton Neoproterozoisk til Silurisk platform, Sandstein_fyllitt_skifer (kambrium-ordovicium) 0-50m
- Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Diabas
- Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Basalt-andesit
- Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Sandsten
- Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Konglomerat
- Svekonorwegisk orogen, Ryolitt_ryodacitt_dacitt_keratofyr
- Svekonorwegisk orogen, Diorittisk til granittisk gneis_migmatitt
- Östra segmentet_övre enheten, Granit
- Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Trakytoid-ryolit
- Post-Svekokarelske bergarter utenfor Svekonorwegisk orogen, Grønnstein_amfibolitt



Legend

Deformationszon

Deformationsstil, Rörelsetyp

Spröd till plastisk deformationszon, revers rörelse, symbolerna ligger i det höjda blocket

Geologisk enhet

Diabas;Ospecificerad tektonisk domän och ålder

Neoproterozoiska och fanerozoiska plattformstäcket, Foidförande intrusivbergart

Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Diabas

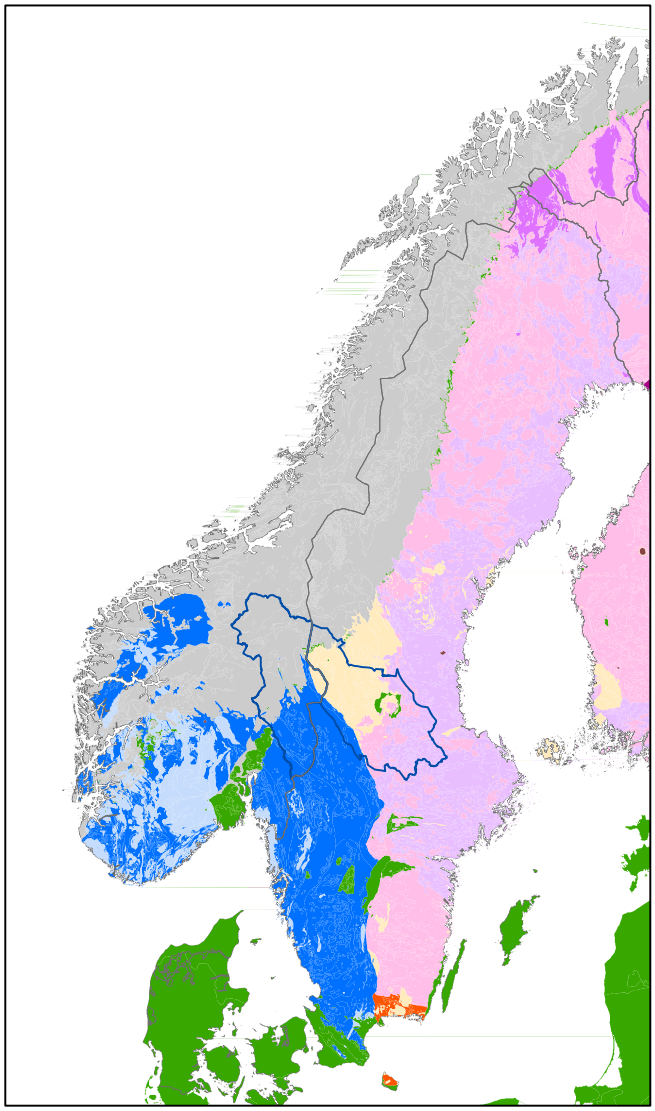
Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Basalt-andesit

Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Sandsten

Östra segmentet_övre enheten, Granit

Postsvekokarelska proterozoiska bergarter, Trakytoid-ryolit

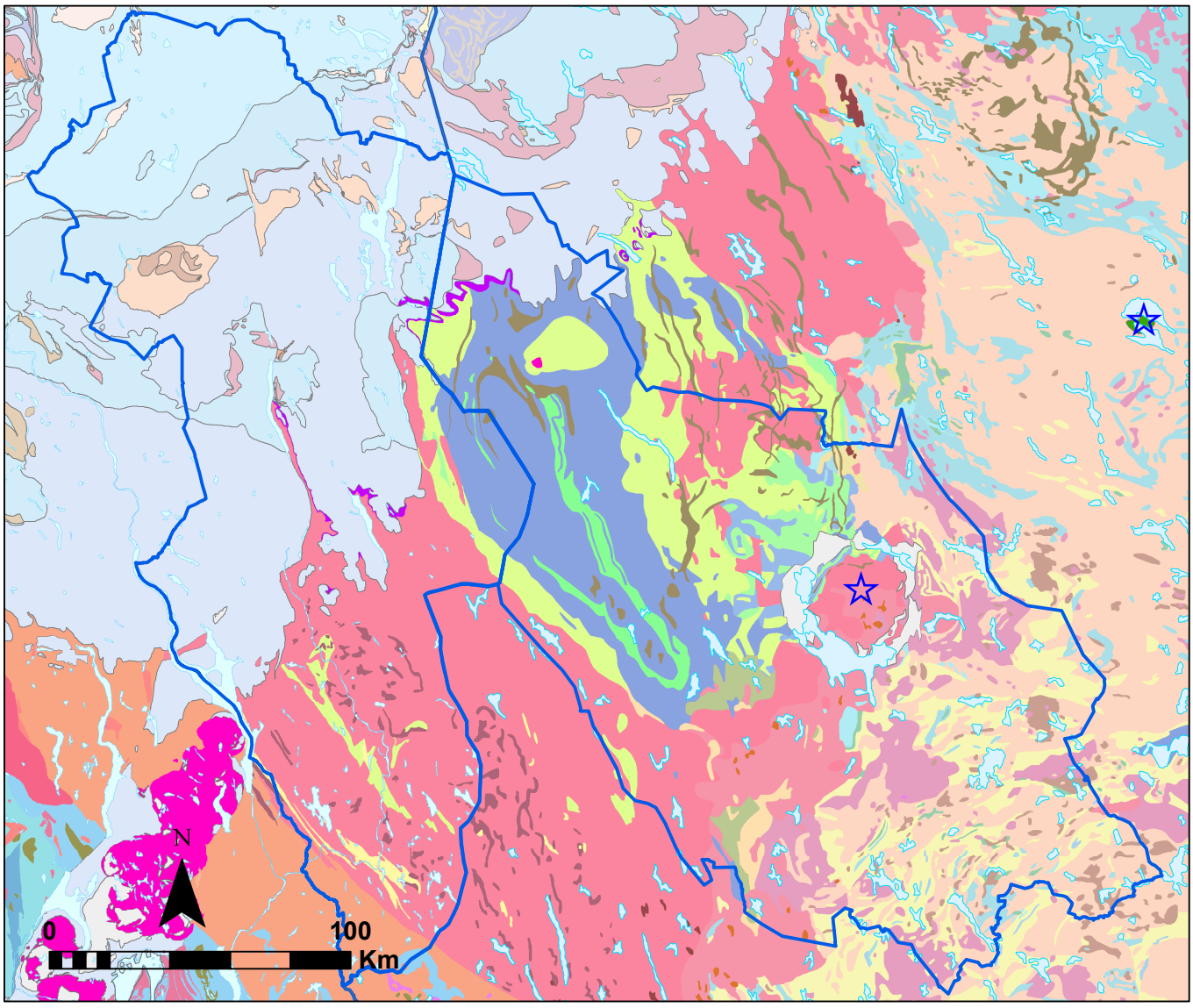
Tektoniska provinser i Hedmark-Dalarna.
Undersökningsområdet utmärkt med blå polygon.



Legend

- Svecokarelian and Archaean
- Svecokarelian phase 1 and/or phase 2
- Svecokarelian phase 2
- Post-Svecokarelian
- Blekinge-Bornholm tectonic province
- Sveconorwegian and possibly older
- Sveconorwegian
- Neoproterozoic (and possibly Mesoproterozoic) and Phanerozoc cover
- Caledonian

Modifierad efter Koistinen T., Stephens M. B., Bogatchev V., Nordgulen O., Wennerström M., Korhonen J., Geological Map of the Fennoscandian Shield, Scale 1:2 000 000, Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden and The North-West Department of Natural Resources of Russia, 2001.



Teckenförklaring på nästa sida.

Modifierad efter Koistinen T., Stephens M. B., Bogatchev V., Nordgulen O., Wennerström M., Korhonen J., Geological Map of the Fennoscandian Shield, Scale 1:2 000 000, Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden and The North-West Department of Natural Resources of Russia, 2001.

Legend within blue polygones: Hedmark and Dalarna counties

Lake

Meteorite impact site

300 NEOPROTEROZOIC (AND POSSIBLY MESOPROTEROZOIC) AND PHANEROZOIC ROCKS OUTSIDE THE CALEDONIAN OROGENIC BELT

331 Granite, syenite, monzonite, nepheline syenite, foid-bearing monzosyenite, diorite, gabbro, pyroxenite (Permo-Carboniferous)

337 Limestone, marl, coal, oil shale, shale, siltstone, sandstone, conglomerate (Middle Cambrian to Permian)

338 Sandstone, conglomerate, siltstone, shale (Vendian to Lower Cambrian)

400 Caledonian orogenic belt

421 Granite, syenite, monzonite, granodiorite, tonalite, trondhjemite, diorite, dolerite including sheeted dyke complex, gabbro, ultramafic rock (Lower Palaeozoic)

423 Metagreywacke, phyllite, conglomerate, quartzite, limestone, felsic and mafic metavolcanic rocks in Upper Allochthon (Lower Palaeozoic)

443 Feldspathic metasandstone, meta-arkose, quartzite, metagreywacke, marble, tillite (Neoproterozoic)

444 Granite, syenite, monzonite, tonalite and metamorphic equivalents (c. 1.70-0.90 Ga)

451 Arkose, quartzite, greywacke, siltstone, shale, phyllite, limestone, dolomite, tillite

453 Gabbro, eclogite, ultramafic rock (in part c. 1.45 Ga)

454 Granite, granodiorite, tonalite and metamorphic equivalents (c. 1.70-1.51 Ga)

600 MESOPROTEROZOIC (TO PALAEOPROTEROZOIC) ROCKS

605 Dolerite (c. 1.27-1.22 Ga)

610 Sandstone, conglomerate, siltstone, shale (Riphean, pre-1.27 Ga)

611 Basalt, dolerite

615 Dolerite, metadolerite, amphibolite, gabbro, metagabbro, granophyre (c. 1.57-1.47 Ga)

617 Granodiorite, tonalite, granite, monzonite and metamorphic equivalents (c. 1.61-1.56 Ga), banded orthogneiss and paragneiss

700 PALAEOPROTEROZOIC ROCKS (1.71-1.61 Ga and possibly older)

706 Granite, quartz monzonite, monzonite, quartz syenite and metamorphic equivalents (c. 1.71-1.66 Ga, in part older, possibly as old as c. 1.86 Ga)

707 Gabbro, diorite, dolerite, ultramafic rock and metamorphic equivalents (c. 1.71-1.66 Ga, in part possibly as old as c. 1.86 Ga)

708 Sandstone, conglomerate

709 Rhyolite, trachyte, trachydacite (c. 1.71-1.69 Ga)

710 Trachybasalt, basaltic trachyandesite, trachyandesite (c. 1.71-1.69 Ga)

715 Felsic and mafic metavolcanic rocks, paragneiss, quartzite (c. 1.70 Ga or possibly older)

750 PALAEOPROTEROZOIC ROCKS (1.96-1.75 Ga)

754 Rhyolite (c. 1.80-1.78 Ga), conglomerate, sandstone

755 Basaltic andesite, trachyte, trachydacite, dacite (c. 1.80-1.78 Ga)

756 Granite, granodiorite, quartz monzonite, monzonite, syenite and metamorphic equivalents, in part hypersthene-bearing (c. 1.86-1.84 Ga and c. 1.82-1.76 Ga)

757 Gabbro, diorite, ultramafic rock and metamorphic equivalents (c. 1.86-1.77 Ga)

759 Granite, pegmatite (c. 1.85-1.75 Ga)

768 Felsic to intermediate volcanic and metavolcanic rocks (c. 1.88-1.86 Ga, in part possibly younger)

769 Granodiorite, tonalite, granite, monzonite, syenite and metamorphic equivalents, in part hypersthene-bearing (c. 1.91-1.88 Ga, in part as young as c. 1.84 Ga)

770 Gabbro, diorite, ultramafic rock and metamorphic equivalents (c. 1.91-1.88 Ga, in part as young as c. 1.84 Ga)

771 Quartzite, meta-arkose

772 Marble

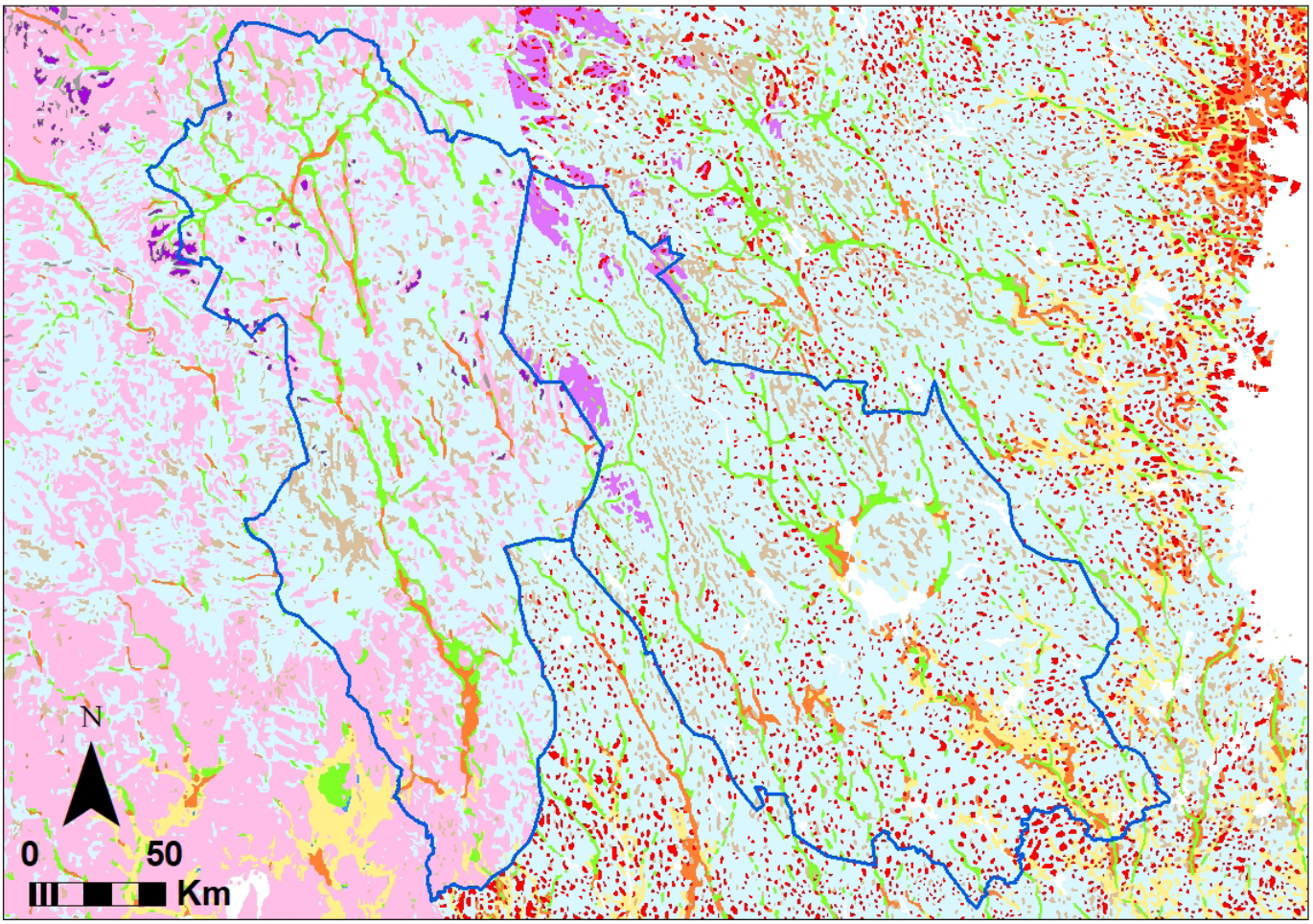
773 Mafic metavolcanic rock (c. 1.90-1.88 Ga)

774 Felsic to intermediate metavolcanic rock (c. 1.90-1.88 Ga)

775 Metagreywacke, metasiltstone, metasandstone, mica schist, graphite- and/or sulphide-bearing schist, paragneiss, amphibolite intercalations (c. 1.95-1.87 Ga and possibly older)

Översiktlig jordartskarta Hedmark-Dalarna.

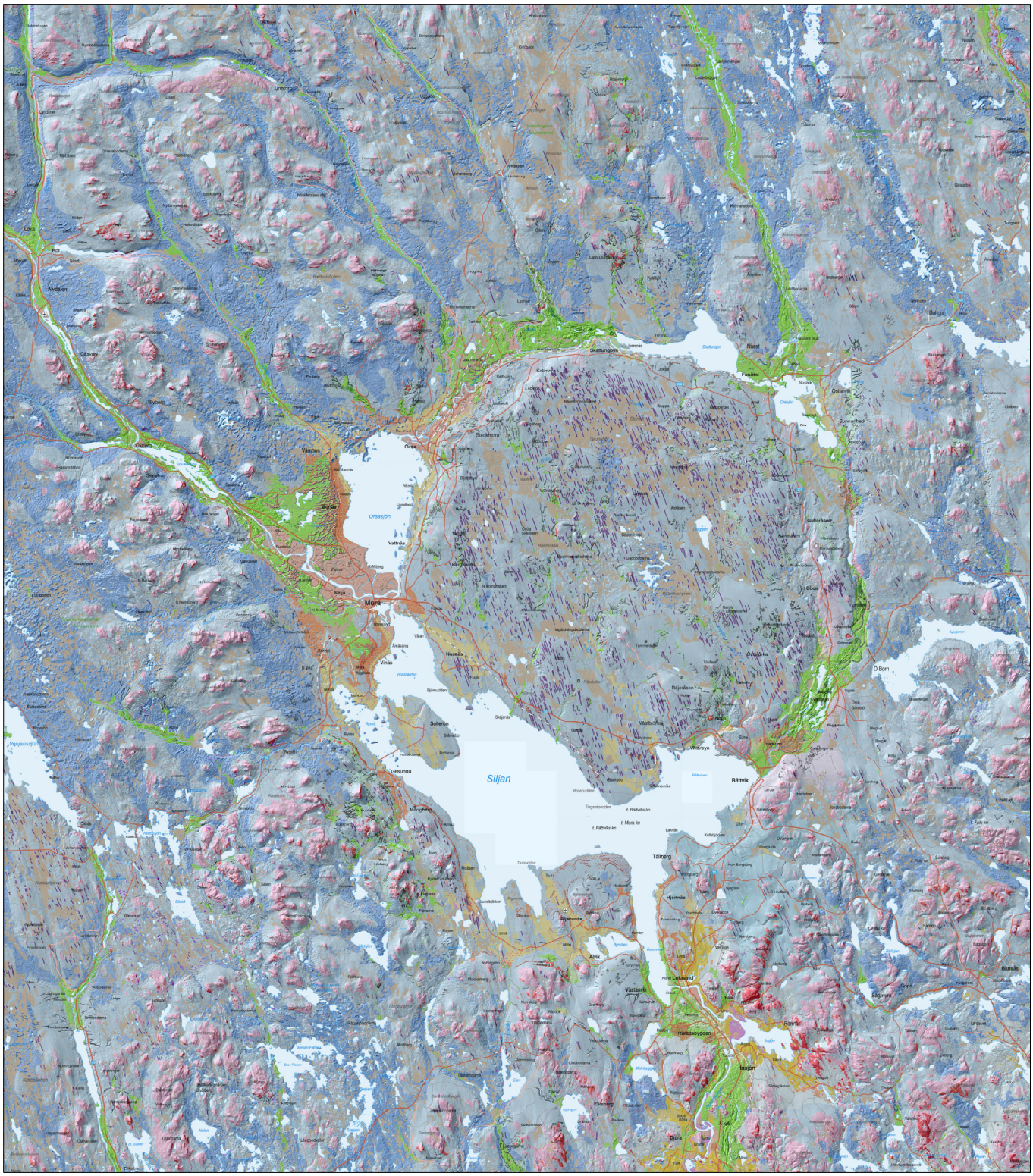
Undersökningsområdet utmärkt med blå polygon.



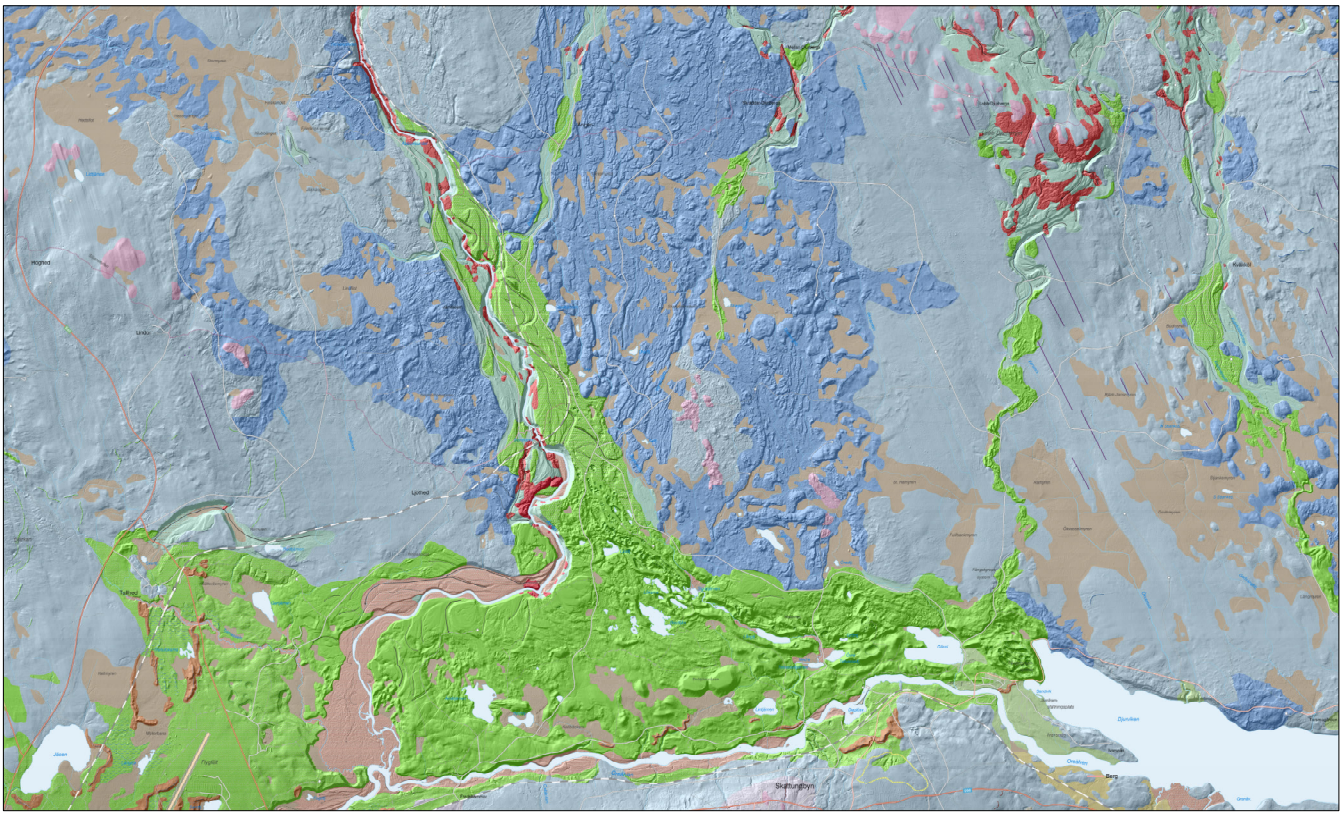
Legend to Quaternary Map

- Peat
- Clay–silt
- Postglacial sand–gravel
- Glaciofluvial sediment
- Till
- Till or residual deposits (in Sweden)
- Colluvium (in Norway)
- Residual deposits from frost weathering, high frequency of medium to large boulders (in N
- Rock/thin or discontiunuose soil cover on rock (in Norway)
- Rock (in Sweden)
- Water

Jordarter Siljan


Siljan
Mora
Orsasjön
Vattnäs
Vinäs
Nusnäs
Sollerön
Ursuntja
Rättvik
Tällberg
Leksand
Insjön
Gagnef
Vansbro
Malung
Sälen
Gustafsfors
Ö Born
Nås
Stackmora
Skattungbyn
Äppelbo
Avesta
Hedemora
Ludvika
Grycksbo
Hjortnäs
Svärdsjö
Hälsingbyn
Hästbo
Ovansjö
Ytterhogdal
Tandsjöbyn
Ytterhogdal
Hede
Ljusdal
Bollnäs
Delsbo
Bjuraklev
Ockelbo
Hofors
Sandviken
Gävle
Ala
Ockelbo
Hofors
Ovanåkers
Bergsjö
Ljusdal
Hudiksvall
Bollnäs
Ovanåkers
Ljusdal
Hudiksvall

Jordarter Skattungbyfältet



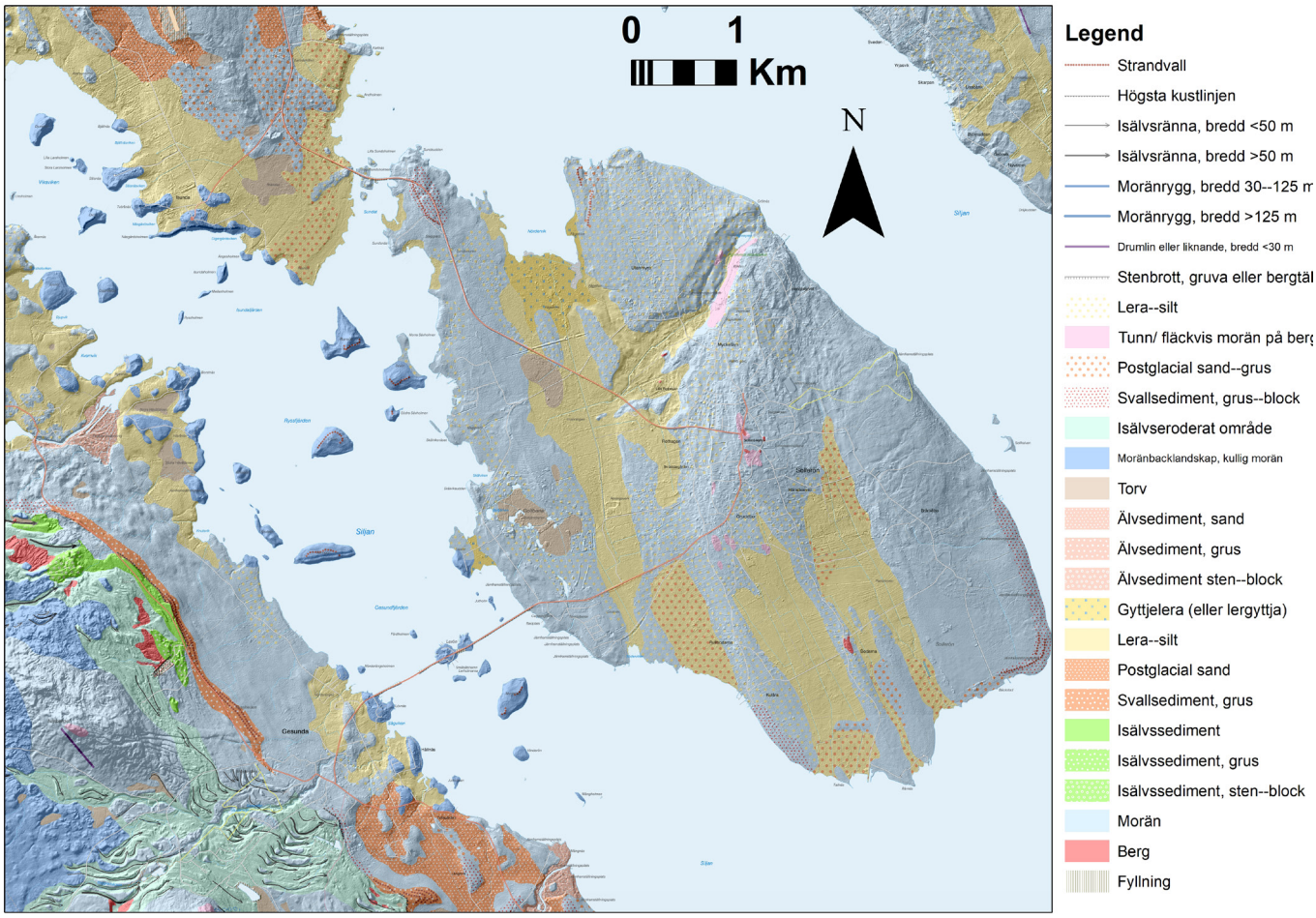
N

0 1 Km

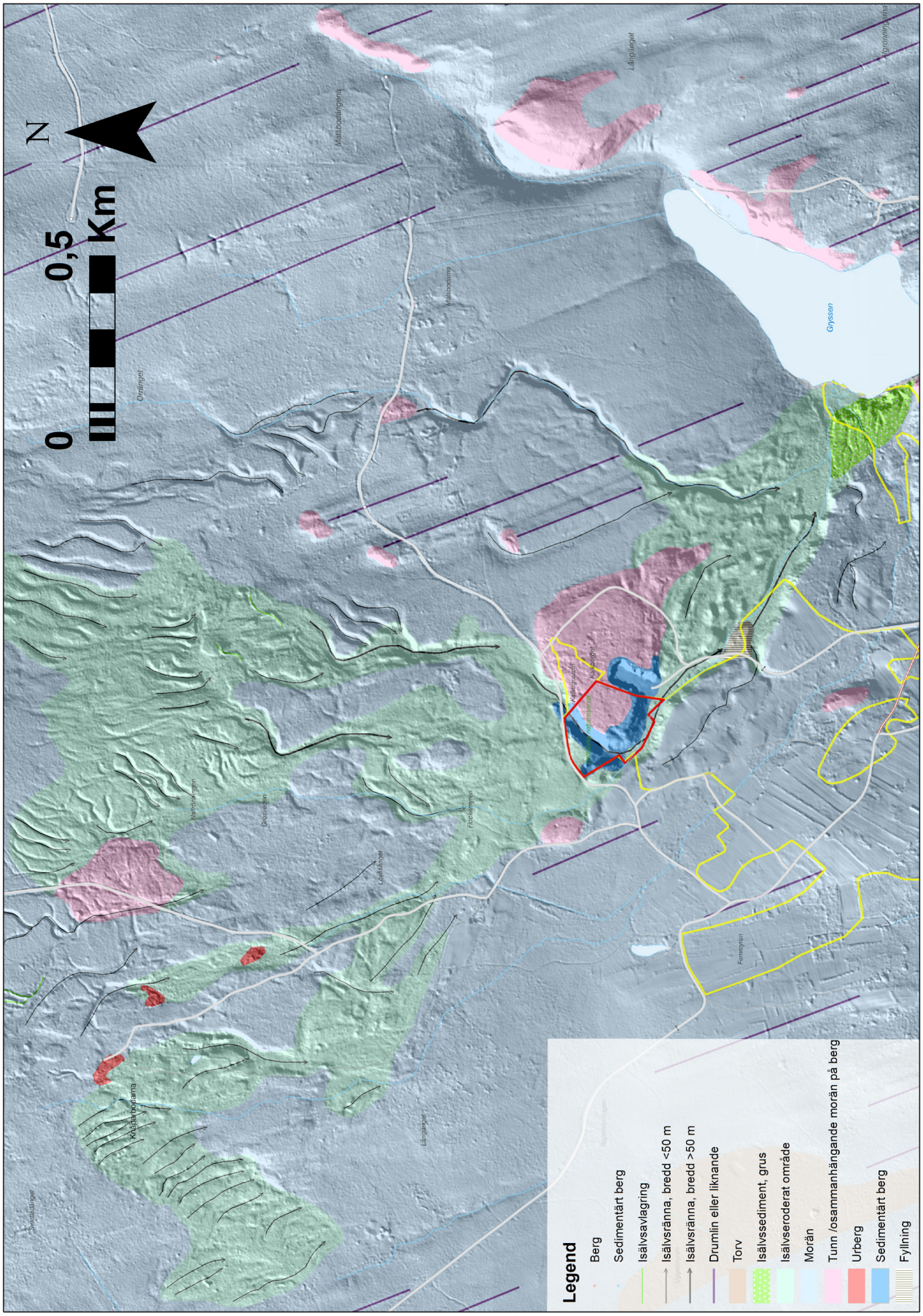
Förenklad legend

- Torv
- Svämsediment
- Älvsediment
- Flygsand
- Postglacial sand
- Lera--silt
- Isälvssediment
- Isälvseroderat område
- Morän
- Moränbacklandskap
- Tunn och/eller osammanhängande morän på berg
- Berg
- Övergiven fluvial fåra
- Isälvsränna
- Isälvsavlagring
- Moränrygg
- Drumlin eller liknande
- Strandvall
- Dyn

Jordarter Sollerön



Jordarter Östbjörka


0
0,5
Km
N
Legend
Berg
Sedimentärt berg
Isälvsavlagring
Isälvsränna, bredd <50 m
Isälvsränna, bredd >50 m
Drumlin eller liknande
Torv
Isälvssediment, grus
Isälverodera område
Morän
Tunn /osammanhängande morän på berg
Urberg
Sedimentärt berg
Fyllning
Gryssen
Fanntyrsen
Floddamyrsen
Kvillingnäsen
Kvillingnäset
Kvillingnäsfjäll
Lånsjöängen
Lånsjöängen
Lånsjöängen
Lånsjöängen
Lånsjöängen
Lånsjöängen
Matsbodaängen
Matsbodaängen
Matsbodaängen
Kvistbodarna
Svartsjöängen
Svartsjöängen
Svartsjöängen

WP 6

- För WP6-rapport, se under WP3
- Minnesanteckningar Exkursion – tema Förvaltning Siljansområdet 2019

Minnesanteckningar från besök med SGU i Siljansringen 8 maj 2019

Deltagare: Linda Wickström, Anna Hedenström och Nelly Aroka från SGU. Andreas Gällerspång, Leif Helldal Olofsson, Johanna Malmgren, Anki Alfredéen, John Halvarsson, Pelle Björkens, Dennis Röding, Jens Montelius Risberg, Märit Hagberg från Länsstyrelsen

Syftet med dagen är att ta reda på:

Hur vi förstår de syften i NR-beslut som handlar om geologi?

Vilken skötsel som är önskvärd för de geologiska värdena?

Vilken skötsel som är rimlig?

Finns det konflikter mellan bevarandevärdena?

Vi besökte tre olika geologiska besöksmål inom Siljansringen.

Började i **Östbjörka naturreservat** i Rättviks kommun.

NR består av ett kalkbrott med rester av kalkugnar. SGU tyckte att vi bör synliggöra kanjonen bättre. Öppna upp genom att ta bort granar. Blottlägga ytor av berget, om möjligt. Försök göra lättillgänglig information på skylt, med fördjupning på webben. Visa upp från en lämplig plats i NR. Skada så lite som möjligt av biologiska och geologiska värden. Beskriv gärna platsens ursprung och orsak till varför kalk bröts här. Hantering av kalkstenen, från brytning och vidare hantering. Vilken typ av kalksten det är.

I stenbrottet utanför NR syns lagerföljden bättre. Kan dessa visas upp? Fråga markägaren.

Det enda som nämns kring geologin i skötselplanen är att kalkugnarna ska hållas rena från sly.

Långtjärn NR, ingår i Skattungbyfältet i Orsa kommun

Skattungfältet är utpekat som ett område för riksintresse för naturvård, 1777 ha stort. Hur sköts det och av vem? Kan vi påverka något? Som skogsbruksåtgärder? Många frågor och få svar. NV är övergripande ansvarig och ev. SKS. SGU kommer att ta fram en metodik för detta inom projektet GEARS.

Vi stannade på två ställen innan NR och tittade på ett sandtag som bestod av finkornig flygsand och senare ett område med ett klassiskt åsnät av kullar. Nyligen avverkat, nu med frötallar och tyvärr tydliga spår i åsryggarna av markberedning genom hyggesharvning.

Fördelen med att det var avverkat var att nivåerna av markytan var nu mycket synliga. Bör dokumenteras med hjälp av film från drönare innan skogen kommer tillbaka.

Naturreservatet på 8 ha, består av mager tallmark i höga åsryggar och djupa dödisgropar. Stigen följde en s.k. getryggsås, med branta sidor ned mot dödisgropar, varav Långtjärn är en sjö. Tydliga spår av isälvsavlagringar syns i reservatet och terrängen runt om.

Inga särskilda krav på skötsel kring de geologiska värdena finns i skötselplan eller beslut (från 2012), utöver att det stora skönhetsvärdet ska bevaras.

Klikten i **Agnmyrens NR**, Mora kommun

Förkastningsbrant som varit ett litet kalkbrott. Tydliga spår syns av gruvbrytningen.

Väggen bör göras ren från påväxt och smuts för att kunna ses tydligare. Tål rejäla tag – gärna högtryckstvätt! Välj dock ställen med omsorg då väggen är bevuxen med lav och mossa som kan vara biologiskt värdefull/intressant. Även frostsprängningar och vittring hjälper till att ta fram strukturen av lagren.

Besökare måste varnas och skyddas för nedfallande stenar. Stor risk! Bör skrotas regelbundet. Ev. avspärrning närmast väggen? Varningsskyltar behövs. Träd på kanten måste bort. Risk att de rasar ned. Dessutom kan rötterna skada bergväggen.

Tillgänglighetsanpassning av leden planeras att fortsätta hela sträckan genom området. Det kan vara lämpligt att göra här då tidigare ingrepp redan gjorts i samband med gruvdriften. (Eller vad säger kulturmiljö?). Skrapa gärna ned till kalkstenen för att få fram en fast och jämn yta.

Önskvärt vore att det gjordes en datering av lagerföljden. Den kan sedan jämföras med de mer undersökta Kårgärde och Fjäckans lagerföljder. Gränsen mot urberget bör ligga nära Klikten.

I skötselplanen står inget om de geologiska värdena. I beslutet från 2018, saknas något syfte att bevara de geologiska spåren. I det tidigare gällande beslutet om naturminnet Klikten, är de geologiska värdena utförligare beskrivna.

Sammanfattningsvis saknas i dessa fall något syfte i naturreservatsbesluten att skydda de geologiska värdena. Därav blir de obefintliga även i skötselplanerna.

Märit Hagberg