

GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



Rapport nr.: 2020.042	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Metode for verdisetting av geologisk mangfold i Miljødirektoratets KU-veileder			
Forfatter: Tine Larsen Angvik, Rolv Dahl, Lars Erikstad, Tom Heldal		Oppdragsgiver: Miljødirektoratet	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall:	Pris: 115
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 15.11.2020	Prosjektnr.: 365803	Ansvarlig: Kari Aslaksen Aasly
Sammendrag: Rapporten beskriver metoder for verdisetting av geologisk mangfold. Geologisk mangfold kan beskrives langs to akser. 1) kilde til variasjon i naturen: et avgrenset område med en gitt geologisk sammensetning kan karakteriseres som en geotop. Denne kan tilhøre en vanlig eller sjelden type. Noen er verdifulle i kraft av å være uvanlig i norsk natur og/eller sårbar og truet. Slike lokaliteter kan verdivurderes i henhold til en allmenn metodikk. (geotopverdi) 2) geologisk arv: objekter med spesiell, kvalitativ verdi, for vitenskap, undervisning og opplevelser. Et avgrenset område som representerer en del av vår geologiske arv, kan karakteriseres som et geosted. Slike steder kan verdivurderes i henhold til en ekspertorientert metodikk (geostedverdi) Rapporten viser systemiske rammeverk for geologisk arv, og presenterer metoder for verdisetting av både geotoper og geosteder. Til slutt viser den kilder for informasjon og hvordan nye data kan leveres.			
Emneord:	Geologi	Naturmangfold	
Kilde til variasjon	Geologisk arv	Geotop	
Geosted			

Innhold

1. Innledning	4
1.1 Mandat	4
1.2 Gjennomføring i henhold til mandatet.....	4
2. Definisjon av geologisk mangfold	6
2.1 Geologisk mangfold og geologisk arv	6
2.2 Kunnskapskrav	8
3. Metode for geotopverdi (forvaltningsprioritet/rødliste).....	10
4. Rammeverk for geologisk arv	13
4.1 Tematisk avgrensing.....	13
4.2 Rammeverk for beskrivelse og katalogisering: nivåer og hierarki	13
4.3 Rammeverk for beskrivelse og katalogisering: systemisk tilnærming	14
4.4 Arbeidsflyt og metode	16
5. Geologisk arv – verdisetting	18
5.1 Valg av verdisystem	18
5.2 Vitenskapelig verdi.....	19
5.3 Undervisningsverdi.....	21
5.4 Opplevelsesverdi	22
6. Oppsummering av verdier for geologisk mangfold	25
7. Tiltakets påvirkning	26
8. Levering av data om geosteder og geologisk mangfold	28
9. Kilder til informasjon for verdivurdering av geologisk mangfold.....	29
9.1 Kilde til variasjon/geotoper	29
9.2 Geologisk arv/geosteder	29
10. Referanser.....	30

1. Innledning

1.1 Mandat

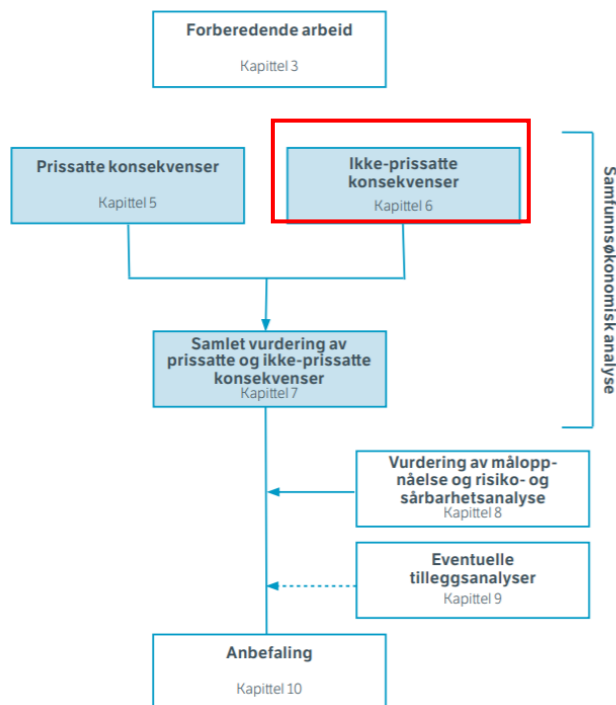
«Miljødirektoratet har behov for faglig bistand i forbindelse med utarbeidelse av veileder for konsekvensutredninger av klima og miljø. KU-veilederen utarbeides som en digital veiledning på Miljødirektoratet sine nye nettsider. Miljødirektoratet ønsker bidrag fra NGU på geologisk mangfold innenfor temaene; landskap og naturmangfold.

Geologi som ressurs er ikke en del av KU-veilederen som Miljødirektoratet utvikler. I KU-veilederen tar vi utgangspunkt i samme opplegg som Statens vegvesens veileder for KU (V712) med en tre trinns metode for vurdering av KU; verdi, påvirkning og konsekvens. Miljødirektoratet trenger bistand inn i dette arbeidet til en beskrivelse av hvordan man vurderer verdien av geologiske forekomster i konsekvensutredninger, og plassering av geosteder langs en verdiskala; a la lokalt, regional, nasjonal/internasjonalt verdi.

Under påvirkningsdelen av metoden er det behov for at NGU lager en veiledningstekst for vurdering av påvirkning) på hva som vil være terskelverdier for hva som er noe forringet, forringet, sterkt forringet osv.»

1.2 Gjennomføring i henhold til mandatet

Oppdraget er begrenset til «ikke-prissatte» konsekvenser for geologisk mangfold (Figur 1), det vil si at prissatte geologiske ressurser, som for eksempel mineralressurser, byggeråstoffer og grunnvann, ikke omfattes.



Figur 1. Flytskjema for konsekvensanalyser. Fra Veileder for KU (712), Statens Vegvesen

Veilederen (og dermed også dette dokumentet) tar utgangspunkt i samme opplegg som Statens vegvesens veileder for KU (V712) med en tre trinns metode for vurdering av KU;

verdi, påvirkning og konsekvens (**Feil! Fant ikke referanseilden.**). Ikke-prissatt metode i V712 skal sikre en faglig, systematisk og enhetlig analyse av de konsekvensene et tiltak vil medføre for de fem fagtemaene (Alle virkninger utredes innenfor de fem fagtemaene; landskapsbilde; friluftsliv/by- og bygdeliv; naturmangfold; kulturarv; naturressurser). De to første trinnene gjøres for hvert fagtema, mens i det tredje trinnet vurderes konsekvensen for de fem fagtemaene samlet. Dette dokumentet tar for seg det første trinnet i den delen av analysen som gjelder geologisk mangfold som en del av naturmangfoldet.

Temainndelingen skal sørge for at en unngår dobbeltvektning; det vil si at hver virkning blir vurdert kun én gang. Det er derfor viktig å definere nærmere hva som menes med geologisk mangfold før vi går videre med verdikriterier.

2. Definisjon av geologisk mangfold

2.1 Geologisk mangfold og geologisk arv

Naturmangfoldlovens §1: 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.

Definisjon i §3: I denne lov forstås med

- i) naturmangfold: biologisk mangfold, landskapsmessig mangfold og geologisk mangfold, som ikke i det alt vesentlige er et resultat av menneskers påvirkning
- j) naturtype: ensartet type natur som omfatter alle levende organismer og de miljøfaktorene som virker der, eller spesielle typer naturforekomster som dammer, åkerholmer eller lignende, samt spesielle typer geologiske forekomster¹
- t) økosystem: et mer eller mindre velavgrenset og ensartet natursystem der samfunn av planter, dyr, sopp og mikroorganismer fungerer i samspill innbyrdes og med det ikke-levende miljøet

Geologisk mangfold er ikke definert i selve loven, men er av [NGU](#) definert om:

Geologisk mangfold er variasjonane i berggrunn, mineral, lausmassar, landformer og prosessane som skapar dei. Det geologiske mangfoldet er kjelde til variasjon i biologisk mangfold, natur- og kulturlandskap (jfr. §3i).

Geologisk mangfold er òg vår geologiske arv. Stadar som i kraft av å visa geologiske fenomen, prosessar eller ressursar, formidlar geologi som vitenskap, eller grunnlag for biosfæren og menneskets utvikling og kultur (jfr. §3j)

Dette gir to perspektiver på geologisk mangfold med ulike tilnærming til verdi (Figur 2):

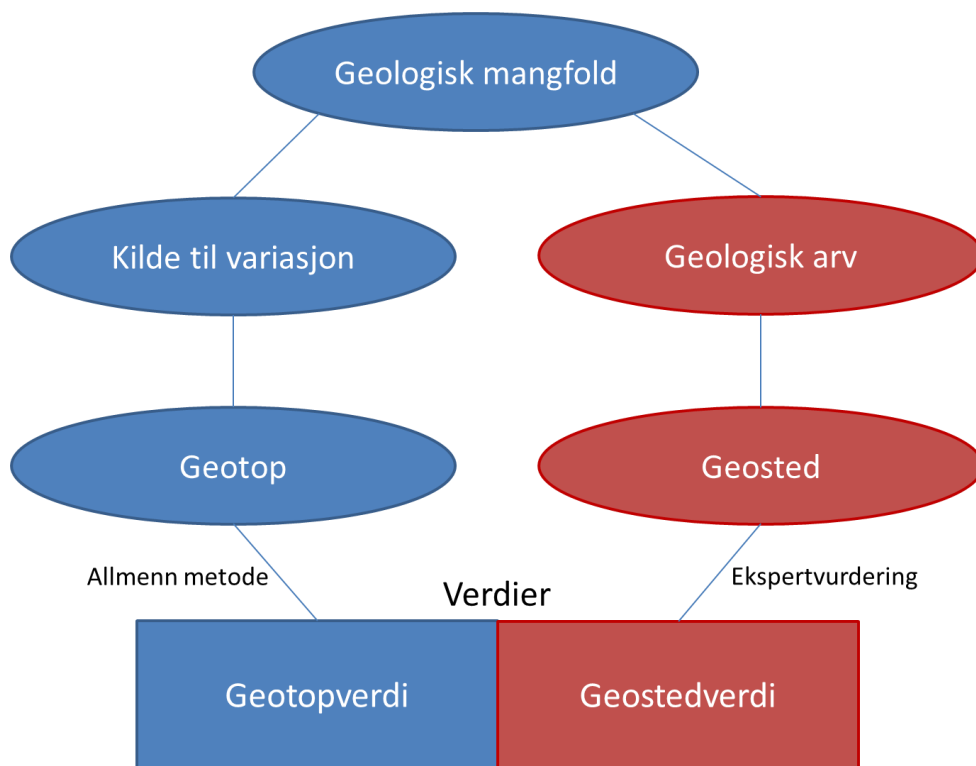
- **Geologi som kilde til variasjon i naturen.** Et avgrenset område med en gitt geologisk sammensetning kan karakteriseres som en geotop. Denne kan tilhøre en vanlig eller sjelden type. Både de sjeldne og de vanlige kan være truet av ulike grunner, disse kan være rødlistet, og noen av dem er (eller vil bli i fremtiden) prioriterte naturtyper. Disse er verdifulle i kraft av å være uvanlig i norsk natur og/eller sårbar og truet. De har en verdi i kraft av å eksistere som en type innenfor naturmangfoldet. Slike lokaliteter kan verdivurderes i henhold til en *allmenn metodikk*.
- **Geologi utvalgt som geologisk arv.** Objekter med spesiell, kvalitativ verdi, for vitenskap, undervisning og opplevelser. Det kan være fordi de er særlig godt egnet til å vise geologiske fenomener og prosesser eller inneholder unik informasjon som har betydning for geologi som vitenskap innenfor er rammeverk. Det kalles geologisk arv.

¹ Med «Spesielle typer geologiske forekomster» menes i praksis steder som er utvalgt på grunn av særskilte kvaliteter for forskning, undervisning eller opplevelser. Det er det vi kaller geologisk arv.

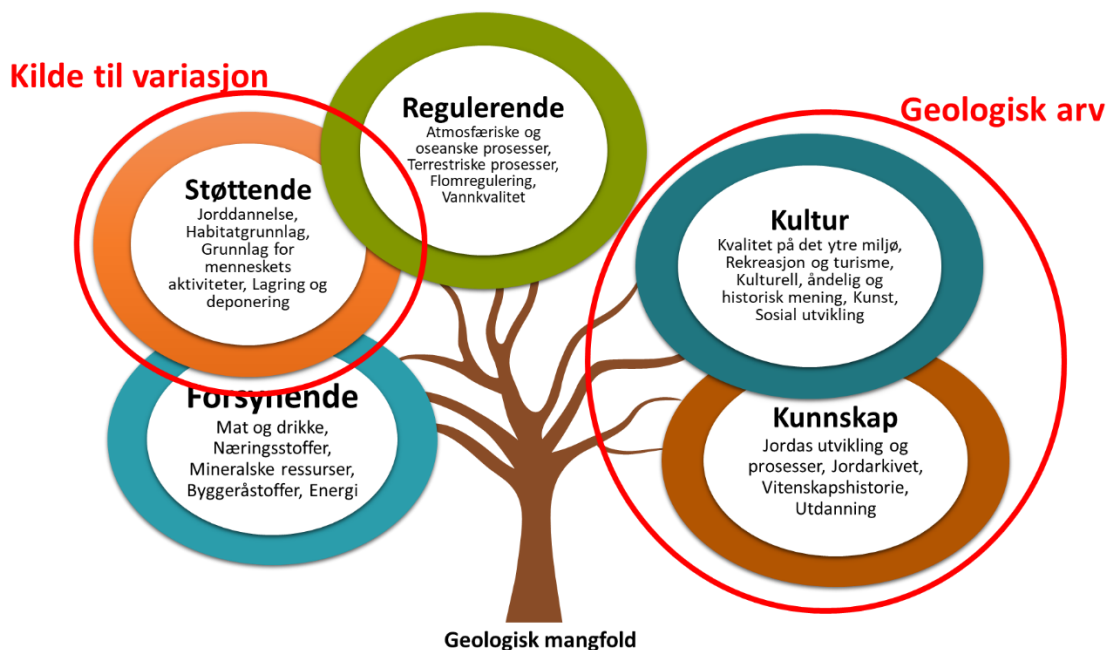
Et avgrenset område som representerer en del av vår geologiske arv, kan karakteriseres som et geosted. Slike steder kan verdivurderes i henhold til en *ekspertorientert metodikk*.

NGU har benyttet nasjonal og internasjonal forskning om temaet som utgangspunkt, og samtidig søkt å tilpasse til særlige norske forhold for beskrivelse av naturmangfold (for eksempel Natur i Norge (NiN)). Oversiktlige internasjonale publikasjoner inkluderer Gray (2013, 2018) og Crofts et al. (2015).

Men først, noen avgrensninger. Geologisk arv er nært knyttet til økosystemtjenester, som vist i Figur 3. 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 (geologisk arv) og støttende tjenester (kilde til variasjon). I påfølgende tekst er fokus på disse to.



Figur 2. To perspektiver for geologisk mangfold og veier til verdier.



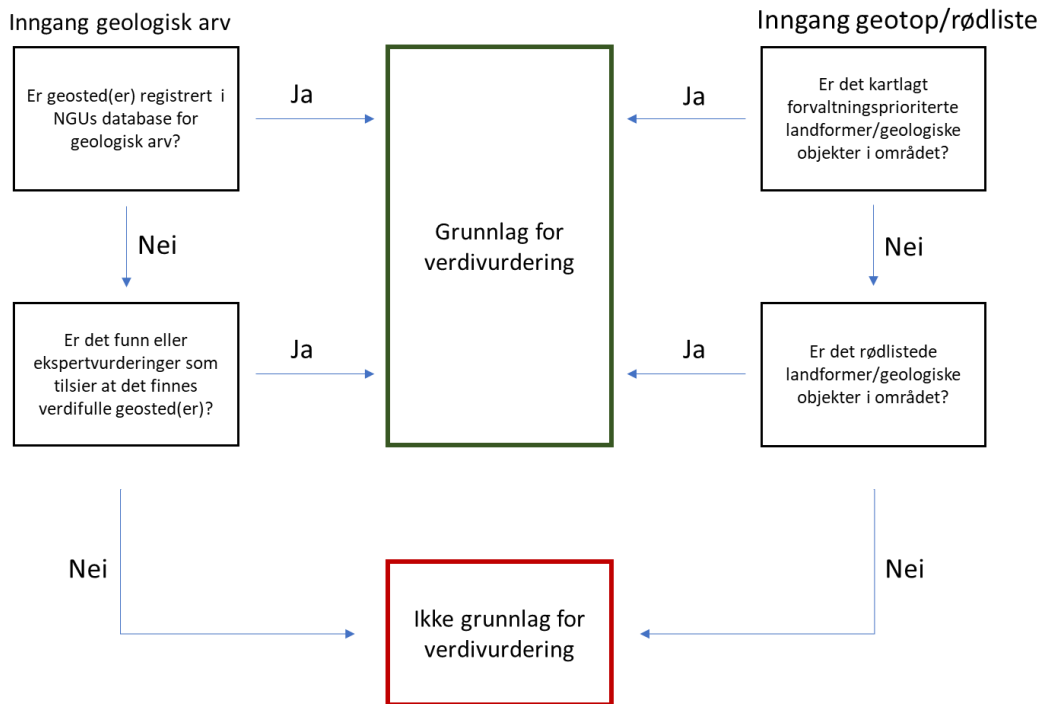
Figur 3. Geologisk mangfold i økosystemtjenester. Rød ring beskriver de tjenester som er mest relevant for denne KU-veilederen, siden andre forvaltningsaktører ivaretar forsynende, regulerende og støttende tjenester. Utvidet modell, etter Gray (2018).

2.2 Kunnskapskrav

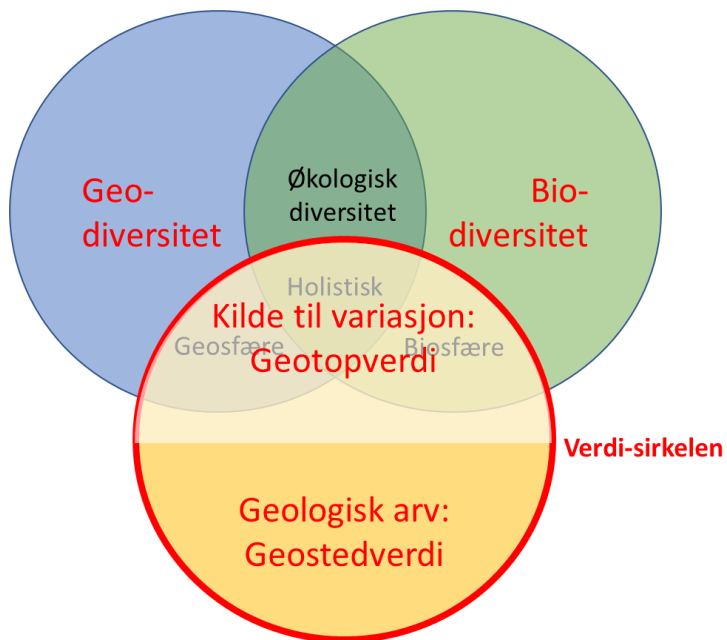
I hovedtrekk bør en KU-utredning som omfatter geologisk mangfold utføres av personell med en viss kompetanse innen geologi, for eksempel personer med minimum årstudium (60 ETCS) innen geologi og/eller geografi eller tilsvarende praktisk erfaring. Slik minimumskompetanse er ikke tilstrekkelig for ekspertvurdering, men til å vite hvor slike vurderinger og ekspertise kan finnes for konsultasjon.

Registrering og verdisetting av geotop/geosted har ulike stadier og krav til kompetanse etter hvor langt i prosessen en beveger seg. I KU sammenheng er det en forutsetning at vurderingene som legges til grunn enten baseres på registreringer i NGUs database for geologisk arv, andre arkiv eller forvaltningsplaner for delområder, prioriterte naturtyper, rødlista eller på nye registreringer i forbindelse med konsekvensutredningen (se rammeteksten under).

Figur 4 viser hvordan beslutte om det er grunnlag for verdivurderinger i et gitt område ut ifra de to perspektivene Geologisk Arv (ekspertvurdering) og forvaltningsprioritet/rødliste (allmenn metode). Figur 5 viser hvordan disse perspektivene forholder seg til hverandre.



Figur 4. Innganger til verdier fra to ståsteder: kilde til variasjon (geotop) og geologisk arv (geosted)



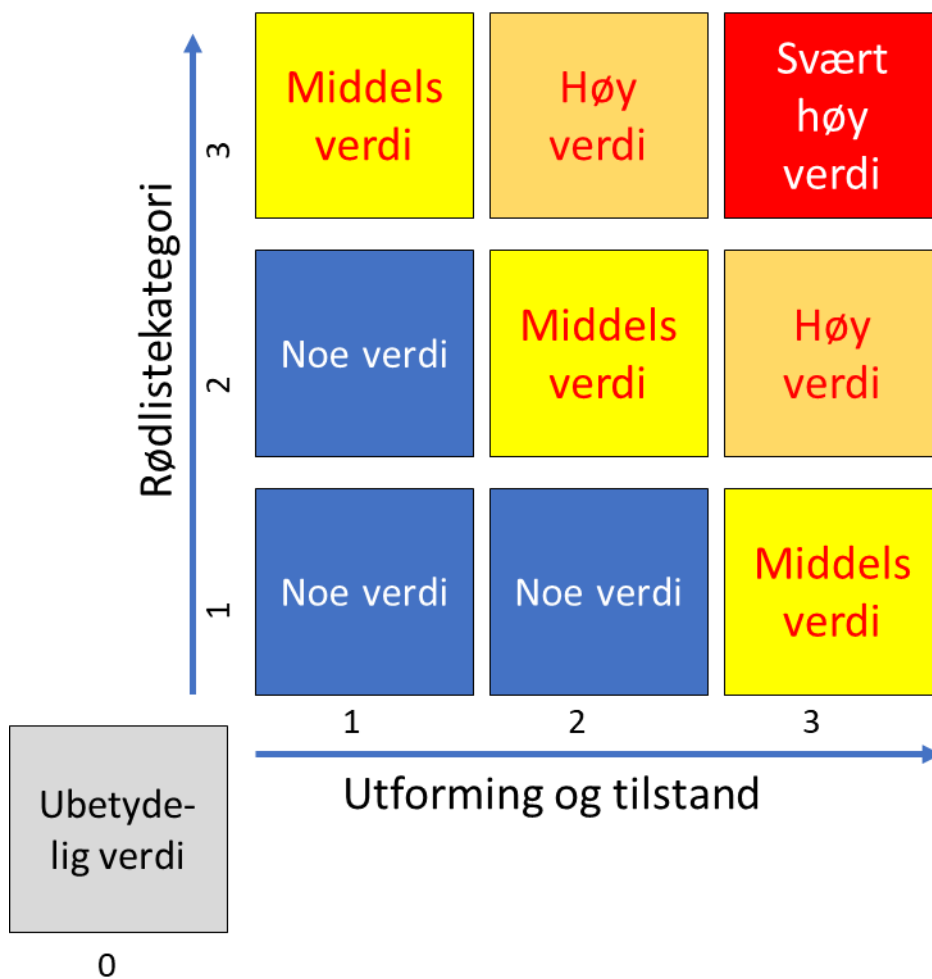
Figur 5. Verdisirkelen (i rødt), der geotopverdi (forvaltningsprioritet/rødliste) og geologisk arv (vitenskapelig, undervisnings- og opplevelsesverdi) og er illustrert.

3. Metode for geotopverdi (forvaltningsprioritet/rødliste)

Geotopverdien kan beskrives som «verdi i kraft av å være til», der sjeldenhet eller truethet er viktige kriterier for utvelgelse. Det at en geotop er sjelden og/eller truet, er altså en verdi i seg selv.

Utvalg av geotoper for vurdering av geotopverdi vil primært være rødlista og prioriterte (og forvaltningsprioriterte) naturtyper. Per i dag finnes det [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.

Vi har valgt å vise *geotopverdi* (Figur 6) som en funksjon av geotopens **kvalitet** (utforming og tilstand; (Tabell 1)) og «**rødlistekategori**» (Tabell 2), 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 plote øverst på y-aksen.



Figur 6. Geotopverdi som en funksjon av rødlistekategori og utforming/tilstand.

Tabell 1. 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

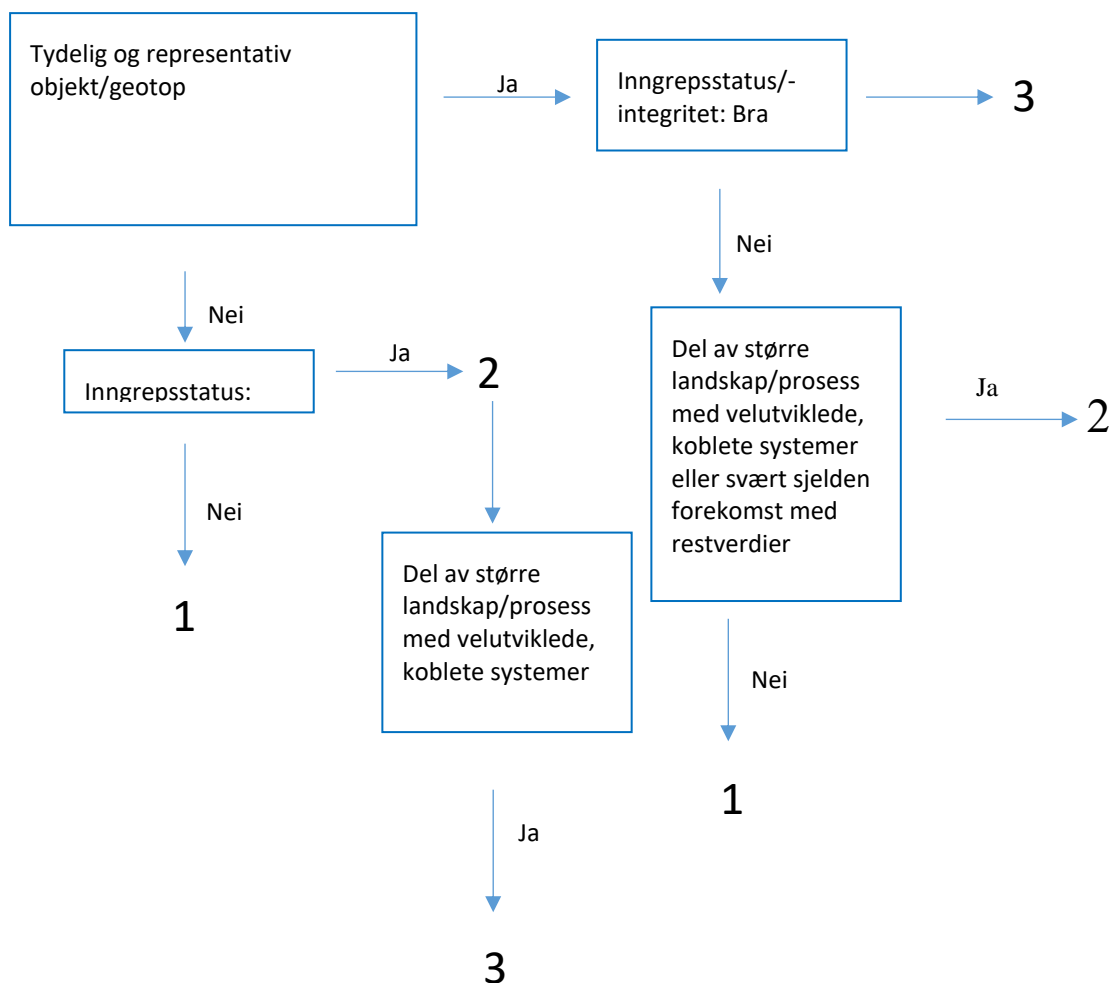
Tabell 2. Røddlistekategorier

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

Hvis geotopen ikke er truet og har en diffus utforming eller sterkt redusert tilstand, vil den få «ubetydelig verdi» (Figur 6).

Røddlistekategori utledes fra Artsdatabankens sider. Forvaltningsprioritet vil (når det eventuelt foreligger) finnes på Miljødirektoratets sider.

For å vurdere «utforming og tilstand», tar vi utgangspunkt i en skritt-for-skritt metodikk utviklet for ravedaler (Erikstad 2014), som vist i Figur 7.



Figur 7. Kvalitetsklasser for utforming og tilstand (se Tabell 1, modifisert etter Erikstad (XX))

Samlet gir dette en syntese av fire verdier som vist i Tabell 3.

Tabell 3. Geotopverdi - syntese av 4 verdigrupper samt «uten betydning».

Uten betydning	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

4. Rammeverk for geologisk arv

4.1 Tematisk avgrensing

Geologisk arv har en mer komplisert tilnærming enn geotopverdi, da det dreier seg om et stort spekter av verdier basert på ulike ekspertvurderinger. Det er en lang tradisjon for dette innen klassisk naturvern både nasjonalt og internasjonalt. 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.

4.2 Rammeverk for beskrivelse og katalogisering: nivåer og hierarki

Beskrivelse av geologisk arv knyttes til ulike nivåer der geosteder registreres inn i et hierarkisk system hvor de ulike nivåene er satt i sammenheng inn i en større helhet.

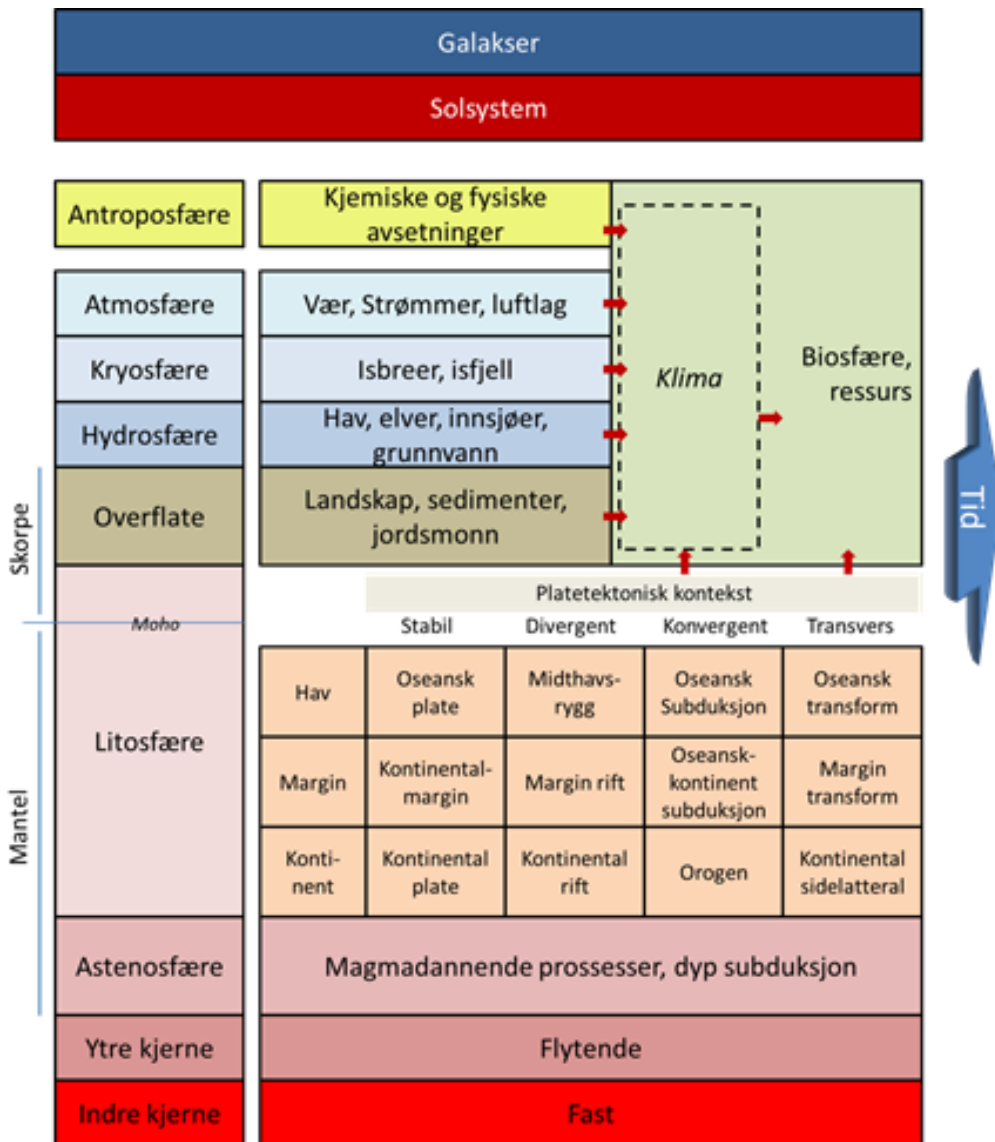
I KU-veilederen registreres alle geosteder inn på geostedsnivå og knyttes om mulig, videre oppover i systemet til landskapsnivå og regionalt nivå (Tabell 4). Dette muliggjør en hierarkisk-systemisk katalogisering av geologisk arv. Det øverste nivået er «hendelse», som kan være en geomorfologisk megaform (for eksempel fjord) eller en prosess som har hatt stor betydning for utvikling av det norske landskapet (for eksempel Istid). I tabellen er nivåene knyttet til geosted og landskap fremhevet; det er disse nivåene som er relevante i forbindelse med KU.

Tabell 4. Geologisk arv deles inn i skalabetingede nivå der geosteder registreres på lokalitetsnivå og kan knyttes sammen i større skala og inneholder flere elementer på mikronivå. Tabellen viser sammenhengene for dette.

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 2-20km ²	Geostedskompleks – 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 1m ² -2km ²	Geosted – Et geografisk velavgrenset geologisk eller geomorfologisk fenomen. Flere geosteder innenfor et enhetlig og avgrensbar område kan forme et Geostedssystem .	Fossillokalitet, bergartslokalitet, esker, morene, dødisgrop eller systemer av slike elementer	Natursystem og naturkomponent
Mikronivå Oftest mindre enn 100m ²	Geosted-element – Enkeltelementer som eksisterer på et geosted.	En vulkansk gang, Isskurt fjell	Livsmedium

4.3 Rammeverk for beskrivelse og katalogisering: systemisk tilnærming

Som vist i Figur 3 kan vi katalogisere geologisk arv i forhold til økosystemtjenester. Men det er også mulig å se dette i et jordsystem-perspektiv («Earth System Perspective»). Figur 8 viser jordsystemet fra innerst til ytterst, og alle geosteder vil kunne ha en plass innenfor dette systemet, hvis man ser på tidsaksen i tillegg. Altså, ett hvert geosted i verden kan illustrere en hendelse i jordsystemet til en gitt tid. Hendelsestype pluss geologisk tidsalder = geostedets rolle i jordas utvikling. Vi kan videre skjelve mellom geosteder som viser prosesser og geosteder som etablerer et arkiv over hendelser, som for eksempel datering.



Figur 8. 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 (2018).

Hvis vi kombinerer jordsystemet med økosystemtjenester, kan vi katalogisere geologisk arv i tre tabeller: geologiske prosesser (som er knyttet til hendelser; Tabell 5), arkiv (som er knyttet til nøkkelobservasjoner);

Tabell 6) og økosystemtjenester (som er knyttet til ikke-økonomiske aspekter av menneskets utnyttelse av tjenestene; Tabell 7).

Tabell 5. Geologisk arv katalogisert etter prosesser og hendelser.

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
Meteroittnedslag	Prosesser og resultater av meteroittnedslag («impact»)

Tabell 6. Geologisk arv katalogisert som elementer i et jordarkiv.

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

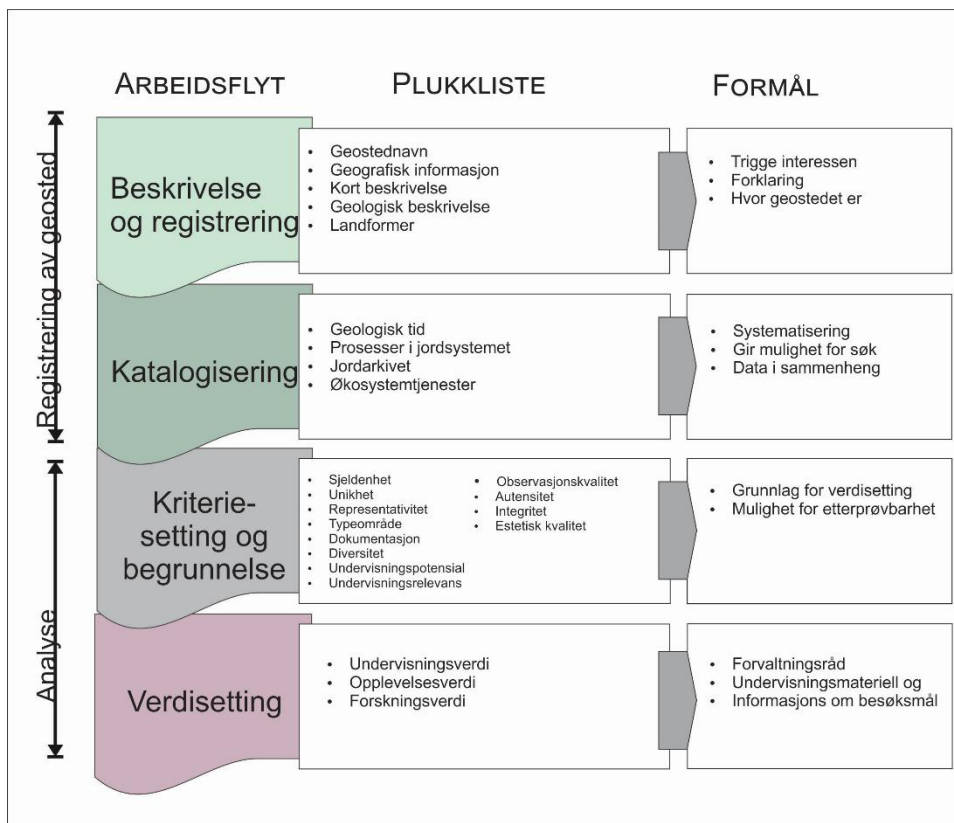
Tabell 7. Geologisk arv katalogisert i forhold til en del sentrale økosystemtjenester.

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

4.4 Arbeidsflyt og metode

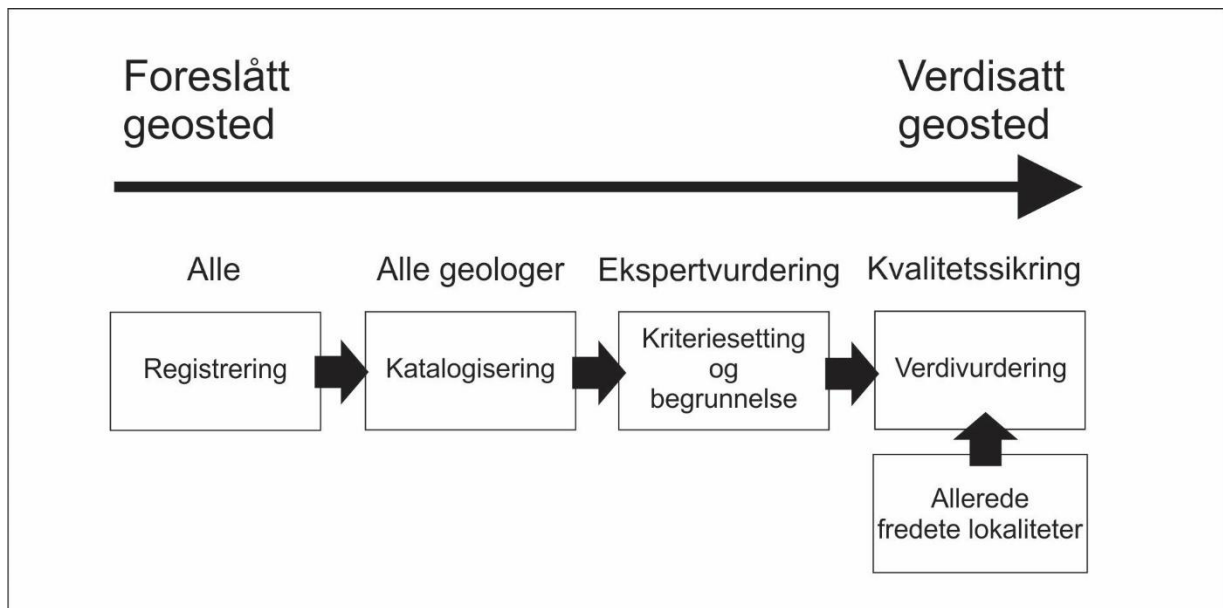
Med rammeverket som utgangspunkt, registreres og katalogiseres geosteder som vist i Figur 9:

1. Gjennomgang av eksisterende kunnskap; databaser, rapporter, lokale beskrivelser, relevante muligheter, lokallag, lokalkjente, eksperter, fagrapporter osv
2. Feltbefaring; beskrivelse, koordinater, bilder,
3. Lage registrerings kart med georeferert punkt og tilhørende flateareal.
4. Registreringskategorier og katalogisering
5. Kriteriesetting og begrunnelse
6. Verdisetting



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

Selve verdissetingen kan foreslås av alle som har en interesse for det, men det er eksperter som setter endelig verdi i henhold til en metode som beskrives under. Lokalteter som er fredet ved lov vil alltid få høy verdi (Figur 10).



Figur 10. Figuren illustrerer prosessen fra foreslått geosted til en kvalitetssikret verdivurdering. Alle kan registrere eller foreslå et geosted, og har da status som udefinert verdi. Videre går prosessen gjennom en katalogiseringsfase der det kreves geologisk kompetanse og til en analyse med kriteriesetting og begrunnelse som resulterer i konkrete verdier presentert i en rapport med verdikart. Fredete lokaliteter får automatisk en høy verdi.

5. Geologisk arv – verdisetting

5.1 Valg av verdisystem

Verdiskalaen i Tabell 8 har (i tillegg til uten betydning/ikke relevant) 4 trinn fra «noe» til «svært stor» verdi. Innenfor geologisk arv er disse oversatt til en gradering fra lokal til internasjonal verdi.

For geologisk arv vil «uten betydning» ikke fylles inn, i og med at objekter som ikke har betydning i utgangspunktet ikke vil registreres som geosted.

Tabell 8. Verdiskala for geologisk arv (nederst) og oversettelse av klasser.

Uten betydning	Noe	Middels	Stor	Svært stor
	Lokal	Regional	Nasjonal	Internasjonal

Skalaen benyttes på tre grupper av verdimål:

- Vitenskap: geostedets betydning for geologisk vitenskap
- Undervisning: geostedets betydning som lokalitet for undervisning i flere nivå
- Opplevelser: geostedets betydning som attraksjon eller kulturelt viktig sted

Samlet gir dette en matrise av verdier for geologisk arv, som vist i Tabell 9. *Den resulterende Geostedverdien vil bli høyeste verdi av disse tre.*

Tabell 9. Verdimatrise for geologisk arv.

Verdi	Vitenskap	Undervisning	Opplevelser
Internasjonal/svært stor			
Nasjonal/stor			
Regional/middels			
Lokal/noe			
Uten betydning			

En viktig grunn til at dette systemet er valgt i Norge, er at det følger verdisystemet som anbefales av [UNESCO Global Geoparks](#). I tillegg har vi noen tradisjoner rundt vern av geosteder i Norge som følger de samme linjene. For eksempel har ikke Ruggesteinen i Rogaland noen verdi for vitenskap eller undervisning, men stor verdi for opplevelser.

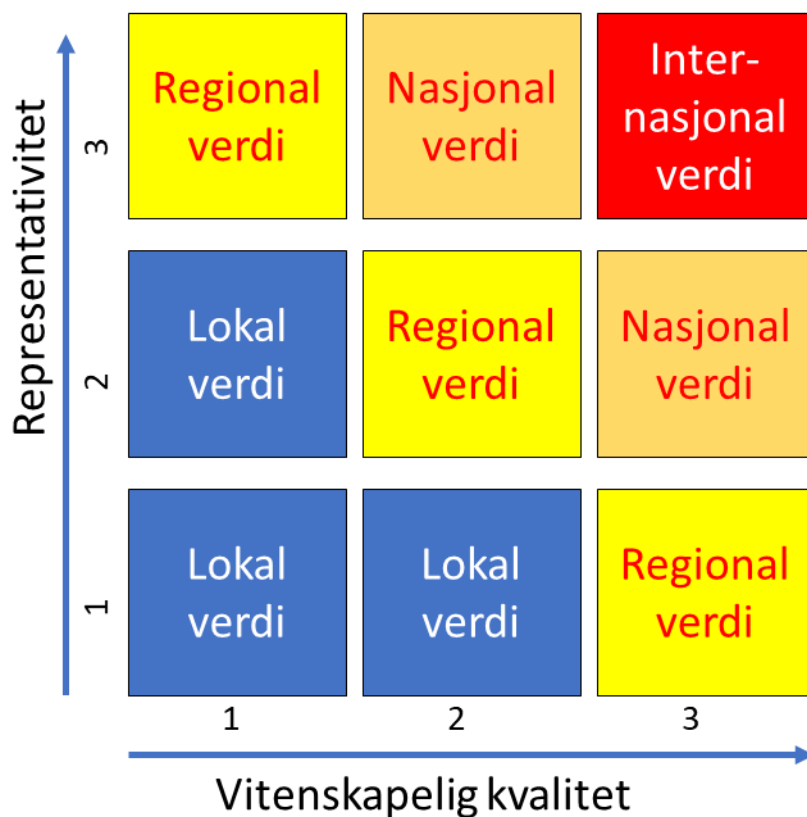
5.2 Vitenskapelig verdi

Vitenskapelig verdi har en betydelig funksjon for å ivareta samfunns- og naturverdier, nemlig å sikre at geostedene representerer de prosesser og sammenhenger som har skapt norsk natur. Geosteder er videre av stor betydning for geologisk forskning, for eksempel lokaliteter der banebrytende observasjoner, målinger eller analyser kommer fra. Slike steder er viktig å ta vare på for at forskningen skal kunne reproduseres og testes.

Derfor er Vitenskapelig verdi angitt som en funksjon av **vitenskapelig kvalitet** i forhold til **representativitet** (Figur 11).

Vitenskapelig kvalitet kan defineres som **unikhet**, støttet av informasjon om **integritet**, **sjeldenhet**, om det er **typeområde** og i hvilken grad vitenskapelig **dokumentasjon** kan knyttes til stedet. 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 10).

Representativitet innen geologisk arv kan beskrives som geostedenes evne til å representere en eller flere av de prosesser og sammenhenger som samlet utgjør Norge eller verdens geologiske arv. Vi har definert tre grader (Tabell 11), der laveste stort sett betyr at geostedet ikke representerer en geologisk prosess eller sammenheng på en særlig bra måte.



Figur 11. Vitenskapelig verdi som en funksjon av vitenskapelig kvalitet og representativitet.

Tabell 10. 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 11. 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 12.

Tabell 12. Vitenskapelig verdi – syntese for 4 verdigrupper

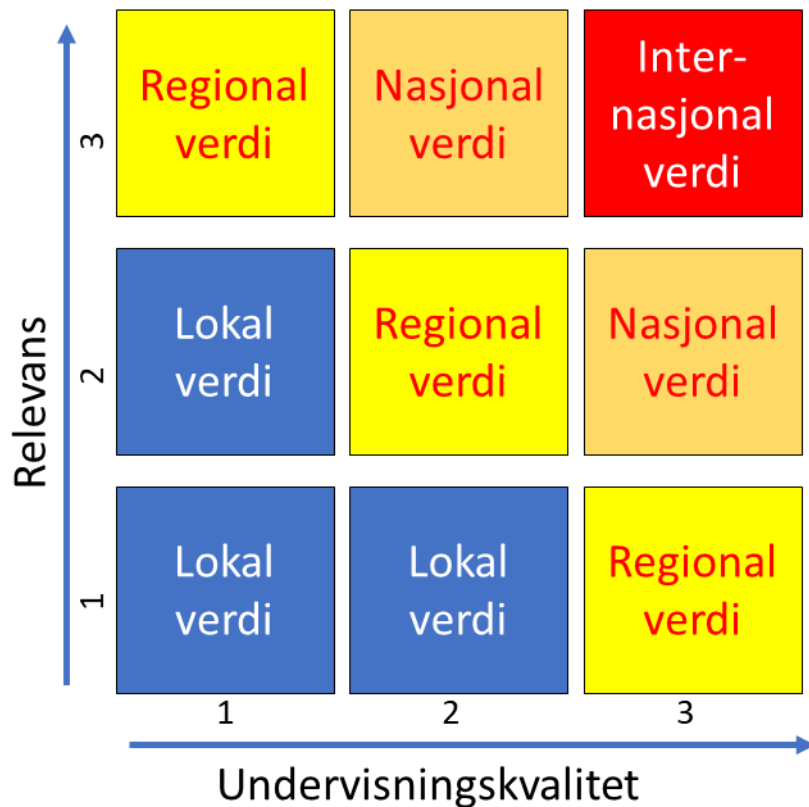
Lokal verdi	Regional verdi	Nasjonal verdi	Internasjonal verdi
Geosted som enten har forringet kvalitet eller lav representativitet, men kan likevel være av betydning for lokal geologisk forståelse	Geosted som er enten har noe forringet kvalitet eller at representativitet er begrenset til et avgrenset område (region)	Vitenskapelig kjent geosted med god autensitet og representativitet som gir/har gitt bidrag til å øke forståelsen av Norges geologiske oppbygging og historie	Vitenskapelig velkjent geosted med svært god autensitet og representativitet som gir/har gitt betydelige bidrag til geologi som vitenskap eller global geologisk forståelse

5.3 Undervisningsverdi

Undervisningsverdi er en funksjon av **undervisningskvalitet** mot **relevans** (Figur 12).

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 13). **Relevans** er knyttet til hva elevene/studentene har lært eller skal lære, altså i forhold til læreplaner og pensum (Tabell 14).

Det er en betydelig dynamikk knyttet til undervisningsverdi. Skal undervisningsverdi for universitetsnivå være høyere enn for grunnskolen? Vi mener at det ikke nødvendigvis vil være slik, men at det samtidig er vanskelig å se for seg at geosteder i de høyeste verdiklassene *ikke* er av verdi for øverste utdannelsesnivå.



Figur 12. Undervisningsverdi som funksjon av undervisningskvalitet og relevans.

Tabell 13. Grader av undervisningskvalitet.

UNDERVISNINGSKVALITET	
3	Svært tydelig og lesbart geosted som bidrar til god forståelse av en global 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 14. 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 15.

Tabell 15. Undervisningsverdi - syntese for 4 verdigrupper.

Lokal verdi	Regional verdi	Nasjonalt verdi	Internasjonal verdi
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 Norges 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

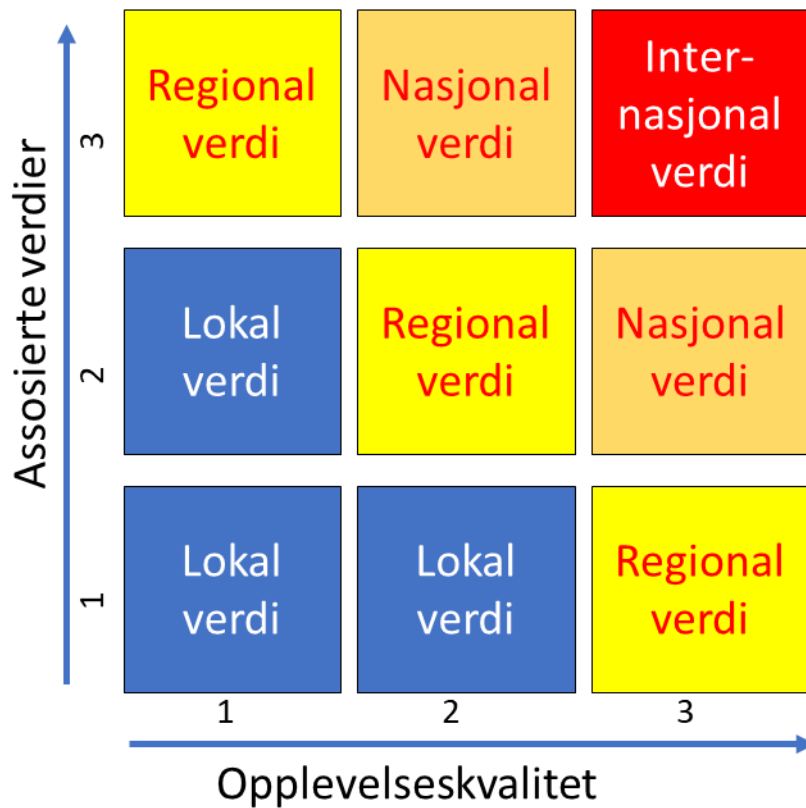
5.4 Opplevelsesverdi

Opplevelsesverdi er en funksjon av **opplevelseskvalitet** og **assosierte** verdier (Figur 13).

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 vakkert,

imponerende og at geologien tydelig kan forstås og at geostedet fremstår intakt (Tabell 16), altså **estetisk kvalitet, observerbarhet, og har Integritet.**

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 17).



Figur 13. Opplevelsesverdi som funksjon av opplevelseskvalitet og assosierte verdier

Tabell 16. 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 17. 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 18.

Tabell 18. Opplevelsesverdi - syntese for 4 verdigrupper.

Lokal verdi	Regional verdi	Nasjonal verdi	Internasjonal verdi
Geosteder med lav inntryksstyrke/hverdagslandskap	Middels tydelig og lesbart geosted med moderat inntryksstyrke i område med begrensede landskapsverdier	Tydelig og lesbart geosted med høy inntryksstyrke i område med store landskapsverdier	Svært tydelig og lesbart geosted med høy inntryksstyrke i område med svært store landskapsverdier

6. Oppsummering av verdier for geologisk mangfold

En syntese av verdier som i detalj er beskrevet i kapitlene over er gitt i Tabell 19. Denne anbefales benyttet i KU-veilederen, mens detaljene innenfor hver kategori publiseres på egne websider lenket fra KU-veilederen.

Tabell 19. Verditablell som viser verdi innenfor hver kategori. Den høyeste verdien skal benyttes.

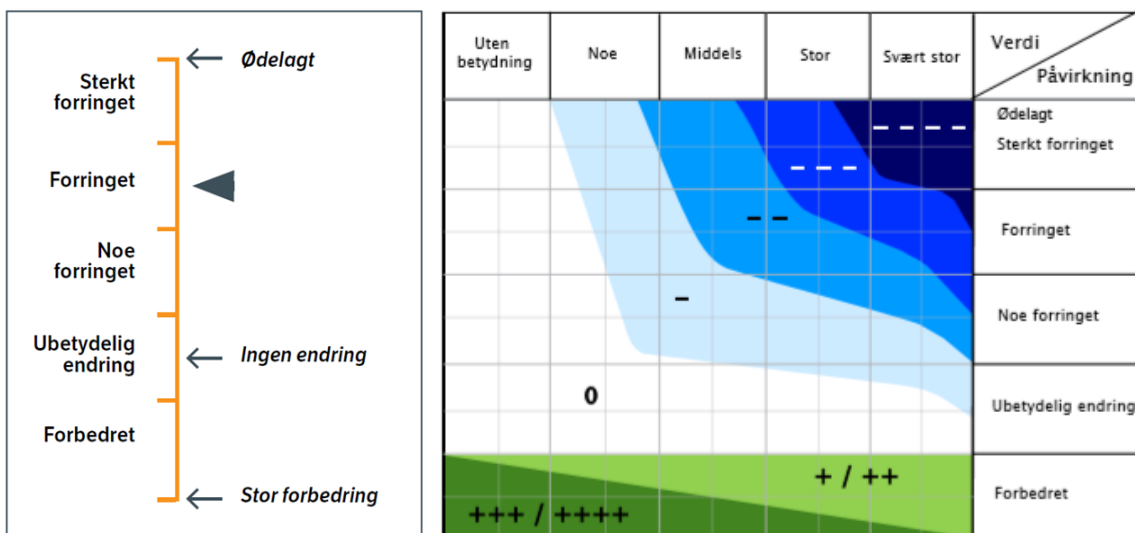
Registrerings-kategori	Ubetydelig verdi	Noe verdi	Middels verdi (Forvaltnings-prioritet)	Stor verdi (Høy forvaltnings-prioritet)	Svært stor verdi (Høyeste forvaltnings-prioritet)
Geotoper	<ul style="list-style-type: none"> Difus utforming/ sterkt redusert tilstand 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> Sårbare objekter med meget tydelig utforming og meget god tilstand, truete objekter med tydelig utforming og god tilstand 	<ul style="list-style-type: none"> Truete og kritisk truete objekter og/eller forvaltnings-prioriterte, meget tydelig utforming/ store systemer, meget god tilstand
Geologisk arv/geosteder	Ikke aktuelt	<ul style="list-style-type: none"> Geosted som enten har forringet kvalitet eller lav representativitet, men kan likevel være av betydning for lokal geologisk forståelse Lite tydelig og svakt forklarende geosted, men som likevel er relevant for kjennskap til lokal geologi Geosteder med lav inntrykksstyrke/ hverdags-landskap 	<ul style="list-style-type: none"> Geosted som enten har noe forringet kvalitet eller at representativitet er begrenset til et avgrenset område (region) 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 Middels tydelig og lesbart geosted med moderat inntrykksstyrke i område med begrensede landskapsverdier 	<ul style="list-style-type: none"> Vitenskapelig kjent geosted med god autensitet og representativitet som gir/har gitt bidrag til å øke forståelsen av Norges geologiske oppbygging og historie Tydelig og lesbart geosted som bidrar til å øke forståelsen av en geologisk prosess eller Norges geologiske oppbygging, og er relevant for læringsmål eller pensum Tydelig og lesbart geosted med høy inntrykksstyrke i område med store landskapsverdier 	<ul style="list-style-type: none"> Vitenskapelig velkjent geosted med svært god autensitet og representativitet som gir/har gitt betydelige bidrag til geologi som vitenskap eller global geologisk forståelse 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 Svært tydelig og lesbart geosted med høy inntrykksstyrke i område med svært store landskapsverdier

7. Tiltakets påvirkning

I mandatet heter det «behov for at NGU lager en veiledningstekst for vurdering av påvirkning) på hva som vil være terskelverdier for hva som er noe forringet, forringet, sterkt forringet osv.»

I vurderingen av påvirkning av et tiltak skal også tiltakets innvirkning på geologiske forekomster både på lokalitetsnivå (geosted/geotop) og på landskapsnivå (geokompleks) vurderes. For eksempel vil påvirkningen på det geologiske mangfoldet være likt som for naturtyper for øvrig naturmangfold. Det er viktig å huske på at i en geologisk sammenheng ikke trenger å være urørt natur i utgangspunktet. For eksempel finnes det flere lokaliteter i gamle steinbrudd og veiskjæringer. Vurdering av påvirkning må derfor vurderes opp i mot hvordan det nye inngrepet ytterligere påvirker en geotop eller geosted.

Vi har tatt utgangspunkt i velkjente klasser som beskriver grad av påvirkning som kombinert med verdier gir konsekvens av et tiltak (Figur 14).



Figur 14. Påvirkningsgrad som angitt i V12XX fra sterkt forringet til forbedret (venstre) og konsekvensvifta, funksjon mellom verdi og påvirkningsgrad.

Når det gjelder påvirkning, velger vi å ikke skjelle mellom geotoper og geosteder. Forslag til tekster (som gjelder begge) er gitt i Tabell 20.

Tabell 20. Foreslåtte påvirkningsklasser for både geotoper og geosteder.

Påvirkning	Lokalitetsnivå	Landskapsnivå
Sterkt forringet	Berører hele eller størstedelen (over 50 %). Berører mindre enn 50 % av areal, men den viktigste (mest verdifulle) delen ødelegges. Restareal mister sine geologiske kvaliteter og/eller funksjoner.	Tiltaket medfører en stor endring i landskapet geologiske karakter, og / eller medfører store inngrep som reduserer landskapets geologiske funksjon og inntryksstyrke
Foringet	Berører 20–50 % av lokaliteten, men liten forringelse av restareal. Ikke forringelse av viktigste del av lokalitet.	Tiltaket medfører merkbar endring i landskapet geologiske karakter, og / eller medfører inngrep som påvirker landskapets geologiske funksjon og inntryksstyrke
Noe forringet	Berører en mindre viktig del som samtidig utgjør mindre enn 20 % av lokaliteten. Liten forringelse av restareal.	Tiltaket medfører noe skjemmende påvirkning i landskapet geologiske karakter, dets geologiske funksjon og inntryksstyrke
Ingen/ubetydelig endring	Ingen eller uvesentlig virkning på kort eller lang sikt	Tiltaket medfører ingen vesentlig påvirkning i landskapets geologiske karakter, dets geologiske funksjon og inntryksstyrke
Forbedret	Kan avdekke nye geosteder. Viktige geologiske funksjoner kan styrkes.	Tiltaket bedrer tilstanden ved at eksisterende inngrep tilbakeføres og tydeliggjør landskapets geologiske karakter, dets geologiske funksjon og inntryksstyrke

8. Levering av data om geosteder og geologisk mangfold

Registreringer og vurderinger av geosteder i konsekvensutredninger utgjør vesentlig dokumentasjon for fremtiden. Opplysninger som er innsamlet om geosteder og geologisk arv kan danne grunnlag for videre arbeid innenfor forskning, kartlegging og senere konsekvensutredninger, og ofte kan det som er innsamlet gjenbrukes, reprocesseres og gjentolkes flere ganger.

Det er derfor viktig at slike data gjøres tilgjengelig i offentlige databaser. Norges geologiske undersøkelse (NGU) driver en nasjonal **database for geologisk arv**. Det er viktig at resultatene fra konsekvensutredninger som angår områder med geosteder og geologi av spesiell interesse, oversendes NGU slik at den registrerte informasjonen, inkludert vurderingene av verdier, kan gjøres tilgjengelig for omverden.

Det er derfor viktig at materialet fra konsekvensutredningen tilfredsstillende oppfyller kravene og at det som sendes inn inneholder alle data og nødvendig informasjon for å muliggjøre fremtidig bruk. Det jobbes med en registeringsløsning, men foreløpig anmodes det om at rapporter leveres som PDF, inkludert kart og med bilder som egne filer(jpg). Materialet vurderes av en redaksjon før det eventuelt gjøres tilgjengelig av NGU.

Kontaktpersoner for databasen er (1. november 2020): Terje Solbakk (terje.solbakk@ngu.no) og Tine Larsen Angvik (tine.larsen.angvik@ngu.no). Disse kan også gi råd om verdisetting av geologisk arv.

9. Kilder til informasjon for verdivurdering av geologisk mangfold

9.1 Kilde til variasjon/geotoper

Informasjon om naturtyper i forhold til rødlista finnes i [Artsdatabanken](#). [Miljødirektoratet](#) har kart som viser utbredelse av naturtyper av ulik forvaltningsprioritet og kvalitet. Fra 2. desember 2020 vil Artsdatabanken være vert for portalen «Økologisk Grunnkart». [NGU](#) har geologiske grunnkart som er relevant, særlig kart over berggrunn og løsmasser. De fleste av temaene fra disse portalene er også publisert gjennom [GeoNorge](#).

Rødlistete landformer, Artsdatabanken:

<https://www.artsdatabanken.no/Pages/259126/Landform>

Naturbase, Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/naturbase/>

Berggrunnsgeologiske kart: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

Løsmasser og marin grense: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

9.2 Geologisk arv/geosteder

NGUs database for geologisk arv inneholder i dag rundt 1500 geosteder og skal utvikles til å bli primærkilde for verdisatt geologisk arv. I dag er det mulig å få beskrivelser av geosteder, også dem som ble foreslått i fylkesvise verneplaner på 1970-80-tallet, men ikke verdisatte geosteder. Utviklingen i retning av verdisatte geosteder i databasen vil foregå i 2-3 år fra publisasjon av denne rapporten. I mellomtiden anbefales å kontakte fagekspertise på NGU direkte.

NGUs database for geologisk arv: https://geo.ngu.no/kart/geologiskarv_mobil/

Fagekspertise NGU: [Tom Heldal](#), [Tine Larsen Angvik](#), [Terje Solbakk](#)

Forvaltningsplan for geologiske verneområder i Oslo, Akershus og deler av Buskerud, Naturhistorisk museum, Oslo: <https://www.nhm.uio.no/om/organisasjon/forskning-samlinger/personer/hanakrem/dokumenter/Verneplan.pdf>

Litteratursøk direkte for geologi: <https://www.ngu.no/side/litteraturs%C3%B8k>

10. Referanser

Crofts, R., Gordon, J.E. & Santucci, V.L. 2015. Geoconservation in protected areas. In: Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. & Pulsford, I. (eds) Protected Area Management, 531-569, DOI: <http://dx.doi.org/10.22459/PAGM.04.2015>

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>

Gray, M. (2013) Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature, 2nd Edition, Wiley-Blackwell, 508 pp.

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

van Wyk de Vries, B., Byrne, P., Delcamp, A., Einarson, P., Göğüş, ., 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. (2018). A global framework for the Earth: Putting geological sciences in context. Global and Planetary Change 171, 293-321.

<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.12.019>



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no