

# GEOLOGISKE RESSURSER I TRØNDELAG

TRØNDELAGSPROGRAMMET, FEB 2022  
GEOLOGISKE RESSURSER I TRØNDELAG  
NGU-TEMA 4

SAMARBEID MELLOM  
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
- NGU -



Trøndelag fylkeskommune  
Trøndelagen fylhkentjefte

# INNHOOLD

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>BERGGRUNNEN I TRØNDELAG</b>	<b>7</b>
INNLEDNING	8
TRØNDELAGS GEOLOGISKE UTVIKLING	9
BERGARTSTYPER	14
FINN UT MER OM TRØNDELAGS BERGGRUNNSGEOLOGI	17
BERGARTSTYPER SOM FINNES I TRØNDELAG	18
<b>METALLER I TRØNDELAG</b>	<b>21</b>
METALLUTVINNING I TRØNDELAG – EN HISTORISK OVERSIKT	22
TYPER AV MALMER I TRØNDELAG	24
LETEAKTIVITET OG MALMPOTENSIAL	26
OVERSIKT OVER DE VIKTIGSTE FOREKOMSTENE I TRØNDELAG	28
FINN UT MER OM METALLER OG MALMER	28
<b>INDUSTRIMINERALER I TRØNDELAG</b>	<b>31</b>
INDUSTRIMINERALER I TRØNDELAG	32
KALKSTEIN OG KALKSPATMARMOR	33
KVARTS OG KVARTSITT	34
MAGNESITT OG TALK	36
FINN UT MER OM INDUSTRIMINERALER	38
<b>NATURSTEIN I TRØNDELAG</b>	<b>41</b>
NATURSTEIN I TRØNDELAG	42
BRUK AV NATURSTEIN I TRØNDELAG – EN HISTORISK OVERSIKT	44
DAGENS INDUSTRI	46
NATURSTEINSRESSURSER I TRØNDELAG	47
TRE PERSPEKTIVER FOR FREMTIDEN	52
<b>BYGGERÅSTOFFER I TRØNDELAG</b>	<b>55</b>
SAND, GRUS OG PUKK I TRØNDELAG	56
RESSURSGRUNNLAGET - STATUS	58
FRAMTIDSMULIGHETER	64
FINN UT MER OM GRUS OG PUKK	66
<b>GEOLOGISK ARV I TRØNDELAG</b>	<b>69</b>
HVA ER GEOLOGISK MANGFOLD?	70
TRØNDELAG ER GEOLOGISK MANGFOLDIG	70
VI HAR REGISTRERT MYE AV TRØNDELAGS GEOLOGISKE MANGFOLD	71
DET ELDSTE FØRST	71
NATURRESSURSENE TAS I BRUK	71
SPOR ETTER ISTIDA	72
HVOR KAN VI FINNE MER INFORMASJON OM DETTE?	73

#### FORFATTERE

## GEOLOGI FOR SAMFUNNET — KUNNSKAP FOR FRAMTIDA

# TRØNDELAGS GEOLOGI GIR UANTE GRØNNE MULIGHETER

*Kjære leser,*

*du leser sannsynligvis dette forordet på en mobiltelefon, en bærbar PC eller et nettbrett. Visste du at skjermene, batteriene og teknologien på disse digitale flatene krever metaller og mineraler som i dag klassifiseres som kritiske for det grønne skiftet?*

Videre lurer du kanskje på hva det har å gjøre med geologien i Trøndelag?

Geologi utgjør det fysiske grunnlaget vi står, går, bygger og bor på. Bærekraftig nærings- og samfunnsutvikling er avhengig av geologiske ressurser. Samtidig utgjør geologien selve grunnlaget for vårt naturmangfold, og geologien er avgjørende for livsgrunnlaget til både planter, dyr og mennesker.

For trøndere er det for eksempel allmenn skolelærdom at vi bokstavelig talt bor i et matfat, takket være vår geologi. Fylkesbefolkningen er også stolte bærere av en rik gruvehistorie.

Samtidig er vi oppvokst med respekten for geologi: Kvikkleireskredene i Verdal, Rissa og Kattmarka vil for alltid leve i manns minne.

### **GEOLOGISKE RESSURSER MED STORT POTENSIALE**

Teknologisk utvikling og overgangen fra fossile til fornybare energikilder, krever mange ulike mineraler og metaller, og i store mengder.

Bygging av boliger, veier og annen infrastruktur krever byggeråstoffer som sand, grus og pukk.

Vi trenger tilgang til slike geologiske ressurser for å leve, bo, jobbe og utvikle nærings- og samfunnsliv.

Men hvor finner vi dem? Hvor skal vi lete? Hvilke konsekvenser vil gruvedrift, transport og annen menneskelig aktivitet ha på vårt lokale naturmangfold? Hvordan hindrer vi at utvinning gir for store naturinngrep og hvordan tilrettelegger vi for mest mulig kortreist bruk?

Kort sagt: Kan Trøndelags geologi bidra til det grønne skiftet og danne grunnlaget for nye og mer bærekraftige verdikjeder?

### **VERDISKAPING KREVER KUNNSKAP**

For å skape bærekraftig nærings- og samfunnsutvikling, og for å redusere risiko, trenger vi geologisk kunnskap. Gjennom "Trøndelagsprogrammet" har et tett samarbeid mellom Trøndelag fylkeskommune og Norges geologiske undersøkelse ført til et stort geologisk kunnskapsløft for regionen.

Vi har rett og slett kartlagt Trøndelags geologi!

Vi håper nye data og nye produkter og ikke minst det nye berggrunnskartet over Trøndelag, vil inspirere og hjelpe privat industri, offentlig forvaltning, skoler, friluftsliv, og trøndere i alle aldre til å utforske mulighetene som ligger i Trøndelags geologi!

  
May Britt Myhr

  
Tore O. Sandvik

# BERGGRUNNEN I TRØNDELAG

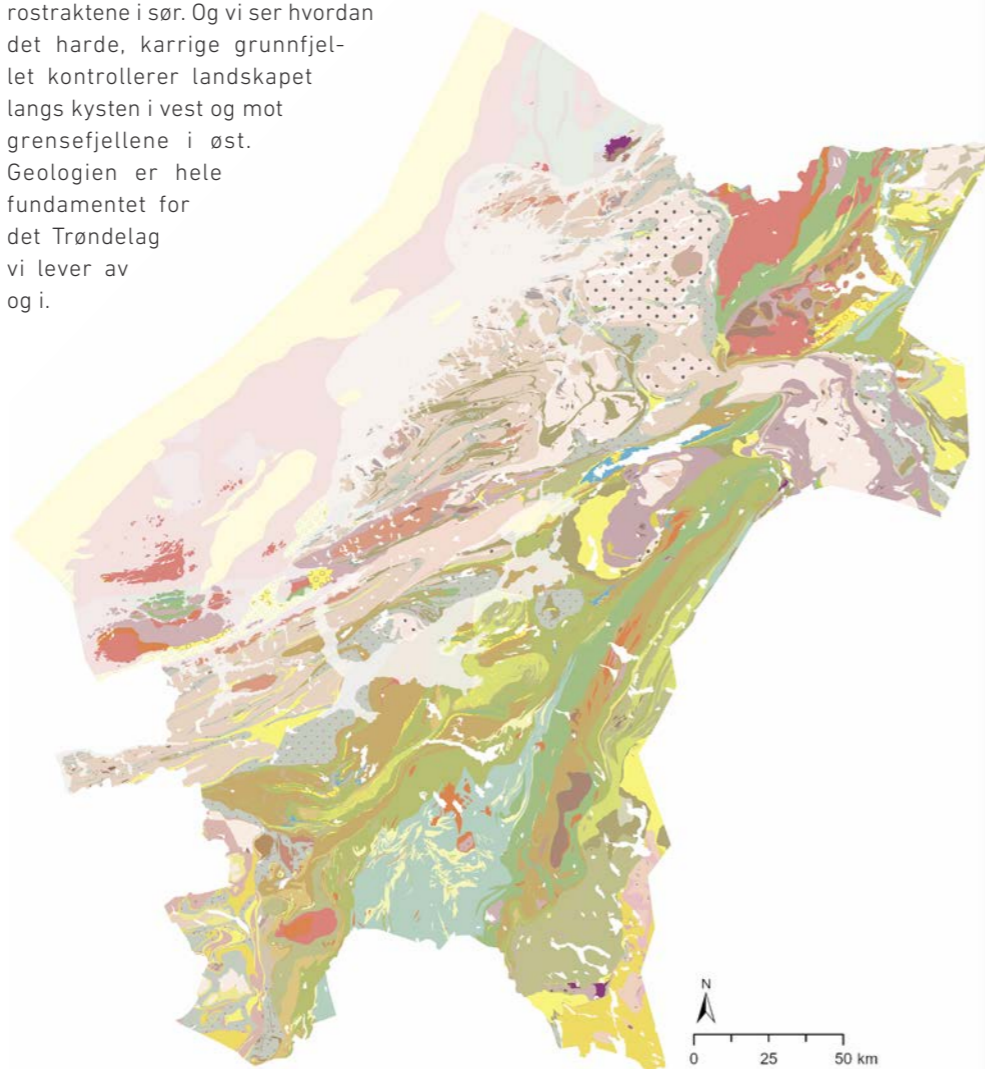
## INNLEDNING

Her ser du et bilde av Trøndelags nye geologiske berggrunnskart i målestokk 1:400.000, som gis ut sammen med denne rapporten. Berggrunnen er selve fundamentet for den overflaten vi ser i dag - alt fra fjellterreng til fjorder, jordsmonnet og våre geologiske ressurser.

Gjennom Trøndelagsprogrammet har vi kartlagt i områder der vi hadde lite kunnskap, og vi har sydd sammen noen tidligere uklare geologiske grenser. Det er fortsatt et stort arbeid som gjenstår før hele Trøndelag er kartlagt i målestokk 1:50.000, men hovedtrekkene begynner å falle på plass. Disse hovedtrekkene danner grunnlaget for Trøndelags landskap og naturressurser, noe som i sin tur har preget regionens kulturhistorie og identitet. Her får du fortellingen om hvordan Trøndelags berggrunn ble til. Det tilhørende geologiske kartet finner du her: [https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Kart/BGTrondelag\\_400\\_000.pdf](https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Kart/BGTrondelag_400_000.pdf)

Geologien i fylket er både litt asiatisk og litt amerikansk. Men først og fremst er den trøndersk. I Trøndelag har vi et bredt og fruktbart belte av unik geologi som både har gitt oss næringsrike jorder, og nødvendige byggesteiner, som malmer, kalk, naturstein, pukk og grus til våre veier, konstruksjoner og bygninger. Vi bor kort og godt midt i smørøyet. I kartet ser vi hvordan landskapet faller sammen med geologien fra Børgefjell i nordøst til Hitra og Halså i sørvest. Vi ser hvordan en vifte av fruktbare bergarter sprer seg fra Skjæ-

kerfjellene i nord, til Drivdalen og Rørostraktene i sør. Og vi ser hvordan det harde, karrige grunnfjellet kontrollerer landskapet langs kysten i vest og mot grensefjellene i øst. Geologien er hele fundamentet for det Trøndelag vi lever av og i.



Forminsket utgave av berggrunnskartet over Trøndelag. Kartet publiseres sammen med denne rapporten. Det store kartet viser hvilke farger som symboliserer hvilke bergarter, og du får samtidig innblikk i bergartenes dannelsesmåte og hvor bergartene kommer fra. På det store kartet får du også en veiledning i hvordan du skal lese kartet.

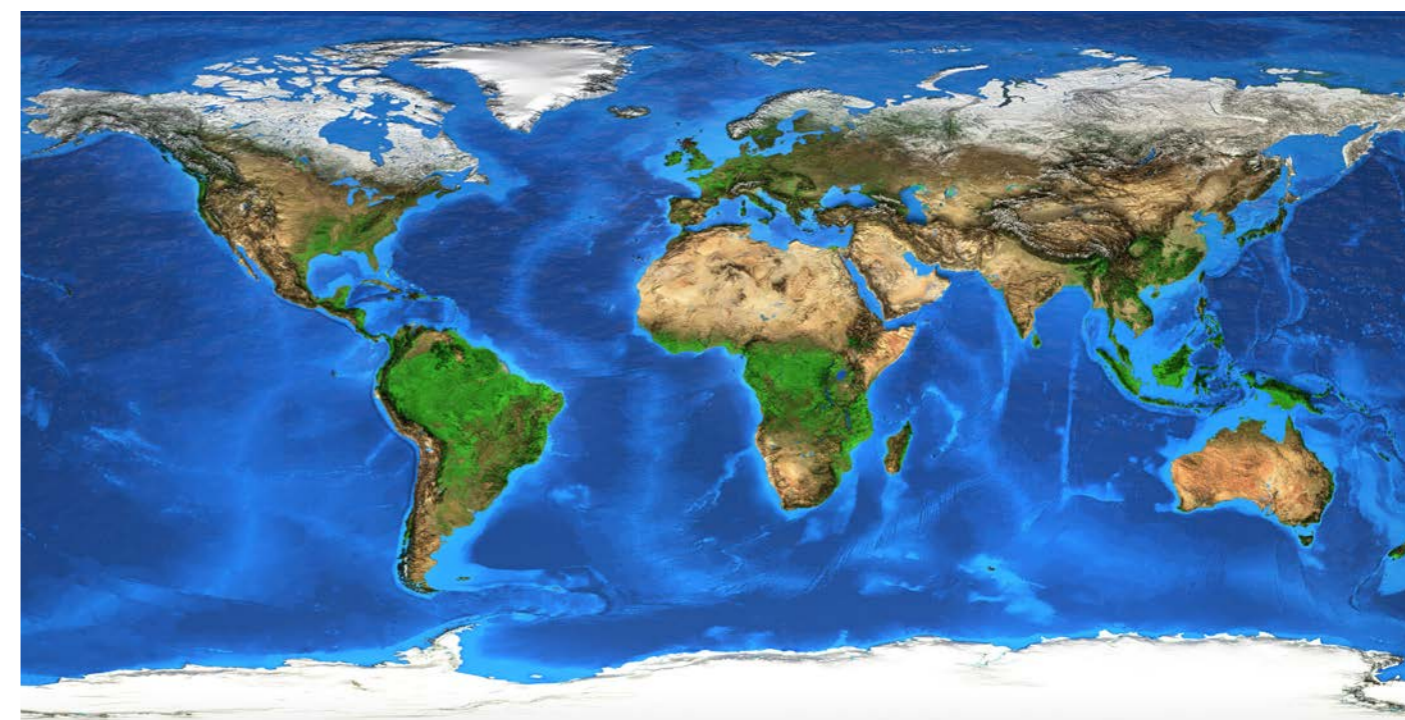
## TRØNDELAGS GEOLOGISKE UTVIKLING

### HVOR ER VI I DAG?

Litt asiatisk og amerikansk sier du? Hvordan det? Jo, for litt over 60 millioner år siden var hele Amerika, Europa, Afrika og Asia ett stort kontinent. Vi hørte sammen, og store fjellkjeder strakte seg igjennom det store kontinentet. Store krefter dypt i jordens indre tvang etter hvert kontinentet til å dele seg opp. Amerika og Grønland rev seg løs fra Afrika, Europa og Asia, og vi drev fra hverandre med en hastighet på en håndsbredd i året. Bare en håndsbredd!?

Det høres jo veldig lite ut? Ja, men når du tar tiden til hjelp blir det en del kilometer i løpet av 60 millioner år. Om du ser for deg verdenskartet, er det tydelig hvor godt omrisset av Nord- og Sør-Amerika passer sammen med omrisset av Afrika og Europa. Midt imellom disse kontinentene, under Atlanterhavets overflate, ligger midthavsryggen som naturens egen delelinje. Denne ryggen viser virkelig jordklodens sterke indre krefter. Det er der ny jordskorpe blir til.

Det er der flytende smelte velter opp direkte fra jordens indre. Og det er derfra vi, i hver vår retning, driver lengre og lengre bort fra hverandre. Sakte, men sikkert, med en håndsbredd i året.



Verdenskartet viser hvor vi har fjellkjeder både på land og under havet. En ser godt hvordan den midtatlantiske ryggen snor seg som en orm midt mellom Europa og Afrika på den ene siden, og Nord- og Sør-Amerika på den andre siden. Foto: Adobe Stock

## EN HÅNDSBREDD MED NY GEOLOGI I ÅRET

At historien gjentar seg, er ikke nytt for oss. Det som skjer i geologien i dag, skjedde for 600 millioner år siden også. Hundrevis av millioner av år er kanskje en ubegripelig tidshorisont, men det er nettopp slike tidshorisonter vi geologer må forholde oss til. Ved å sette sammen tid, krefter og bevegelse, er vi i stand til å modellere hvordan geologien har blitt til slik vi ser den i dag – gjennom hundrevis av millioner av år, og med en håndsbredd i året som marsjfart. Det er 600 millioner år siden den sentrale delen av det trønderske kartet begynte sin historie: Et stort kontinent splittet seg, og to mindre kontinenter begynte å drive fra hverandre – Baltika mot øst og Laurentia mot vest. I åpningen mellom disse kontinentene vokste det fram et nytt hav – lapetushavet. En midthavsrygg med undersjøiske vulkaner på rekke og rad lå midt i lapetushavet, og markerte skillet mellom skorpa som beveget seg mot vest (Laurentia), og skorpa som beveget seg mot øst (Baltika). Ettersom de to kontinentene beveget seg lenger fra hverandre, strømmet varm smelte fra mantelen opp gjennom midthavsryggen og størknet til ny havbunnskorpe på hver side av ryggen – akkurat som ny havbunn blir til langs den atlantiske midthavsryggen i dag. Både midthavsryggen og havbunnskorpa fra lapetushavet finner vi i dag rester av gjennom hele Trøndelag – for eksempel som putelavaen vi kan se ved Hyttfosen der Nidelva nå strømmer ut fra Selbusjøen.



Hyttfosen i øvre del av Nidelva. Bildet er tatt på en ekskursjon i serien «Byen, bygdene og kunnskapen», som NTNU/Vitenskapsmuseet arrangerte. Berget deltakerne går på kan se ut som en stabel med forsteinede tømmerstokker, men er puter og tuber av eidgeammel størknet lava, som en gang for lenge siden strømmet ut på havbunnen. Foto: Rolv Dahl.

Over tid endret de store geologiske kreftene retning. De to ur-kontinentene Laurentia og Baltika drev mot hverandre igjen og det ble trangere og trangere mellom dem. Med en håndsbredd i året ble de to stive kontinentene presset sammen. Havbunnskorpa i lapetushavet, bestående av putelava og sedimentære og vulkanske bergarter fra østsiden av lapetushavet, ble skjøvet en kort distanse inn over gneisene i det

andre, akkurat som flak av havis skyves over og under hverandre når havstrømmer og tidevannet presser på. I stedet for havstrøm i ishavet, er det sterke krefter i jordens indre som driver gigantiske flak over og under hverandre. I figuren under har vi illustrert hvordan vi tror det skjedde, for mellom 500 og 420 millioner år siden. Historien hviler på geologiske undersøkelser, kartlegging og forskning gjennom mer enn 150 år. Det berggrunnsgeologiske kartet over Trøndelag viser glimt av stegene i tegneserien. Det fantes tropiske øybuer med vulkaner og korallrev som i dagens Karibia, det fantes utrivelige sure vulkanske havbassenger med lite dyreliv, og det fantes tykke pakker av grus, sand og leire

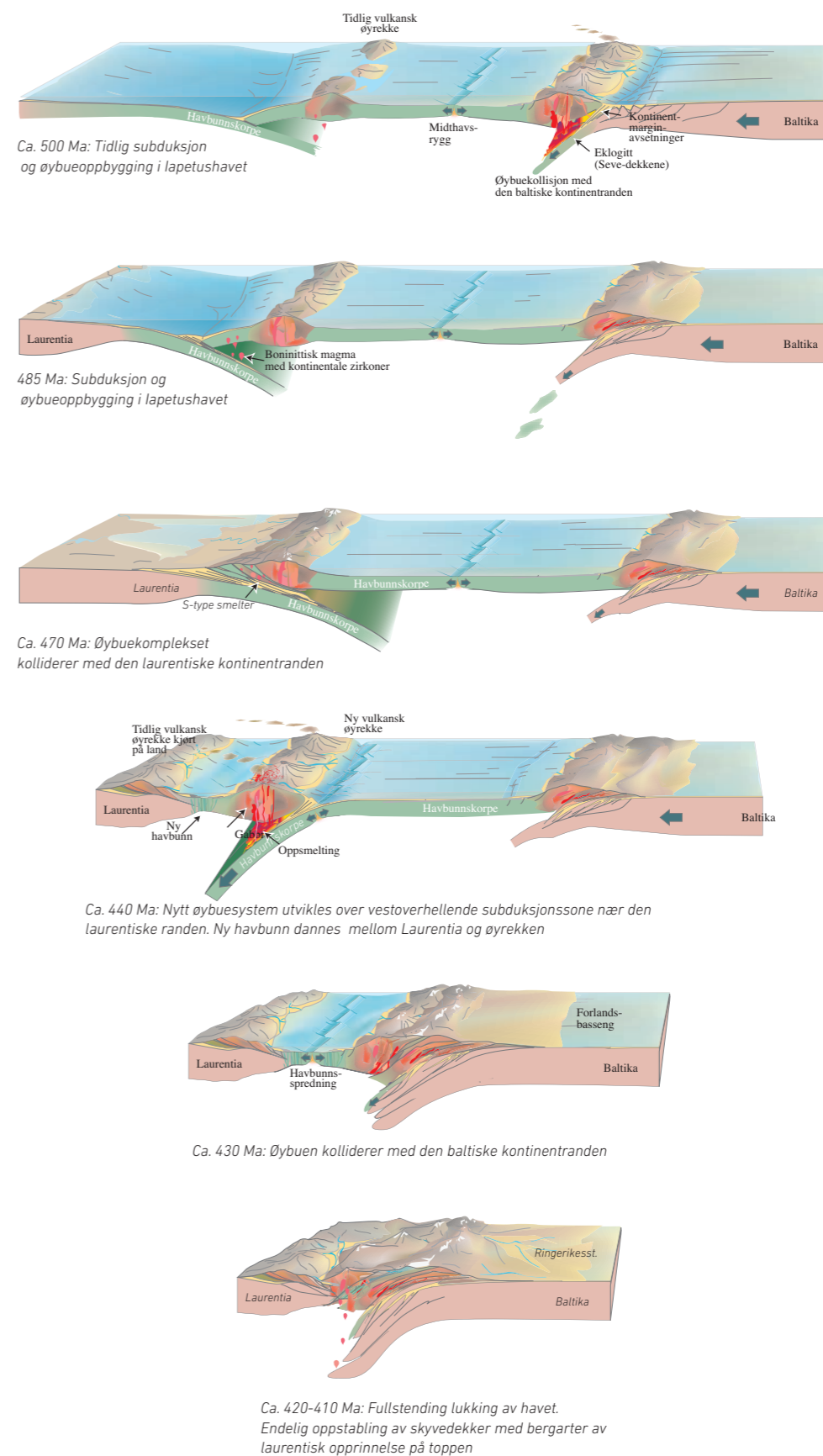
fra kontinenter i nedbryting. Alt dette ble presset mer og mer sammen over en periode på nesten 100 millioner år etter hvert som Laurentia og Baltika drev nærmere hverandre.

Flak, eller det vi kaller skyvedekker, av Laurentia og Baltikas kontinentalskorpe ble skjøvet inn over ur-kontinentet Baltika, og ble liggende som en stabel med bergarter av ulik opprinnelse. Dette vises i bergartsinndelingen i temakartet 'Bergartens opprinnelse' i det nye berggrunnskartet til Trøndelag. Flak fra randsonen av Baltika, og sedimentære og vulkanske bergarter fra østsiden av lapetushavet, ble skjøvet en kort distanse inn over gneisene i det

baltiske grunnfjellet. Flak av grønnstein og putelava fra havbunnskorpa lenger ut i lapetushavet, og grunnfjell fra det laurentiske kontinentet, ble skjøvet lengre og stablet som de øverste skyvedekkene over det baltiske grunnfjellet. Denne stabelen av skyvedekker dannet den kaledonske fjellkjeden som er grunnlaget for fjellene vi ser i Norge i dag. Det vi går på i dag er de dype deler av fjellkjeden, sveiset tett sammen av det høye trykket og de høye temperaturene som var på dypet. Vi sier at bergartene er metamorfe eller omdannede.

Etter at de to kontinentene kolliderte ble det litt roligere. Det var riktignok fortsatt store krefter i spill, som ga oss de markante linjene i terrenget vi ser mellom Børgefjell og Hitra; Trondheimsfjorden følger en diger forkastning og mange av de store dalførene har akkurat samme retningen. På et fåtall steder finner vi også spor etter nedbrytingen av fjellkjeden i form av yngre sedimentære bergarter. Langs kysten og ved Røros finnes sandstein og konglomerater, som er rester av den sammenraste fjellkjeden. Ellers har vi få spor på land etter det som har skjedd i berggrunnen etter kollisjonen. Sannsynligvis har det vært

både dinosaurer og mye annet spennende i det som skulle bli Trøndelag, men sporene er rett og slett borte. I det store og hele var fjellkjeden ferdig formet, og kontinentene lå forholdsvis i ro. Framover ble de utsatt for nedbryting i perioder med tropisk klima, istider og varierende klimaforhold. Helt til hele prosessen startet på nytt for 60 millioner år siden og kontinentene brøt opp og dannet et nytt hav mellom seg – Atlanterhavet.



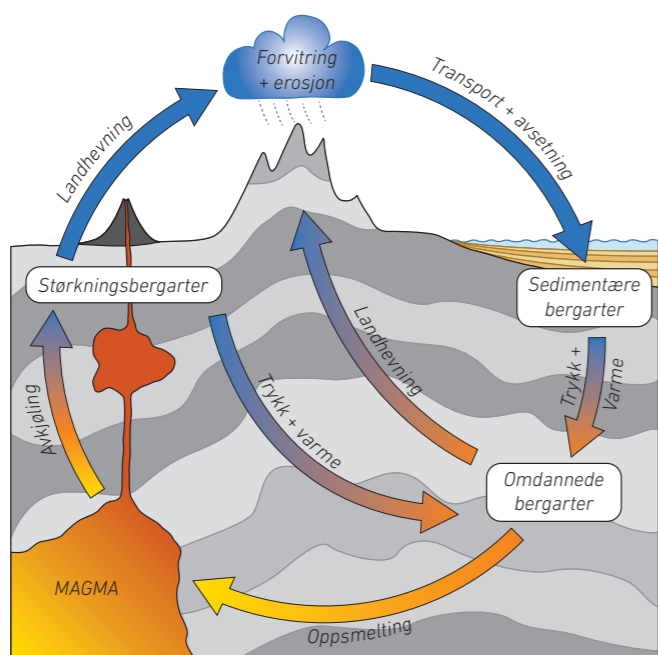
Tegneserien viser stegene fra da kontinentene lå langt fra hverandre til de steg for steg kolliderte og flak (skyvedekker) av jordskorpe ble skjøvet innover Baltika. Figuren er fra boken Landet blir til: Norges geologi. Utgitt av Norsk geologisk forening i 2006.



Leka i Nord-Trøndelag ble kåret til Norges geologiske nasjonalmonument i 2010. Her kan du finne både gammel havbunnskorpe og bergarter fra jordens indre som ble skjøvet opp på land under den kaledonske fjellkjededannelsen. De spesielle gul- og brunfargene skyldes forvitringen av mineralet olivin. Også landhevingen etter siste istiden er godt synlig på Leka. Midt på bildet ser du en gammel rullesteinstrand som i dag ligger mer enn 100 meter over dagens havnivå.  
Foto: Anna K. Ksienzyk

## BERGARTSTYPER

Nå har du hørt om Trøndelags geologiske historie og de store skyvedekke som ble stablet oppå hverandre under den kaledonske fjellkjededannelsen. Den lange og varierte geologiske historie har ført til en likeså variert geologi, som vises med mange forskjellige farger på det nye geologisk kartet. Hva betyr fargene du ser på kartet? Og hva slags bergarter finnes det egentlig i Trøndelag? Geologer deler bergartstypene inn i tre store grupper: størkningsbergarter, sedimentære bergarter og omdannede bergarter, og det finnes bergarter fra alle tre gruppene i Trøndelag.



Bergartens kretslop: Magma avkjøles og blir til størkningsbergarter. På jordens overflate er bergarter utsatt for forvitring og erosjon og blir til sand, silt og leire som avleires og forsteinnes til sedimentære bergarter. Dypt nede i jordskorpen er temperatur og trykk høy, og både sedimentære bergarter og størkningsbergarter blir til omdannede bergarter. Når temperaturen er høy nok, smelter omdannede bergarter og blir til magma igjen. Bergartens kretslop begynner på nytt.

### STØRKNINGSBERGARTER

Størkningsbergarter dannes når en bergartssmelte (magma) størkner, og kalles også for magmatiske bergarter. Størkningsbergarter kategoriseres på to forskjellige måter, etter dybden i jordskorpen hvor bergartssmelten størkner og etter magmaens kjemiske sammensetning.

Hvor dypt i jorden en bergartssmelte størkner, bestemmer hvor store mineral-korn kan vokse. Dypt nede i jordskorpen er temperaturen høy og bergartssmelte avkjøles sakte. Det gir mineralene god tid til å vokse seg store og bergarten blir grovkornet. Slike bergarter heter **dypbergarter**. Når bergartssmelte kommer opp til overflaten før den stivner, får vi et vulkanut-

brudd. Avkjølingen skjer da raskt og mineralene har lite tid å vokse – bergarten blir finkornet. Bergarter som størkner på jordens overflate kalles **dagbergarter**. Når en bergartssmelte trenger seg inn i sprekker nær jordoverflaten og avkjøles der, dannes **gangbergarter**. Disse er noe mer grovkornete enn dagbergarter, siden mineralene har bedre tid til å vokse, men er mer finkornete enn dypbergarter.

Noen helt spesielle bergarter dannes under eksplosive vulkanutbrudd der aske og magmafiller kastes opp i lufta. Avsetninger av aske heter **tuff**, mens avsetninger av avkjølte magmafiller heter **vulkansk breksje**.

Det er kjemien til magmaen som bestemmer hvilke mineraler som vokser når magmaen størkner. De fleste størknings-

bergarter består stort sett av silisiumdioksid og deles inn etter silisiumdioksidinnholdet. Bergarter med mye silisiumdioksid (> 66 %) kalles for **sure bergarter**; bergarter med 52-66 % silisiumdioksid kalles **intermediære bergarter**; bergarter med lite silisiumdioksid (45-52 %) kalles **basiske bergarter**; og bergarter med svært lite silisiumdioksid (< 45%) kalles **ultrabasiske bergarter**. Basiske og ultrabasiske bergartssmelter inneholder mer jern, magnesium og kalsium enn intermediære og sure bergarter. Når slike bergartssmelter størkner, vokser det mineraler som inneholder disse grunnstoffene, blant annet olivin, pyroksen og kalsiumrik plagioklas-feltspat. Mange jern- og magnesiumrike mineraler er mørke. Derfor er også ultramafiske og mafiske bergarter ofte mørke. Sure bergartssmelter inneholder derimot mer silisiumdioksid, natrium og kalium og ved størkning dannes det mineraler som inneholder disse grunnstoffene. Eksempler er kvarts, kaliumfeltspat, natriumrik plagioklas-feltspat og lyse glimmermineraler som muskovitt. Alle disse mineralene er lyse, og derfor har sure bergarter vanligvis en lys farge.

Det fins mange forskjellige størkningsbergarter, med hvert sitt navn, avhengig av både størkningsforhold (kornstørrelse) og kjemisk sammensetning. En sur dypbergart kalles for eksempel **granitt** og en sur

dagbergart kalles **ryolitt**. En basisk dypbergart kalles **gabbro** og en basisk dagbergart kalles **basalt**. Figuren til høyre viser navnene til størkningsbergartene som er brukt på kartet.

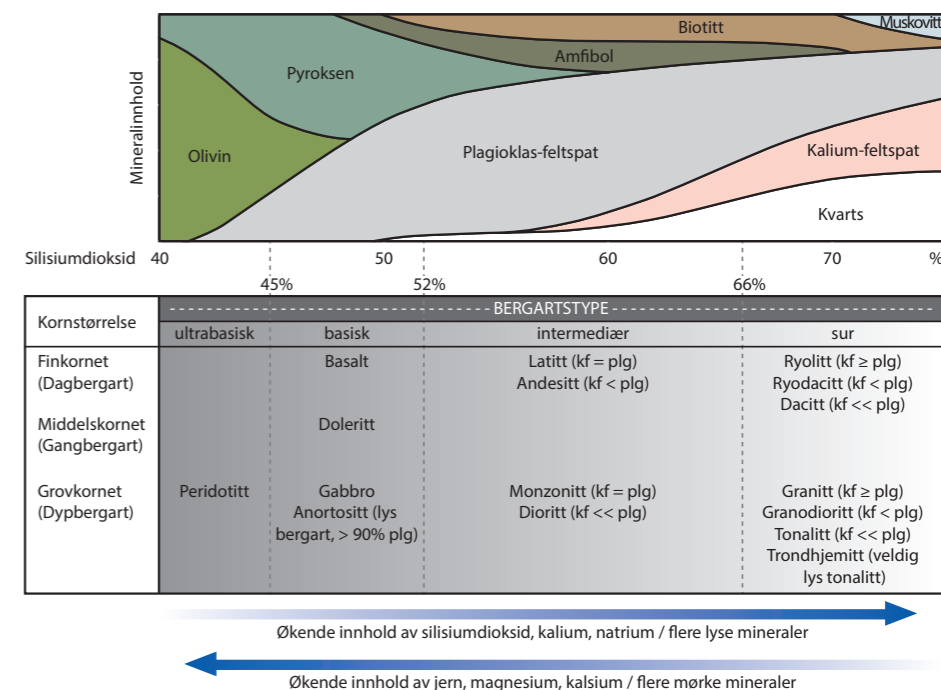
I Trøndelag finner vi sure størkningsbergarter mest langs grensen til Sverige og langs kysten; på kartet vises de med rosa-farger. Mange sure størkningsbergarter er næringsfattig og gir næringsfattig jordsmonn, som er dårlig egnet til landbruk. Basiske størkningsbergarter derimot kan brytes ned til næringsrik jord. I Trøndelag finner vi (omdannede) basiske dagbergarter langs et bredt og frodig belte som strekker seg fra Oppdal og Ålen i sør, langs østsiden av Trondheimsfjorden, til Namdalen i nord. Det markante Fongen-Hyllingen-massivet dannes også av en basisk størkningsbergart; dette er en stor gabbrokropp som trengte seg inn i jordskorpen og størknet for omtrent 440 millioner år siden. Basiske størkningsbergarter vises som oftest med brunfarger på geologiske kart. Noen lilla flekker på kartet representerer ultrabasiske størkningsbergarter. De største sammenhengende områder med ultrabasiske størkningsbergarter finnes på Leka og i Feragsfeltet, som ligger nordvest for Feragen. Mange størkningsbergarter er godt egnet som pukke og du kan lese mer om dette i kapittel "Byggeråstoffer i Trøndelag" (NGU-tema 4.5)

### SEDIMENTÆRE BERGARTER

Sedimentære bergarter dannes når en oppsamling eller avsetning av løst materiale, for eksempel en sandstrand, blir til fast stein; de kalles også for avsetningsbergarter. Sedimentære bergarter deles inn i tre store grupper, basert på hvor det løse materialet kommer fra.

#### Klastiske avsetningsbergarter

Bergarter som stikker ut på jordoverflaten brytes ned og fraktes bort av vær og vind. Disse prosessene heter forvitring (nedbryting) og erosjon (løsriving). Produktene er bergartsfragmenter i forskjellige kornstørrelser fra bittesmå leirkorn, tynnere enn et hårstrå, til svære blokker som kan være større enn et hus. Store, tunge blokker blir liggende igjen nært kildeområdet, mens små sedimentkorn skylles bort av regn til nærmeste elv, og fraktes ut til havet. Sand blir da liggende i strandsonen



Klassifisering av størkningsbergarter etter kornstørrelse, mineralinnhold og silisiumdioksidinnhold. Figur etter Coe, A.L. (ed.) 2010: Geological Field Techniques, Wiley-Blackwell/The Open University. Oversatt til norsk og tilpasset med tillatelse fra The Open University. Her finner du en video som viser hvordan du kan bruke figuren: <https://youtu.be/9JQkwiXiWGs>

og på kontinentalsokkelen, mens de minste og letteste sedimentkornene (leire) kan flyte langt ut til havs før de avleires i de dypeste havsbassengene. Når nye lag avleires, presses underliggende lag sammen av vekten og forsteines. Vi kan skille klastiske avsetningsbergarter basert på kornstørrelse: **Leirstein** inneholder mest leire (< 0.004 mm), **siltstein** inneholder mest silt (0.004-0.063 mm), **sandstein** inneholder mest sand (0.063-2 mm) og **konglomerat** inneholder grus (2-64 mm), stein (64-256 mm) og blokker (> 256 mm). Sandstein deles videre inn etter mineralinnhold: Sandstein som inneholder mest kvartskorn er en **kvartssandstein**, inneholder den korn av både kvarts og feltspat kalles den **arkose**, og sandstein med en blanding av kvarts, feltspat, leire og små bergartsfragmenter heter **gråvakke**. Sedimentære bergarter med en blanding av klastisk material og vulkansk aske kalles **tuffitt**.

#### Biogene avsetningsbergarter

Ikke bare bergarter brytes ned, det samme skjer med planter og døde dyr. Planterester blir for eksempel til **torv**, som kan omdannes til **kull** dypt i jorden. Ute i havet lever det mange små dyr og alger, som bygger skjelett og skall av enten kalk eller silisiumdioksid. Når de dør, synker skallene deres ned til havbunnen og avleires der. Avsetningsbergarter som består hovedsakelig av dyr- og planterester kalles for biogene sedimentbergarter. Avsetninger

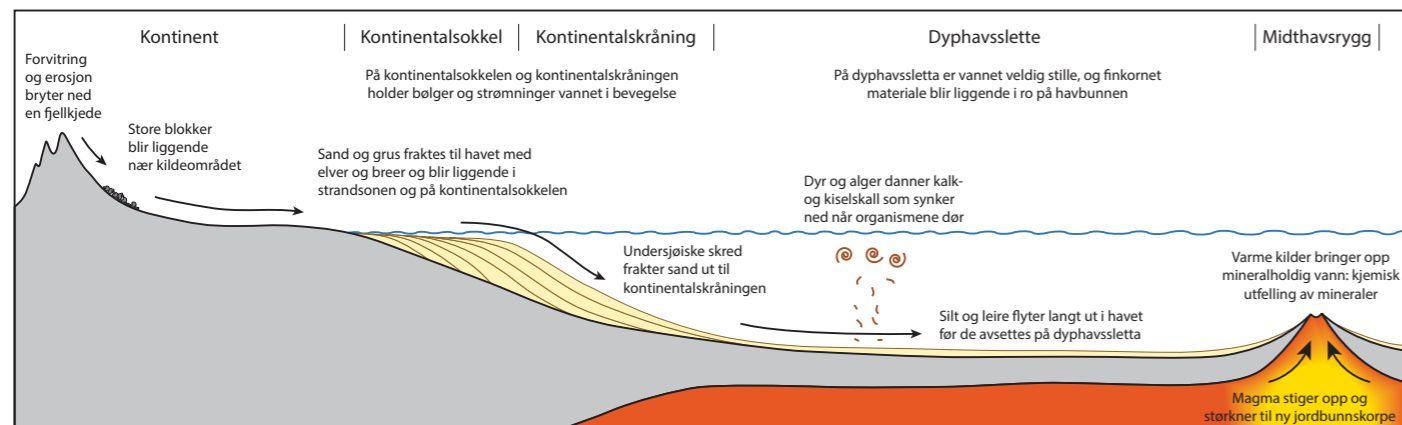
av kalkskall blir til **kalkstein**, mens avsetninger av silisiumdioksidskall blir til **kiselstein**. Også korallrev består av kalk og regnes som biogene sedimentære bergarter.

#### Kjemiske avsetningsbergarter

Noen avsetninger kan felles ut direkte fra mineralholdig vann. Dette ser du for eksempel om du koker opp saltvann til vannet fordampes, og saltet blir igjen. Også kalkrand i vannkokeren eller kalkflekker i dusjen oppstår ved denne prosessen. Dette kalles gjerne kjemiske avsetninger, som oftest er **salt** eller **gips**. Rundt undersjøiske vulkaner finnes det varme kilder med høyt mineralinnhold. Rundt disse varme kildene blir det felt ut blant annet **svovel**, **malmineraler**, **kalkstein** og **kiselstein** (silisiumdioksid). Du kan lese mer om mineralressursene som dannes rundt undersjøiske vulkaner i kapittel "Metaller i Trøndelag" (NGU-Tema 4.2).

Sedimentære bergarter danner grunnlaget for mange viktige naturressurser i Trøndelag. De fleste sedimentære bergarter vi finner i Trøndelag i dag, er omdannet. På geologiske kart vises kvartsrike, leirrike og kalkrike avsetningsbergarter (og likeverdige omdannede avsetningsbergarter) med henholdsvis gule, grønne og blå farger. Leirrike og kalkrike avsetningsbergarter gir næringsrikt jordsmonn. Sammen med basiske dagbergarter danner de det frodige beltet fra Oppdal og Røros i sør, til





Avsetningsområder for forskjellige sedimentære bergarter.

Namdalen i nord. Flere (omdannede) avsetningsbergarter utvinnes som naturstein og industrimineraler i Trøndelag, som du kan lese mer om i kapitlene "Naturstein i Trøndelag" (NGU-Tema 4.4) og "Industrimineraler i Trøndelag" (NGU-Tema 4.3). Ikke-omdannede sedimentbergarter finnes i Trøndelag rundt Røragen, på Hitra og i Ørland kommune. Dette er rester etter store sedimentbassenger fra devontiden for 420 til 360 millioner år siden, og her finnes det både konglomerat, sandstein og siltstein med plantefossiler.

#### OMDANNEDE BERGARTER

Når en bergart utsettes for endringer i temperatur og/eller trykk, eller kommer i kontakt med varmt, mineralholdig vann, kan den bli omdannet til en ny bergart. Slike bergarter kaller vi omdannede eller metamorfe bergarter. 'Metamorf' kommer fra det greske ordet for omvandling, 'metamorphosis'. Omdanning av bergarter skjer for eksempel under en fjellkjededannelse når dekkene skyves over hverandre og noen bergarter dyttes dypt ned i jordskorpen hvor det er varmt og trykket er høyt. I tillegg bygger det seg opp store spenninger i jordskorpen når to kontinenter kolliderer under en fjellkjededannelse og berggrunnen blir deformert. Resultatet er som i en kollisjon mellom to biler, de trykkes sammen, bøyes og vrís. Flere forskjellige prosesser spiller sammen under omvandlingen:

**Mineralvekst:** Noen mineraltyper blir stabile under økt temperatur eller trykk, og omvandles dermed til andre, mer stabile, mineraler. Stabile mineraler kan vokse seg større og i tillegg kan nye mineraler vokse.

**Strukturendring:** Under spenning vokser nye mineraler fortrinnsvis i den retningen med minst motstand, det vil si at flate mineraler vokser loddrett på retningen med størst spenning – de legger seg flate. Når

mange flate mineraler ligger parallelt med hverandre, får også hele bergarten en parallell struktur. En bergart som inneholder mange flate mineraler, for eksempel glimmermineraler, kan enkelt spaltes i tynne flak parallelt med de flate mineralene. Geologer sier bergarten har utviklet en skiffrighet og slike bergarter kalles **skifer**. Bergarter som inneholder færre flate mineraler utvikler ofte et mer stripete eller båndet utseende og kalles **gneis**.

**Oppsmelting:** Når bergarter blir utsatt for svært høye temperaturer (mange hundre til over tusen °C), begynner de å smelte. En bergart som har blitt delvis oppsmeltet for så å størkne igjen, kalles **migmatitt**. Den ser ut som en blanding av en omdannet bergart og en størkningsbergart. Når en bergart smelter fullstendig, blir den til magma og bergartens kretsløp begynner på nytt.

For mange omdannede bergartstyper legges det til ord som nærmere beskriver bergarten, for eksempel

- mineralnavn: En **glimmergneis** er en gneis som inneholder mange glimmermineraler, en **kalksilikatgneis** inneholder kalksilikatmineraler, en **kvartsskifer** en er kvartsrik skifer og en **amfibolskifer** inneholder mineralet amfibol.
- karakteristiske strukturer: En **øyegneis** inneholder store ovale korn av mineralet feltspat som ser ut som øyer, mens i en **garbenskifer** vokser mineralet amfibol i 'bunter' som ligner på kornnek («Garbe» er det tyske ordet for kornnek).

Forskjellige bergartstyper reagerer ulikt på omvandlingsprosessen.

**Sure og intermediære størkningsbergarter:** Omdannede sure og intermediære størkningsbergarter har ikke fått sine egne

navn. Ved lavere omdanningsgrad brukes ordet «omdannet» foran bergartsnavn, for eksempel en omdannet granitt heter simpelthen **omdannet granitt**. Alternativt kan «meta» brukes som prefiks for å navngi omdannede bergarter, for eksempel **metagranitt**. Ved høyere omdanningsgrad blir granitten til en **granittisk gneis**, det vil si en gneis med samme kjemiske sammensetning som en granitt. De fleste størkningsbergarter som ligger nordvest for Trondheimsfjorden og Beitstadfjorden, og vest for Grong har blitt omdannet; her finnes det forskjellige typer gneis, og til og med migmatitt noen steder.

**Basiske størkningsbergarter:** I basiske dagbergarter som er omdannet i lav grad vokser det nye mineraler som er grønnfarget (kloritt, aktinolit, epidot), som gir bergarten en grønnlig farge. Lavgrads omdannede basiske dagbergarter kalles derfor **grønnstein** (når de er massive) eller **grønnskifer** (når de har utviklet en skiffrighet). Ved høyere omdanningsgrad blir mineralet pyroksen til mineralet amfibol og bergarten kalles da **amfibolitt**. Amfibolitt er en omdannet basisk bergart bestående hovedsakelig av mineralene amfibol og plagioklas-feltspat. Ved stor dybde og under veldig høyt trykk, blir basiske størkningsbergarter omdannet til **eklogitt**, en veldig tung bergart som består av det røde mineralet granat og det grønne mineralet omfarsitt, som tilhører pyroksenfamilien. Grønnskifer og grønnstein finnes for eksempel i Bymarka nær Trondheim, men også rundt Løkken, Støren og mange andre steder i Trøndelag. Mørkegrå og svart amfibolitt finnes på Syltoppen og rund Esandsjøen, men også i kystområder fra Namsos til Fosen. Eklogitt er en relativt sjelden bergart, men det fins noen områder med eklogitt rundt Valsøyfjorden.

**Ultrabasiske størkningsbergarter:** I ultrabasiske størkningsbergarter omdannes

mineralet olivin til ulike mineraler tilhørende serpentinfamilien. Bergarten kalles da **serpentinitt**. Dette skjer ved relativt lavt trykk og temperatur og ved opptak av vann. Ved økende grad av omdanning, kan serpentinmineralene delvis omvandles til talk. Bergarten blir da til **kleberstein**, som er myk, enkel å bearbeide, og kan brukes til å lage for eksempel gryter, peiser og skulpturer. Store deler av Nidarosdomen med sine flotte figurer er bygget i kleberstein. Viktige historiske klebersteinsbrudd i Trøndelag er blant annet Sparbu, Øysand og Bakkaunet i Trondheim (se også kapittel "Naturstein i Trøndelag" (NGU-Tema 4.4).

**Sedimentære bergarter:** Leirmineraler er svært ustabile ved høyt trykk og temperatur og blir omvandlet til glimmermineraler, som er mer stabile under slike forhold. Med økende omdanningsgrad, vokser glimmermineralene større og større. Leirrike bergarter er derfor godt egnet for å bestemme omdanningsgraden. Leirstein og siltstein er veldig finkornete, ofte mørkegrå bergarter uten særlig glans på overflaten. Ved lav omdanningsgrad begynner små glimmermineraler (muskovitt og kloritt) å vokse og bergarten utvikler en skiffrighet og en glans, som likner på silke. Denne bergarten heter **leirskifer**. Med økende omdanningsgrad blir glimmermineralene større, bergarten utvikler en sølvgrå glans og kalles da **fillitt**. Når glimmermineralene har vokst seg så store at enkelte mineraler kan sees med det blotte øye, har bergarten blitt til en **glimmerskifer**. De fleste andre avsetningsbergarter betegnes med ordet «omdannet» eller prefikset «meta» foran bergartsnavn når de er omdannede. Unntak er omdannet kvartssandstein som blir til **kvartsitt** og omdannet kalkstein som blir til **marmor**. Omdannede sedimentære bergarter finnes i hele Trøndelag, men noen kan trekkes fram. Forskjellige skifer har blitt brukt som takstein og byggestein, og det finnes mange historiske skiferbrudd rundt for eksempel Stjørdal og Røros. Kvartsskiferbruddene i Oppdal og Lierne er fortsatt i drift (se også kapittel "Naturstein i Trøndelag" (NGU-Tema 4.4). Staurolit-glimmerskifer fra Selbu har hatt en stor historisk betydning som kvernstein og det fins mange historiske kvernsteinsbrudd i området. Også marmor har vært et etterspurt råstoff med viktige forekomster i Trøndelag som er omtalt i kapitlene "Naturstein i Trøndelag" (NGU-Tema 4.4) og "Industrimineraler i Trøndelag" (NGU-Tema 4.3)

#### BERGGRUNNSKART OVER TRØNDELAG, 1:400 000

Hovedkartet "Berggrunnskart over Trøndelag" i målestokk 1:400.000 viser altså de forskjellige bergartstypene, mens tilleggskartet 'Bergartens dannelsesmåte' gir en forenklet oversikt hvor du finner for eksempel sedimentære bergarter, dagbergarter og dypperbergarter. Tilleggskartet 'Bergartens opprinnelse' viser hvor bergartene opprinnelig kommer fra før de ble skjøvet over hverandre under den kaledonske fjellkjededannelsen. Her vises, i henholdsvis rosa, orange, grønn og gul farge, fire store tektoniske enheter som er fra nedst til øverst:

- Bergarter som tilhører urkontinentet Baltika, som ble dannet og var til stede før den kaledonske fjellkjededannelsen. Her finnes det stort sett størkningsbergarter som størknet for mer enn en milliard år siden med et sedimentdekk av konglomerat, kvartsitt, arkose, glimmerskifer og marmor. Disse bergartene befinner seg i dag omtrent samme sted som de ble dannet og vi kaller de derfor **stedegent grunnfjell**.
- Bergarter fra urkontinentet Baltika som ble skjøvet innover det stedegne grunnfjellet under den kaledonske fjellkjededannelsen. Disse tilhører den **undre og midtre dekkserien** og inneholder både størkningsbergarter revet løs fra det baltiske grunnfjellet, omdannede mafiske dagbergarter (amfibolitt) og sedimentære bergarter avsatt i lapetushavet i nærheten til Baltika.
- Bergarter som ble dannet i lapetushavet eller var en del av urkontinentet Laurentia. Under den kaledonske fjellkjededannelsen ble disse bergartene skjøvet langt øst, innover det baltiske grunnfjellet, og tilhører nå **den øvre og øverste dekkserien**. Her finnes det omdannede mafiske dagbergarter, som tilhører havbunnskorpen til lapetushavet, samt sedimentære bergarter avsatt i dypt hav. Enheten inneholder også flere dypperbergarter som trengte seg inn i jordskorpen under den kaledonske fjellkjededannelsen.
- Bergarter som ble avsatt etter den kaledonske fjellkjededannelsen. De er dermed dannet samme sted vi finner dem i dag og kalles **stedegne sedimen-**

**tære bergarter.** Flere steder finnes det konglomerat og sandstein fra devon tid, rester av store sedimentbassenger avsatt da den kaledonske fjellkjeden fortsatt var svært høy og utsatt for sterk erosjon. Også sedimentære bergarter avsatt langs kysten og i Atlanterhavet tilhører denne enheten.

#### FINN UT MER OM TRØNDELAGS BERGGRUNNSGEOLOGI

Når har du fått et inntrykk av Trøndelags berggrunnsgeologi som er fundamentet for vårt landskap, natur og ressurser. Men vi har bare så vidt begynt å skrape på overflaten av det vi vet om Trøndelags berggrunnsgeologi. Når du vil finne ut mer, kan du se på flere geologiske berggrunnskart i forskjellig skala på NGUs hjemmesider: Berggrunn ([https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)). Her finnes det også mange andre kartprodukter og datasett til visning og nedlasting: Kart på nett | Norges geologiske undersøkelse (<https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett/>).

Vi kan også anbefale deg flere bøker som beskriver Trøndelags geologi, landskap, natur og kultur- og bergverkshistorie:

Dahl, R., Sveian, H., Thoresen, M.K. (red.) (1997): Nord-Trøndelag og Fosen – Geologi og landskap. Norges geologiske undersøkelse. ISBN 82-7385-170-2

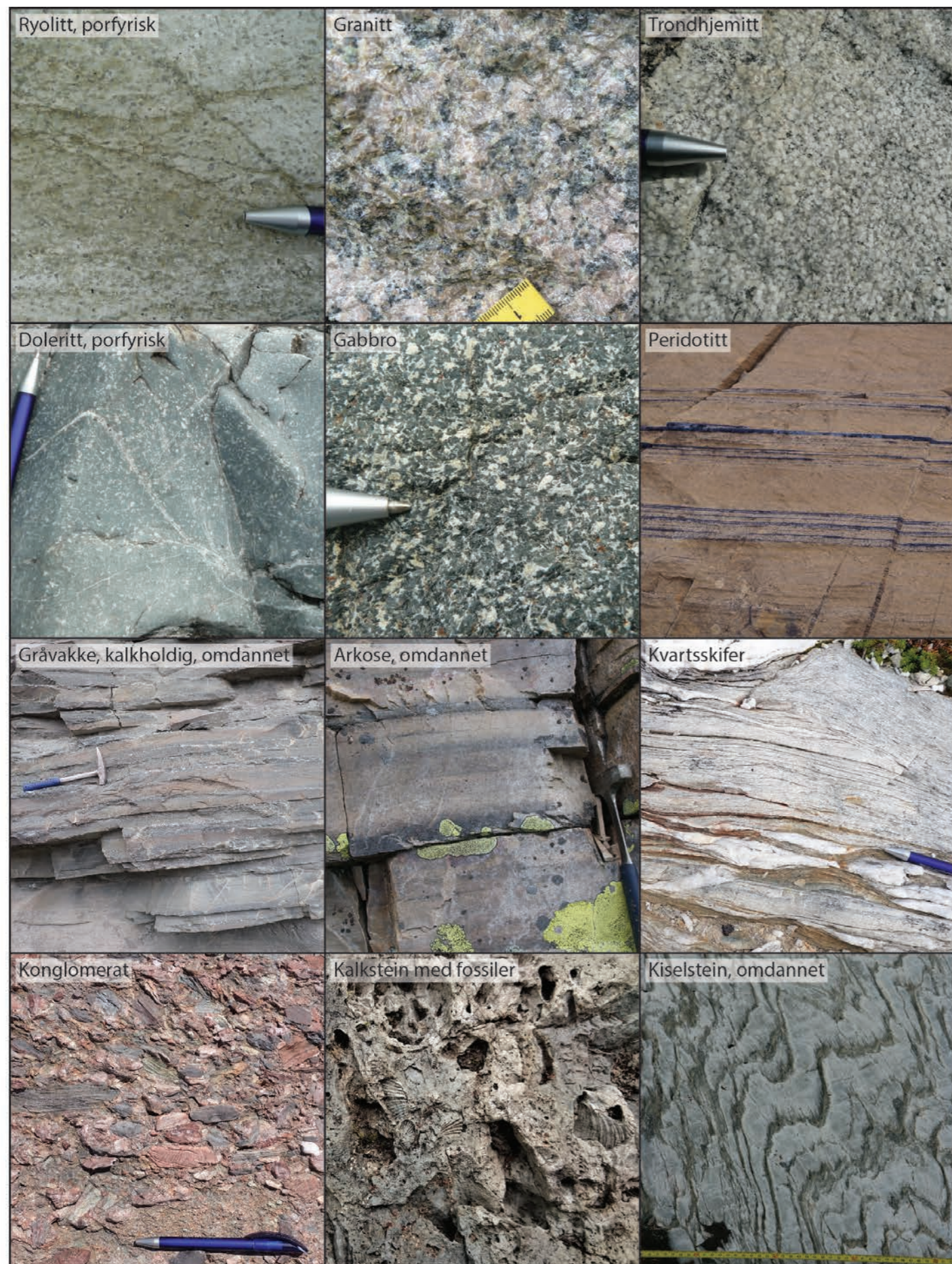
Grenne, T., Sveian, H. (2019): På stein og sti – Geologi, landskap og bergverkshistorie i Skarvan og Roltdalen Nasjonalpark. Norges geologiske undersøkelse. ISBN 978-82-7385-203-8

Ramberg, I.B., Bryhni, I., Nøttvedt, A. (red.) (2013): Landet blir til – Norges geologi. 2. utgave. Norsk Geologisk Forening. ISBN 9788292394830

Rø, G. E. (red.) (2001): Selbu og Tydal – Geologi, gruvedrift og kulturminner. Selbu og Tydal historielag. ISBN 82-990817-3-4

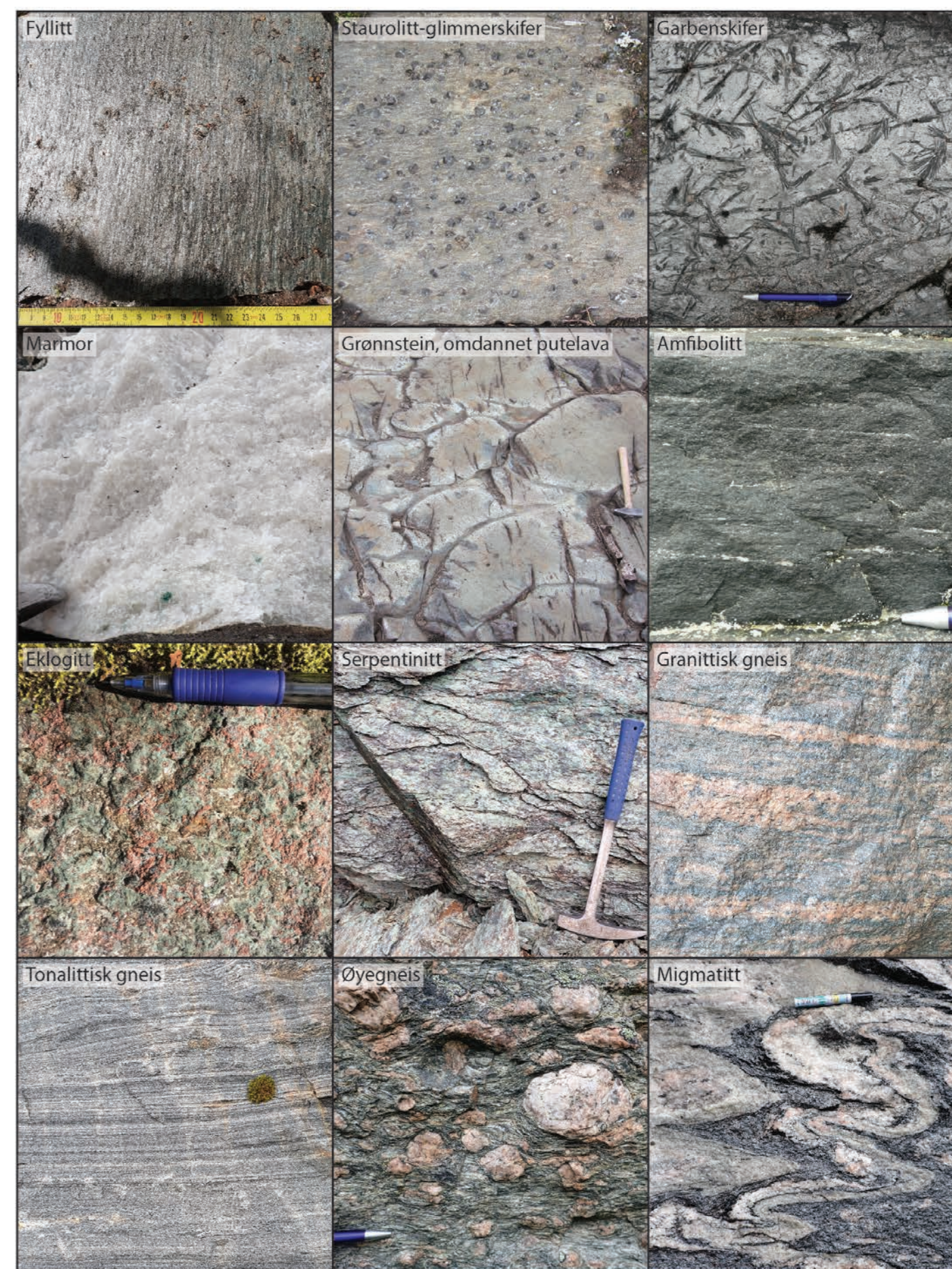
Unsmo, E. (red.) (2011): Sjøbygdmarekene – fra Selbu til Renfjellet. Selbu og Tydal historielag og Klæbu historielag.

BERGARTSTYPER SOM FINNES I TRØNDELAG



Fotos: Anna K. Ksienzyk, Bernard Bingen, Tom Heldal, Johannes Jakob, Morten Smelror, Gurli B. Meyer

BERGARTSTYPER SOM FINNES I TRØNDELAG



Fotos: Gurli B. Meyer, Anna K. Ksienzyk, Deta Gasser, Mari Lie Arntsen, Tom Heldal, Ida Gunleiksrud

# METALLER I TRØNDELAG

## METALLUTVINNING I TRØNDELAG – EN HISTORISK OVERSIKT

**Det er lange tradisjoner for metallproduksjon i Trøndelag, og mange større bergverk i fylket har vært viktige for samfunnsutviklingen.**

Den første framstilling av metaller startet med jernutvinning fra myrmalm mange steder i Trøndelag både i jernalderen og middelalderen med høydepunkter ca. år 200 e.Kr. og år 1100. Teknikken som ble benyttet var avansert for sin tid og flere tonn jern skal være eksportert. Det antas at den første, kjente framstillingen av kobber i Norge foregikk i Kopperå i Meråker i alle fall fra omkring år 1300, og muligens noe tidligere. Det er fortsatt noe usikkert hvor kobberforekomsten kan ha vært som er nevnt av erkebiskop Erik Valkendorf i et brev til kong Christian II i 1516, og som skal ligge «8 store Miile fra Trundem». Sulfidforekomstene på Ytterøya kan være en mulighet, men kjent forsøksdrift er det ikke før på 1630-tallet. Bedre dokumentert er det at drift på kobber kom i gang på Røros i 1644 og i Løkken i 1654. Det var intens skjerpeaktivitet på denne tiden og flere kobbergruver og smeltehytter ble etter hvert satt i drift i disse områdene og senere på 1700-tallet også i Selbu, Meråker, Ålen, Berkåk og Verdalen. Kobberet ble eksportert via Trondheim som ble et viktig handelssentrum.

Det første jernverket i Trøndelag med masovndrift var Mostadmark Jernverk som var i drift i tre perioder fra 1653 til 1695, fra 1753 til 1818 og igjen fra 1822 til 1880. I de første perioden kom jernmalmen fra loka-

le gruver mens i de andre periodene ble den hentet fra Smøla, Hitra og ikke minst Rana. Krom-malm (kromitt) ble funnet i Feragsfjella øst for Røros allerede i 1680-årene, men man trodde først at det var tungt-smeltelig jernmalm. Metallet krom ble først identifisert i 1797 av den franske kjemikeren Louis Nicholas Vauquelin. De første skjerpene på kromitt i Feragen ble startet i 1820-årene, men det var først i 1832 at den egentlige gruvedriften startet. Dette skyldtes anleggelsen av Leren Cromfabrikk ved Nedre Leirfoss i Nidelva ved Trondheim. Fabrikken laget kromfarger (kromgult, kromgrønt og kromrødt) til bruk i maling og i tekstil- og porselensindustrien.

Før industrialiseringen satte i gang på midten 1800-tallet ble bare kobber fra sulfidforekomstene utnyttet selv om de vanligvis inneholder større mengder jernsulfid; svovelkis. Men etter vellykkede forsøk med framstilling av svovel og svovelsyre fra sulfidmalmen på Ytterøya ved Leren Cromfabrikk og økende etterspørsel etter disse produktene fikk sulfidmalmen en ny 'gullalder' i siste halvdel av 1800-tallet, og Ytterøya ble et av de største bergverk i landet i perioden 1860-90. Dette illustrerer samtidig at bergindustrien var nyskapende. Nikkel er et annet metall som først ble påvist på Ringerike i 1837, og deretter kom flere gruver i drift i landet. I Trøndelag var det drift på nikkel i Skjækerdalen i Verdalen fra 1876 til 1891.

Den største kjente jernforekomsten i Trøn-

delag er Fosdalen i Malm. Den ble funnet i 1906 og ble satt i drift samme år. Malmen inneholdt også noe svovelkis og kobberkis som ble skilt ut som egne salgsprodukter. Den var et av bergverkene i landet med størst sysselsetting i 1950-60 årene. Driften foregikk under jord og ble den dypeste jerngruven i landet før den ble nedlagt i 1997.

Svovelkis var den viktigste malmressursen utover 1900-tallet og ved innføring av nye oppredningsmetoder ble også kobber og sinkblende utnyttet fra sulfidmalmen. Nye gruver ble startet opp i Grongfeltet; Skorovas, Gjersvik og Joma. Men i løpet av 1970-80 årene falt metallprisene og flere gruver ble lagt ned på Røros, i Killingdal og Løkken. Joma i Grongfeltet var den siste sulfidgruven og ble lagt ned i 1997.

Det har ikke vært noen større drift på edelmetallene gull og sølv i Trøndelag. Bare mindre mengder sølv er blitt produsert rundt forrige århundreskifte fra bly-sinkforekomster på Hitra og Skrattås ved Steinkjer. Det ble også produsert sølv som biprodukt i Løkken. Av større interesse i dag er gull i elvegrus i Oppdalsområdet hvor det i Gisa er påvist den hittil største gullnugget i Norge på 34,9 gram og flere som er større enn 10 gram.



Feragenfeltet hvor det var drift på krom. Toppaughene her er ved Lekgruva. Foto: Terje Bjerggård



Bildetekt: Den falleferdige taubanestasjonen ved Christianus Sextus gruve ved Røros. Foto: Terje Bjerggård

## TYPER AV MALMER I TRØNDELAG

**Berggrunnen i Trøndelag er dominert av bergarter som stammer fra kollisjonen mellom Laurentia (Nord-Amerika) og Baltika (Skandinavia) som skapte fjellkjeden Kaledonidene for ca. 400 millioner år siden.**

Bergartene i denne fjellkjeden stammer både fra kontinentene og det en gang mellomliggende lapetushavet og finnes nå i en rekke skyvedekker, hvert dekke med sine karakteristiske bergarter, dannelseshistorie og utvikling. Skyvedekkerne ligger oppå det gamle grunnfjellet, som i stor grad var slitt ned (erodert) før kollisjonen.

Siden bergartene i de kaledonske skyvedekkerne er forskjellige, betyr det også at malmforekomstene også er forskjellige når det gjelder dannelsesmiljø (tektonisk setting) og bergarter de opptrer i. Det er også forekomster av vidt forskjellige typer.

De aller fleste forekomstene i Trøndelag er sulfidforekomster som inneholder kobber-, sink-, bly- og jernsulfider. Disse forekomstene kalles *vulkanogene massive sulfidmalmer* (som gjerne forkortes til VMS). Det er også noen forekomster som består i hovedsak av nikkel-, kobber- og jernsulfider, men som også kan inneholde en del kobolt og platinametaller. Dette er *magmatiske sulfidmalmer*. Krom-malmer finnes særlig i Rørosområdet og dette er *magmatiske oksidmalmer*. De kan også være dominert av jernoksider, ofte med et høyt innhold av titan og/eller vanadium. *Placer gullforekomster* finnes særlig i Oppdalsområdet (særlig Gisdalen) og her finnes gullet i elvegrusen.

### VULKANOGENE MASSIVE SULFIDFOREKOMSTER (VMS-FOREKOMSTER)

VMS-forekomstene har vært de viktigste når det gjelder metallproduksjon i Trøndelag. Som navnet sier er disse forekomstene knyttet til magmatisk aktivitet og vulkanisme. Forekomstene dannes ved at sirkulerende varmt vann løser opp mineraler i berggrunnen og frakter metaller opp til overflaten der de avsettes som sulfider. Sirkulasjonen av vannet som har opprinnelse som havvann får sin energi fra magmatisk aktivitet. Varmt, salt vann har evne til å transportere metallene opp mot havbunnen, der det i møte med det kalde havvannet krystalliserer ut. Tilsvarende forekomster av sulfider dannes på havbunnen i dag og har fått navnet «Black Smokers» etter fargen på løsningsene som kommer ut.

Innholdet av de forskjellige metallene i denne type forekomster er avhengig av hvilke bergarter de varme løsningsene sirkulerer i, men også faktorer som temperatur på løsningsene, saltinnhold, surhetsgrad (pH) og oksygeninnhold (Eh), samt bidrag fra magmatiske bergarter direkte.

Viktige VMS-forekomster i Trøndelag finnes i Løkkenområdet (Løkken, Høydal, Dragset), Undal ved Berkåk, Rørosdistriktet (Storwartz, Nordgruvefeltet), Ålen-Tydal (Hesjø, Killingdal, Kjølvi, Gressli), Meråkerdistriktet (Gilså, Lillefjell, Mannfjell, Torsbjørk, Fonnfjell), Ytterøya, Verdaldistriktet (Åkervoll, Møkk, Malså) og Grongdistriktet (Skiftesmyr, Godejord, Finnbu, Skorovas, Visletten, Gjersvik, Joma).

VMS-forekomstene i Løkkenområdet er tilknyttet grønnstein som er omdannet basalt og er en del av havbunnskorpen i det gamle lapetushavet. Slik havbunnskorpe som er skjøvet opp på land kalles en ofiolitt. Forekomster slik som Løkken kalles også Kyprostype VMS-forekomster etter typelokalitetene på nettopp Kypros. Faktisk er Løkken med sine 30 millioner tonn sulfidmalm verdens største kjente av denne typen. Ca. 24 millioner tonn malm ble tatt ut av Løkkenforekomsten mellom 1654 og 1987, med 2.1 % Cu, 1.9 % Zn, 19 g/t Ag og 0.2 g/t Au. Gjenværende ressurser er ca. 6 millioner tonn.

«Black Smoker» forekomster som ligner Løkken dannes på den atlantiske midthavsryggen i dag, og det er oppdaget en rekke forekomster på ryggen mellom Jan Mayen og Svalbard. Ofiolittbergartene ved Løkken danner et belte østover og nordover over Vassfjellet mot Trondheim og videre innover i Trondheimsfjorden, og forekomsten på Ytterøya er også av samme type, det samme gjelder Ulriksdal (Skjøla) og Flå på Vassfjellet. De aller fleste av disse forekomstene er kjennetegnet ved at de er dominert av finkornet svovelkis og har et relativt lavt innhold av kobber og sink (typisk 1-2 %). De mest finkornede og svovelkislige mineraliseringene kalles også for vasskiser. I tilsvarende grønnstein opptrer også Fosdalen i Malm. Denne forekomsten er dominert av jernoksidet magnetitt, mens innholdet av svovelkis og kobberkis er lavt. Grunnen til det lave sulfidinnholdet ser sannsynligvis en lav tilgang på svovel. Mer enn 35 millioner tonn malm ble pro-



Massiv malm i Ulriksdal gruve med malakitt (grønt kobberkarbonat). Foto: Jan Sverre Sandstad



Typisk krommalm (kromitt) fra Feragen. Foto: Terje Bjerkgård

duert i perioden 1906-1997 og det er den største kjente metallforekomsten i fylket.

Det er også et belte dominert av grønnstein som strekker seg fra øst for Verdal og Steinkjer i nord, sørover via Meråker, til vest for Røros sør i fylket. Dette beltet kalles Fundsjøgruppen og er en del av skyvedekket Meråkerdekket. Beltet fortsetter ned i Østerdalen og videre vestover via Follidal til Dombåsområdet. Grønnsteinene i beltet er sammen med sure (silikarike) vulkanske bergarter dannet i en subduksjonssone, der en havbunnskorpe kolliderer med, og går ned under, en annen havbunnskorpe. I forbindelse med denne prosessen skjer det oppsmelting og det dannes øybuer på havbunnen. Smelteprosessen gir energi til dannelse av VMS-forekomster mange steder i beltet, hvorav de største og viktigste er Hersjø, Killingdal, samt flere forekomster i Meråker- og Verdal- og Steinkjerområdet. I Grong er det flere større forekomster: Skiftesmyr, Godejord, Visletten, Finnbu, Skorovas og Gjersvik i tilsvarende enhet (Gjersvikdekket). Disse forekomstene kan være tilknyttet de sure vulkanske bergartene, grønnsteinene eller vulkansk-sedimentære bergarter og har av den grunn gjerne mer sink, bly, sølv og gull, men mindre kobber enn de som finnes i ofiolittbergartene lenger vest.

Øst for Meråkerdekket i den sørlige delen av fylket, fra Røros til Skjækerfjella, er det enheter med sedimentære bergarter (mest sandstein, siltstein og gråvakter) med underordnede magmatiske gangbergarter i form av gabbro. Disse bergartene er dannet i basseng som har vært nær et kontinent. Strekning av jordskorpen førte til bassengdannelsen med tilhørende mag-

matisk aktivitet og innfylling av sediment. Varmen fra denne aktiviteten gav energi til dannelse av mange sulfidforekomster i disse sedimentære bergartene. De mest kjente forekomstene av denne typen er de som finnes på Røros (i Storwartzfeltet og i Nordgruvefeltet) og Kjølvi i Ålen. Det finnes også mange tilvarende forekomster i Meråkerområdet, de viktigste er Lillefjell og Gilså. Karakteristisk for disse forekomstene er at de er sink- og blyrike, gjerne 2-3 ganger mer sink enn kobber. Dette gjelder også de kjente Rørosforekomstene som var grunnlaget for Røros Kobberverk. Mye av sinken ble i de første 250 år bare sendt på tippaugene, siden det ikke kunne utnyttas.

### MAGMATISKE NIKKEL-KOBBER-FOREKOMSTER

Forekomster som er rike i nikkel er vanligvis tilknyttet magmatiske bergarter og i Trøndelag assosiert med dypbergarter med en gabbroisk sammensetning, dvs. bestående vesentlig av plagioklasfeltspat, pyroksen, amfibol og ofte olivin. Når dypbergartene trenger opp i skorpen kan de ta opp (assimilere) omgivende bergarter som kan være rike blant annet i svovel. Ved de rette betingelsene kan det dannes en svovelrik smelte som vil anrikes i nikkel, kobber, kobolt og platinametaller. Dette vil da kunne danne en malmforekomst.

Det er kjent fire nikkelforekomster i Trøndelag: Stormyrplutten og Lillefjellklumpen i Grongdistriktet og Brattbakken og Skjækerdalen i Verdal. De to forekomstene i Grong er begge anriket i platinametaller i tillegg til nikkel og kobber. Ingen av disse er store forekomster og antatte ressurser i hver av dem er ikke mer enn 2-300 000 t.

Den eneste av disse som har vært i drift er Skjækerdalen som produserte omkring 20 000 t malm med 1,1 % nikkel.

### MAGMATISKE KROMFOREKOMSTER

Kromforekomstene i Trøndelag finnes særlig i den sørlige delen av Rørosområdet, hvor det var mest drift i siste halvdel av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet, særlig i Feragenfeltet. Forekomstene er tilknyttet ultramafiske dypbergarter som er bergarter som stammer fra Jordas mantel. Disse bergartene inneholder mest av mineralene olivin og pyroksen. Ved at de tar opp (assimilerer) silisiumrike bergarter kan det dannes en oksidsmelte som vil anrikes i krom og jern. Denne smelten kan danne massive forekomster av kromitt (kromoksid) eller være mer jevnt fordelt i deler av bergarten (disseminert). Under de tektoniske prosessene i forbindelse med fjellkjededannelsen er olivin og pyroksen omdannet til serpentin og lokalt en god del talk og kalles derfor serpentinitter. Ved ekstensiv omvandling og talk- og klorittdannelse kan det dannes kleberstein.

I 1968 ble nikkel-jernmineralet awaruit funnet i Feragen av geologen Ivar Hultin. Dette er en legering bestående av 3 deler nikkel og en del jern. Awaruit er svært magnetisk og er således veldig enkelt å opprede til et rent konsentrat. Det kanadiske gruveselskapet First Point Minerals undersøkte forekomstene i Feragen i 2013 og 2014, men fant dessverre ikke drivverdige forekomster.

## LETEAKTIVITET OG MALMPOTENSIAL

**De senere har det vært sterkt økende interesse for malmløst i fylket. Interessen har først og fremst vært konsentrert til de kjente malmdistriktene; Løkken, Ålen-Tydal, Meråker, Verdal og Grong.**

Leteselskaper har framstilt 3D-modeller av kjente forekomster (Løkken, Hersjø og Joma) og benyttet resultater fra nye geofysiske målinger for å få bedre kunnskap om dannelsen av dem og for å peke på interessante områder for oppfølgende undersøkelser på bakken. Geofysiske bakkemålinger og geokjemisk prøvetaking er gjennomført, men foreløpig i mindre grad kjerneboring.

Interessant i denne sammenheng er også planene til Bluelake Mineral om å starte opp samtidig drift av forekomstene Joma i Grongfeltet og Stekenjokk rett over grensen i Sverige. Selskapet ønsker å benytte anlegget i Røyrvik for felles prosessering av malmene fra begge forekomstene. De har gjort en ny malmberegning som viser at antatte gjenværende ressurser i Joma er 5,7 millioner tonn med 1,55 % kobber og 0,82 % sink.

Mye av den nye interessen for de kjente VMS-forekomstene skyldes at de i tillegg til kobber og sink også har potensial for flere bi-metaller som er kritiske for det grønne skiftet; kobolt, indium, germanium, thallium, tellur etc. NGU har også gjennomført prøvetaking og kjemiske analyser av

en rekke VMS-forekomster i fylket for å få bedre kunnskap om fordelingen av disse kritiske metallene i forekomstene i de ulike geologiske miljøene. Det ser blant annet ut til at forekomster som finnes i grønnstein generelt har høyere innhold av kobolt.

NGU har også gjennomført en mer omfattende undersøkelse av Brattbakken nikkkel-kobber-kobolt forekomst i Skjærkerfjella. Kartlegging, prøvetaking og kjemisk analysing ble gjennomført og antatte ressurser er ca. 300.000 tonn med 1,2 % nikkkel, 0,38 % kobber og 0,09 % kobolt. Forekomsten ligger innenfor Lierne-Skjærkerfjella nasjonalpark, men tillatelse til undersøkelser ble innvilget for også å få bedre kunnskap om dannelsen av slike nikkkel-kobber forekomster innenfor Gulakomplekset som fortsetter videre sørover til Kvikne i Innlandet hvor det også er kjent slike forekomster. Det bør også være et potensial for flere nikkkel-kobber forekomster innenfor den samme geologiske enheten mellom disse områdene. Resultatene fra nylig gjennomførte geofysiske målinger vil være til nytte ved videre vurdering av potensial for denne forekomsttypen i Trøndelag.

*Rustbrun jernhatt over Brattbakken nikkkel-kobber-kobolt forekomst i Skjærkerfjella, Verdal. I dalbunnen dominerer den mineraliserte dyppergarten, og Gulakompleksets glimmer-skilfre, amfibolitter og jernformasjoner danner høyderyggene omkring.*

*Foto: Jan Sverre Sandstad*



## OVERSIKT OVER DE VIKTIGSTE FOREKOMSTENE I TRØNDELAG



Tipphaug ved Flågruvene, synk 10, i Vassfjellet ved Melhus med utskeida svovelkismalm. Foto: Jan Sverre Sandstad.

Tabellen viser de forekomstene vi kjenner produksjonen til, samt de forekomstene som har kjente ressurser. Dette er data som er hentet ut fra FODD (Fennoscandian Ore Deposit Database), som er en database over forekomster i Fennoskandia (Norge, Sverige, Finland), samt Karelen i Russland (<http://gtkdata.gtk.fi/fmd/>). Denne databasen henter dataene for Norge fra NGUs malmdatabase.

surser som er kjent utgjør ca. 580 000 tonn kobber, 770 000 tonn sink, 15 160 tonn nikkel, 5 700 tonn kobolt, 235 tonn sølv og 3 tonn gull. Med metallpriser og dollarkurs pr. november 2021 er dette verdier for ca. 80 milliarder kroner. Dette er verdien av metallene i bakken og er helt uavhengig av om det er økonomisk lønnsomt å hente dem ut.

### FINN UT MER OM METALLER OG MALMER.

Ut fra tabellen kan det beregnes at det produsert om lag 1 millioner tonn kobber og 1.3 millioner tonn sink i Trøndelag, samt 10 millioner tonn jern (i Fosdalen). Mulige res-

NGUs malmdatabase: [https://geo.ngu.no/kart/mineralressurser\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/mineralressurser_mobil/)  
Den Fennoskandiske malmdatabasen

(FODD): <http://gtkdata.gtk.fi/fmd/>  
Direktoratet for Mineralforvaltning sitt rapportarkiv: <https://minit.dirmin.no/kart/#>  
Rapport over kritiske mineraler i Norden: <https://www.nordicinnovation.org/critical-metals-and-minerals>  
Berggrunnsgeologi: [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)

NAVN	TYPE	DISTRIKT	DRIFTSÅR	MALM PRODUSERT (MILL. T.)	RESSURSER (MILL. T.)	METALLINNHOOLD
Godejord	VMS	Grong	Nei		0.25	0.6% Cu, 4.2% Zn, 0.2% Pb, 15g/t Ag, 0.4g/t Au
Visletten	VMS	Grong	Nei		0.78	0.92% Cu, 3.86% Zn, 0.5g/t Au
Gjersvik	VMS	Grong	1993-1998	0.45	1.15	2.15% Cu, 0.6% Zn
Joma	VMS	Grong	1972-1998	11.453	11	1.49% Cu, 1.45% Zn
Skorovas	VMS	Grong	1952-1984	5.6	1.3	1.14% Cu, 2.71% Zn
Skiftesmyr	VMS	Grong	Nei		4.07	1.0% Cu, 1.5% Zn, 2.5 g/t Ag, 0.1g/t Au
Finnbu	VMS	Grong	Nei		0.25	0.3 % Cu, 3.0% Zn
Stormyrplutten	Ni-mag	Grong	Nei		0.2	0.5% Cu, 0.08% Ni, 0.64g/t PGE
Malså	VMS	Verdal	1874-1884	0.001	0.5	0.4% Cu
Åkervoll	VMS	Verdal	1893-1908	0.025	-	1.5% Cu, 20% Zn, 1.75% Pb, 100g/t Ag, 0.1g/t Au
Skrattåsen	VMS	Fosdalen	1925-1927	0.005	0.08	1% Cu, 7% Zn, 2% Pb, 70g/t Ag
Fosdalen	VMS	Fosdalen	1907-1997	35.5	-	0.06% Cu, 30% Fe
Ulriksdal (Sjøla)	VMS	Trondheim	1901-1919	0.004	-	1 % Cu, 40 % S
Ytterøya	VMS	Trondheim	1861-1912	0.46	-	1.9% Cu, 2.4% Zn, 0.3% Pb, 43 % S
Løkken	VMS	Løkken	1654-1987	24	6	2.3% Cu, 1.8% Zn, 16g/t Ag, 0.2g/t Au, 0.07% Co
Høydal	VMS	Løkken	1660-1911	0.1	1.06	1.15% Cu, 0.45% Zn, 36g/t Ag, 0.3g/t Au
Dragset	VMS	Løkken	1700-1909	0.065	0.035	3.5% Cu
Åmotsgruva	VMS	Løkken	1853-1896	0.012	-	3% Cu
Undal	VMS	Gula	1668-1971	0.279	0.721	1.15% Cu, 1.86% Zn, 43% S
Fløttum	VMS	Gula	1888-1917	?	0.35	0.96% Cu, 4.76% Zn, 29g/t Ag
Brattbakken	Ni-mag	Gula	Nei		0.3	0.38% Cu, 1.2% Ni, 0.09% Co
Skjækerdalen	Ni-mag	Gula	1876-1891	0.019	-	0.63% Cu, 1.26% Ni, 0.01% Co
Heimtjønnhø	VMS	Oppdal	Nei		1.6	0.01% Cu, 0.04% Zn, 38% S
Mannfjell	VMS	Meråker	1901-1918	0.1	-	1.8% Cu, 5.3% Zn, 1.0g/t Au
Lillefjell	VMS	Meråker	1713-1895	0.1	-	5% Cu, 4,5% Zn
Gressli	VMS	Tydal	1792-1868	0.005	0.085	0.9% Cu, 5.5% Zn
Rødhammer	VMS	Ålen	Nei		0.9	0.5% Cu, 35% S
Svenskmenna	VMS	Ålen	1882-1918	0.0012	-	1.4% Cu, 1.8% Zn
Storvollen	VMS	Ålen	1855-1918	0.0085	-	2% Cu
Kjøli	VMS	Ålen	1773-1941	0.25	-	2.1% Cu, 0.1% Zn, 46% S
Killingdal	VMS	Ålen	1677-1986	2.959	0.283	1.7% Cu, 5.5% Zn, 0.4% Pb, 45% S
Hersjø	VMS	Ålen	1670-1699	0.004	2.99	1.7% Cu, 1.4% Zn, 4g/ Ag, 0.1g/t Au
Muggruva	VMS	Røros	1770-1919	0.65	-	2% Cu, 0.3% Zn, 13g/t Ag, 0.3g/t Au
Sextus	VMS	Røros	1723-1940	0.25	-	2.4% Cu, 7.4% Zn, 0.4% Pb, 14g/t Ag
Fjellsjø	VMS	Røros	Nei		1.75	1.4% Cu, 3.6% Zn
Kongens	VMS	Røros	1657-1945	1.5	1.5	2.2% Cu, 6.9% Zn, 0.5% Pb, 31g/t Ag
Lergruvbakken	VMS	Røros	1973-1977	0.45	0.52	1.0% Cu, 9.4% Zn, 0.4% Pb, 20g/t Ag
Kvernenglia	VMS	Røros	Nei		0.142	0.3% Cu, 1.98% Zn
Lobekken	VMS	Røros	Nei		1.9	1.1% Cu, 0.9% Zn
Storwartz	VMS	Røros	1645-1919	1.62	0.08	1.8% Cu, 12.1% Zn, 0.9% Pb, 25g/t Ag
Quintus	VMS	Røros	1691-1770	0.75	-	0.9% Cu
Nybg/N. Solskinn	VMS	Røros	1660-1890	0.12	-	4% Cu
Gamle Solskinn	VMS	Røros	1673-1917	0.09	-	3% Cu
Olavsgruva	VMS	Røros	1937-1972	1.131	0.17	1.39% Cu, 1.44% Zn
Feragen	Cr-mag	Røros	1824-1939	0.033	-	26.7% Cr

# INDUSTRIMINERALER I TRØNDELAG



## INDUSTRIMINERALER I TRØNDELAG

**Industrimineraler har vært utvunnet og brukt i Trøndelag i tusen år. Kalkstein og marmor, kvarts og kvartsitt, talk og magnesitt er eksempler på industrimineraler som finnes i Trøndelag. Av disse er kalkstein og marmor i særstilling både med sin store utbredelse, antall uttak og sine mange mulige bruksområder.**

Industrimineraler er de mineralene og bergartene som utnyttes på grunn av sitt kjemiske innhold og/eller sine fysiske egenskaper til ulike bruksområder, når man ser bort fra mineraler og bergarter

som utvinnes på grunn av sitt metallinnhold eller som tilslagsmateriale i betong, til vegbygging og annet.

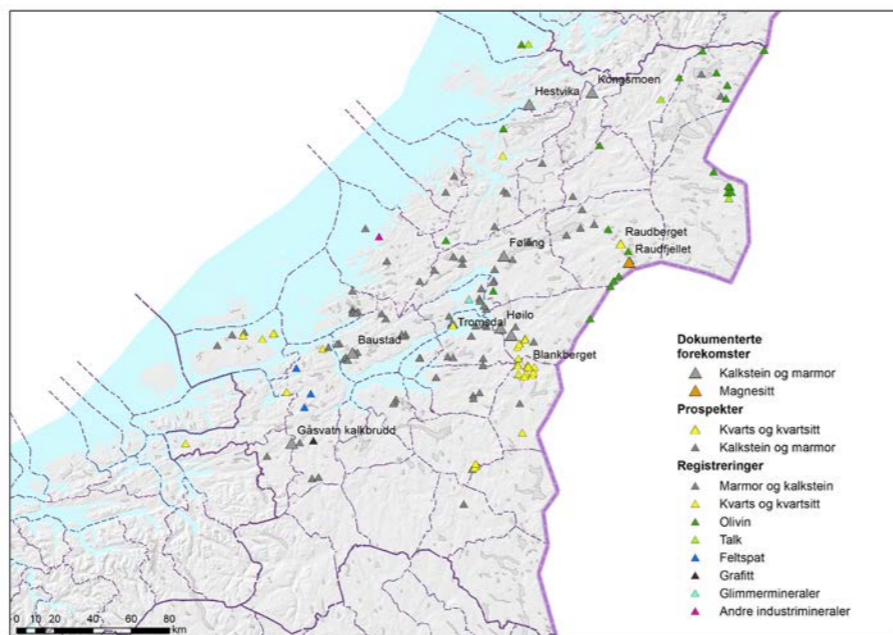
I NGUs nasjonale database over industrimineraler finnes det en rekke registreringer i Trøndelag (se kart).

Kalkstein og kalkspatmarmor utgjør den største ressursgruppen, med både en rekke forekomster i drift og andre dokumenterte forekomster "som ennå ikke er satt i drift" etter dokumenterte forekomster, etterfulgt av kvarts og kvartsitt (ingen i drift),

talk og magnesitt (ingen i drift). Alle disse er nærmere beskrevet i de følgende avsnittene. I tillegg til de som hittil er nevnt er det registrert olivin, feltspat, grafitt, glimmerminerale og kyanitt, men ingen av disse har pr nå potensiale for fremtidig ressursutnyttelse.

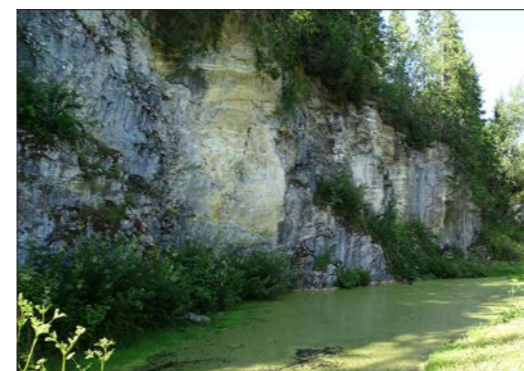


Forvitringsrenner på tvers av kalksteinslag i Holtålen (Holtålen kommune). Foto: A. Raaness



Kart over industrimineralregistreringer, prospekter og dokumenterte forekomster i Trøndelag i NGUs industrimineraldatabase.

## KALKSTEIN OG KALKSPATMARMOR



Kalkbrudd ved Kjønstad, Levanger. Foto: A. Raaness



Kalkkvern ved Kjønstad, Levanger. Råstoff ble hentet fra lokale nærliggende brudd. Foto: T. Heidal.

**Trøndelag er i dag en viktig bidragsyter til produksjon av både knust kalkstein og råstoff til kjemisk utfelt kalkspat i Norge, men kalkstein og marmor er også en ressurstype som har vært kjent lenge.**

Den tidligste kjente bruken av industrimineraler i Trøndelag er kalkstein og kalkspatmarmor som er produksjon av brennt kalk og kalksteinsmørtel. Denne produksjonen kan dokumenteres tilbake til middelalderen i forbindelse med bygging av ulike steinkirker.

Spor fra produksjonen av brennt kalk finnes en rekke steder i form av gamle kalkkvern hvor «limstein» ble knust og brennt. En rekke steder, både ved bysentra og større gårder, finnes spor i form av gamle kalkkvern. Gamle stedsnavn som «Limberget» og «Limåsen» og lignende viser hvor man har kjent til mulig råstoff for kalkmørtel.

I dag er Trøndelag er en av de viktigste fylkene for produksjon av kalkstein og kalk-

spatmarmor i Norge. 7 av landets registrerte 18 aktive uttakssteder (dirmin.no) for kalkstein og kalkspatmarmor ligger i Trøndelag: Tromsdal og Høilo (Verdal), Hestvika (Nærøysund), Kongsmoen/Løkrååsen (Høylandet), Noem og Følling (Steinkjer) og Gåsvatn/Kalkberget (Rindal). Flere av disse produsentene har kvaliteter som det ikke finnes alternative produsenter for, men også store reserver.

Alle disse er uttak i kalkspatmarmor av ulik omdanningsgrad, og de dekker et stort produktspekter av sluttprodukter som alle setter ulike krav til bergarten som tas ut. Disse kravene kan gå på fysiske egenskaper som knuse- og brennegenskaper, mineralsammensetning og mineral- og bergartskjemi med mer (Gautneb, 2012).

Gjennom Trøndelagsprogrammet har en rekke forekomster blitt prøvetatt og dokumentert (se Raaness, 2022). I tillegg er analysene sammenstilt med eldre reanalyserte prøver som blant annet ble samlet

inn gjennom Nord-Trøndelagsprogrammet på 1990-tallet og senere. (Trønnes, 1994 og Øvereng, 1997). I Sør-Trøndelag er det ikke tidligere gjort et tilsvarende systematisk arbeid.

I arbeidet har man sett etter industri-potensiale for ulike bruksområder, da særlig de forekomstene som pr i dag ikke er i drift. For potensiale for høy-hvite produkter basert på lave verdier av karbonatbundet jern og mangan, er det særlig Baustad (Indre Fosen), Grønnlituva (Nærøysund) og Kalkmo (Røyrvik) som skiller seg ut.

Et nytt område oppdaget i forbindelse med berggrunnskartlegging i Holtålen, kan være et mulig fremtidig ressursområde for brennt kalk til bruk i kalkmørtel for blant annet Røros museum. Her trengs imidlertid mer kartlegging for å fastslå utbredelsen med en tettere prøvetaking og analysing for å avklare potensialet.

## KVARTS OG KVARTSITT

**Mulige kvartsressurser forekommer hovedsaklig som kvartsitt (omvandlet sammenkittet kvartssand), som hydrotermal kvarts (avsatt i hulrom og sprekker fra varme væsker som har sirkulert i berggrunnen) eller som pegmatittisk kvarts (svært grove mineralkorn som har krystallisert ut fra et magma).**

En rekke steder i Trøndelag finnes det rester av små brudd hvor kvarts ble tatt ut til bruk i smelteverksindustrien på 1900-tallet. Eksempler på dette er uttak av pegmatittisk kvarts ved Selva (Agdenes) på 1930-tallet. Kvartsitt på Fjellværøy (Hitra) ble brukt som slaggdanner ved smelting av kis på Thamshavn på 1930-tallet. Meråker smelteverk hadde et prøvebrudd på Storåsen (Meråker) i 1960, og ved Evsjøen kvartsbrudd (Selbu) ble det tatt ut hydrotermal kvarts til Meråker Smelteverk i 1962-1964.

Pr i dag ingen aktive uttak av kvarts eller kvartsitt. På bakgrunn av industrielle krav til renhet eller for små volum vil de færreste av disse være av interesse i dag. Kvartsgangene i Raudberget (Snåsa) har en kjemisk sammensetning som kan være egnet for fremstilling av silisium-metall og kanskje solceller, men tonnasje er for små til kommersiell drift. Kvartsen er ikke egnet for høy-rene formål. (Wanvik & Ihlen, 2006).

I Meråker-området opptre forekomster med kvaliteter som kan være egnet for produksjon av høy-rene kvartsprodukter da de



Kvarts ved Blankberget på nordsiden av Feren, Meråker. Foto: A. Raaness

har et lavt innhold av sporelementer. En rekke av disse er relativt små linser som mangler tonnasje-potensial, men Blankberget kvartsbreksje ved Feren i Meråker har et potensiale med en utstrekning på mer enn 350 m i en bredde på 10-15m. Denne kan være av industriell interesse om en finner flere forekomster av tilsvarende god renhet i Meråker-området (Ihlen, Raaness & Müller, 2006).



Prøvebrudd i hydrotermal kvarts på Nedre Storåsen i Meråker. Foto: A. Raaness



Kvarts ved Blankberget ved Feren, Meråker. Foto: A. Raaness

## MAGNESITT OG TALK



Utsikt mot sør fra Hallarhaugen. Innsjøene Skjeldbreien og Holderen i forgrunnen. Foto: L. P. Nilsson

**Magnesitt ( $MgCO_3$ ) og talk ( $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ) er to mineraler som ofte opptrer sammen i gamle, omdannede havbunnskorpelag, som i dag for eksempel kan finnes igjen i bergartene kleberstein eller listvenitt. Kleberstein er en kjent ressurs som har vært utvunnet og utnyttet i Trøndelag gjennom tusener av år, men da som naturstein og ikke for innholdet av magnesitt og talk. Listvenitt har tidligere ikke vært utvunnet i Trøndelag.**

Magnesitt er et mineral som blant annet kan brukes som råstoff for  $MgO$  i ildfast materiale, som for eksempel foringer i smelteovner, men også som råstoff for magnesia og magnesium. Talk er et mineral, som i sin reneste form brukes i kosmetiske produkter, men også kan brukes som smøremiddel, toppdekke i papir, og som til-

setning i plast og gummi.

Ved Raudfjellet i Snåsa finnes en forekomst som inneholder både talkholdig kleberstein og talk- og magnesitt-holdig listvenitt (amfibolrik, omdannet gabbro), og også har blitt vurdert for kvarts og olivin. Denne ble kartlagt i detalj i 1999-2000 og det ble boret 579 m fordelt på 8 borhull.

Grove ressursestimater for Raudfjellet viser at det finnes ca 2 millioner tonn magnesitt i listvenitten bare i lokaliteten Hallarhaugen i denne forekomsten (Nilsson, 2000).

Den delen av klebersteinen som har potensiale som talkråstoff har noe mer usikre estimater, men mektighetene skal være gjennomgående store nok til at en eventuell underjordsdrift på talk kan være eg-

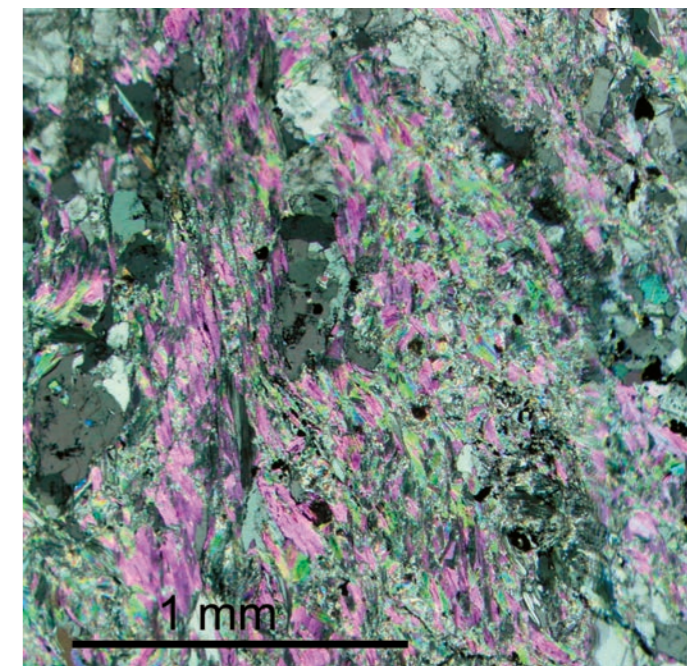
net driftsmetode. Imidlertid trengs også et boreprogram for å redusere usikkerheten i estimatene.

Forekomsten har tidligere også blitt vurdert for olivin/dunit og høy-ren kvarts, samt ulike natursteinstyper (kleberstein, serpentinit og omvandlet gabbro) (Nilsson, Sturt & Ramsey, 1999).

Talk og magnesitt finnes også registrert andre steder i Trøndelag. Ved Hundøyrån på Leka ble det i 1990 boret 600 m fordelt på 6 borhull. Det ble påvist to linser med en finkornig talk-bergart. Grove volumestimater ga grunnlag for en estimert tonnasje på ca 890 000 tonn. Kvalitetskriterier som hvithet viste derimot at kvaliteten ikke var konkurransedyktig på markedet (Olerud, 1990).



Karakteristisk overflatetekstur på listvenitten. Et hardt spindellev av kvarts står igjen når den rustbrune magnesitten forvitrer. Foto: L. P. Nilsson



Mikroskop-bilde av kleberstein. Det rosa-grønne er talk, mens det grå er magnesitt. Foto: L. P. Nilsson.



Dunit i Raudfjellet, sett fra Hallarhaugen. Foto: L. P. Nilsson.



Uttak av prøver av talk-holdig kleberstein vinterstid. Foto: L. P. Nilsson

## FINN UT MER OM INDUSTRIMINERALER



Kalkmørtel brukt i Alstadhaug kirke, Levanger. Foto: A. Raaness

### GENERELT

NGUs industrimineraldatabase:  
[https://geo.ngu.no/kart/mineralressurser\\_mobil](https://geo.ngu.no/kart/mineralressurser_mobil)

Rapport over kritiske mineraler i Norden:  
<https://www.nordicinnovation.org/critical-metals-and-minerals>

Berggrunnsgeologi:  
[https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil)

NGUs litteraturliste:  
<https://www.ngu.no/side/litteraturs%C3%B8k>

### LES MER KALKSTEIN, DOLOMITT- OG KALKSPATMARMOR I TRØNDELAG

Raaness, A. (2022) Karbonater i Trøndelag. NGU rapport 2022.001.

Gautneb, H. 2012. Kommunedelplan Tromsdalen, Verdal. Oversikt over geologiske for-

hold, marked og produksjon av kalkstein NGU Rapport 2012.003.

Trønnes, R. G. (1994) Marmorforekomster i Midt-Norge: Geologi, isotopgeokjemi og industrimineralpotensiale. NGU rapport 94.042.

Øvereng, Odd (1997) Befaring av utvalgte kalkspatmarmorlokaliteter i Nord-Trøndelag. NGU rapport 97.037

### LES MER KVARTS OG KVARTSITT I TRØNDELAG:

Ihlen, Peter M., Raaness, A. M., & Müller, Axel M. (2006) Rekognoserende undersøkelser av potensielle forekomster av høyren kvarts i Meråker kommune, Nord-Trøndelag. NGU rapport 2006.075

Wanvik, J. P. & Ihlen, P. M. (2006) Raudberget kvartsforekomst i Snåsa kommune. NGU rapport 2006.034

### LES MER OM TALK OG MAGNESITT I TRØNDELAG:

Nilsson, L. P. (2000) Oppfølgingsarbeider på magnesitt, talk og kleberstein i Raudfjellet, Snåsa NGU Rapport 2000.127.

Nilsson, L. P., Sturt, Brian & Ramsay, Donald McDonald (1999) Ofiolittundersøkelser i Snåsa og Lierne: en rekognosering for å påvise mulig økonomisk interessante forekomster av malm, industrimineraler og naturstein. NGU rapport 99.114.

Olerud, Svein (1990) Undersøkelse av talk-magnesitt forekomster ved Hundøy-rån på Leka. NGU rapport 90.158.



Nedlagt brudd i marmor ved Selavatnet, Steinkjer. Foto: A. Raaness

# NATURSTEIN I TRØNDELAG

# NATURSTEIN I TRØNDELAG

*Naturstein har vært utvunnet og brukt i Trøndelag i tusen år. Denne aktiviteten har etterlatt hundrevis av bygg og like mange steinbrudd. Begge deler har historisk betydning og verdi, men steinbruddene og ressursene de er i har også verdi som fremtidig ressurs.*

Naturstein er kort og godt betegnelsen på steinressurser som vi tar ut i plater eller blokker og bruker til bygningsformål. Takskifer, tørrmurer, polerte fasadeplater, heller, brostein, gravstein og skulpturer. Naturstein har på den måten vært med oss siden vikingtiden, de siste tusen årene har det alltid vært næring på naturstein i Trøndelag.

Selv om det i dag er færre bedrifter som produserer naturstein enn for hundre år siden, er det en innovativ og interessant næring som ser en fremtid i særpregete og unike trønderske ressurser. Kwartsskifer (slik som produseres i Oppdal og i Lierne) er nå i særklasse den viktigste natursteinsressursen i Trøndelag, og den brukes til mye mer enn før i tiden. Granittindustri er den nest viktigste. Men det finnes også andre ressurser med tradisjoner som kan bli viktig i tiden som kommer.

Torvet i Trondheim  
Foto: Glen Musk



Natursteinsproduksjon dreier seg om å dele opp og behandle passende stykker berg til et byggeprodukt. Alle andre, ikke-organiske bygningsprodukter kommer også fra stein, men der brukes først mye energi på å knuse ned steinen, mer energi på å sortere det som er knust, og til slutt enda mer energi for å sette sammen til bygningsprodukt igjen som skal ligne på stein. Derfor har naturstein en viktig fremtid i det grønne skiftet.

## BRUK AV NATURSTEIN I TRØNDELAG – EN HISTORISK OVERSIKT

### MIDDELALDERENS NATURSTEIN

Utvinning og bruk av naturstein i Trøndelag kom med kristendommen. Det betyr ikke at ingen brukte stein til å bygge med før det, men det vi kan kalle håndverksmessig produksjon og bruk startet da. Noen av de første arkeologiske bevis har vi fra Klemetskirken i Trondheim som nylig ble gravd ut. Her finner vi både marmor, sandstein fra Stjørdal og ulike gneistyper.

Utover 1100-tallet ser vi mer og mer «avansert» bruk, og på slutten av 1100-tallet og begynnelsen av 1200-tallet ser vi veldig avansert, kunnskapsbasert utvinning og bearbeiding. Hvordan kunne ellers Nidarosdomen blitt til? Denne kunnskapen kom ikke plutselig som en åpenbaring på trønderne, men heller med utenlandske håndverkere som tok sine tradisjoner og erfaringer med seg fra England og kanskje andre steder, og parete disse med lokale kunnskaper, for eksempel brytning av kleberstein til gryter og annet husgeråd. I alle fall ble Trøndelag et sted der kleberstein ble en viktig bygningsstein, noe som ellers er sjelden i europeisk målestokk; litt i Sveits, men ellers må vi til India og Brasil for å finne liknende. Vi finner flere slike kirkebrudd i kleberstein og «myk» klorittskifer i Melhus, Trondheim, Steinkjer og Skaun.

Men samtidig tok vi i bruk flere marmorressurser. Såkalt «platemarmor» fra Steinkjer ble benyttet til gulv i Nidarosdomens mens «søylemarmor» fra Roan ble brukt til søyler. Sandstein og skifer fra Stjørdal



Nidarosdomen – gotisk perfektjonisme i kleberstein, marmor og klorittskifer.

ble brukt i begrenset grad som bygningsstein i noen kirker. Gneis fra ytre Trondheimsfjorden ble benyttet til fyllmasser i Nidarosdomens kistemur og bruddstein i Erkebispegården.

Da Svartedauen kom til Norge i 1348 ble det skralt med nye steinbrudd og praktfulle bygninger. Nesten 200 år senere kom reformasjonen, og klostre og kirker forfalt,



Marmorbrudd fra middelalderen på Allmenningen i Roan, kilehull for søyleproduksjon

noen av dem ble regelrett brukt til steinbrudd.

### FRA SKIFERTAK TIL RESTAURERINGS-PROSJEKTER

Men utover 1700-tallet var det stor produksjon av takskifer i Stjørdal og Røros, sannsynligvis også flere steder i fylket. Denne virksomheten vokste seg gradvis større. Neste steg var den industrielle revolusjonen. Byene vokste, transport- og brytningsteknologi ble bedre, og i Trondheim vokste det fram grunnmurer i en omdannet sandstein fra Reppe, gater og streder med



Et historisk skiferbrudd i Stjørdal

brostein fra gneis fra ytre Trondheimsfjorden, og heller fra Stjørdal og Orkanger. Med jernbanen kom også Hovinsandstein til byen både som brostein og bygningsstein fra 1864.

I 1869 begynte restaureringen av Nidarosdomen. Det førte til åpning (og gjenåpning) av en rekke kleberstein-, klorittskifer- og marmorbrudd i fylket, samt mer brytning av Hovinsandstein til bygningsstein. Trond-



Sparebanken fra 1884. Nordens første helsteinsbygning i moderne tid. Bygget av Hovinsandstein med elementer av larvikitt, Allmenningsmarmor og kleberstein.

heim ble et innovativt steinhoggersenter. Aktiviteten ved Nidarosdomen forplantet seg til nye byggeprosjekter. Sparebanken fra 1884 er et eksempel på det, med fasade i Hovinsandstein og elementer av andre, typiske restaureringssteiner, slik som kleberstein fra Mosjøen og marmor fra Roan.

Ålesundbrannen satte også sitt preg på Trondheim, i og med at noen arkitekter



Gildevangen (nå Thon Hotell), med råkopplafasade av rosa marmor fra Nordmøre

som var sterkt involvert i oppbyggingen etter brannen der også signerte nybygg i Trondheim. Gildevangen (Søndregate 22b) ble bygget fullt og helt av marmor fra Nord-



Oppdalskifer på det nye Trondheim Torg, i selskap med svensk skifer fra Offerdal. Foto: Glen Musk

møre, Forretningsbanken (Søndregate 15) av marmor og litt kleberstein fra Nidarosdomens steinbrudd nær Mosjøen, begge 1906-7. Men også granitt fra Iddefjorden ble introdusert; i brostein og viktige bygninger, slik som Hovedpostkontoret og Tollkammerbygningen.

### MED TOGET KOM STEINEN

Med Dovrebanen i 1921 kunne også Oppdalskifer nå et videre marked. Oppdalskifer skulle prege fylket veldig i årene som fulgte, og det gjør den enda. Støregranitten ble derimot populær i mer modernistisk arkitektur, slik som Tinghuset.

Etter andre verdenskrig fikk vi en gradvis nedgang i produksjon av «myk» skifer, slik som Stjørdal, mens flere «harde» skiferforekomster ble tatt i bruk i tillegg til Oppdal. Et godt eksempel er Dalbekken i Lierne, der produksjon av kvartsskifer lever i beste velgående. Snåsaskifer og Stjørnaskifer var også viktige i en periode, samt Almlia i Orkanger.

På 1990-tallet gjorde Statens vegvesen et svært genialt trekk. De fant ut at bruk av tørrmurstein av naturstein i store prosjekter (forstøtningsmurer) var både penere, mer holdbart og billigere enn å bruke betong. Det skapte en liten revolusjon i norsk steinindustri, og nye steinbrudd dukket opp over hele landet, også i Trøndelag. Det ga også et marked til mye av det som tidligere var «vrakstein» fra skiferproduksjon. I dag vil vi i tillegg si at denne utviklingen var forut for sin tid, siden slik tørrmurstein-produksjon er mye mer miljøvennlig enn betong.

Nylig har Trondheim Torg blitt renoveret, der naturstein er en vesentlig del av det nye dekket. Trondheim kommune var i planleggingsfasen bevisst på bruk av tradisjonelle og lokale materialer, og Oppdalskifer har fått en vesentlig plass der.

	Etter 1945	1850-1945	1537-1850	1000-1537
Fyllitt				
Kvartsskifer			?	
Sandstein			?	
Gneis				
Granitt				
Marmor				
Kleberstein				
Serpentinitt				

Bruk og brytning av naturstein i tusen år, forenklet til fire perioder fra Nordmøre

## DAGENS INDUSTRI



Fyllittbrudd for takskifer i Gisingerdalen, ved Sissihø i Oppdal.

*I dag er Oppdal det største senter for brytning og bearbeiding av skifer i fylket. Fire bedrifter sysselsetter rundt 120 personer direkte med produksjon av Oppdalskifer i en rekke varianter til markeder i Trøndelag, resten av Norge og utland.*

Kombinasjon av røtter i gammelt håndverk og ny innovasjon har skapt en fremtidsrettet næring med et rikt utvalg av produkter, fra tørrmurstein via tradisjonelle skiferprodukter til avanserte elementer i moderne arkitektur. Liskifer er en annen ski-

ferprodusent, også med et bredt spekter av steinprodukter.

Det er også produksjon i flere forekomster av de såkalte hvite granitter, Støren og Berkåk. Vi geologer liker bedre betegnelsene trondhjermitt og tonalitt. Det er mer småskala produksjon, men likevel har en av dem fått en plass i Operabygget i Oslo.

I tillegg har det vokst frem flere muresteinsprodusenter, i tillegg til de etablerte skiferområdene. Og Sorte Skiferbrudd i

Stjørdal lager fortsatt produkter av Stjørdalskifer, som siste ledd i en tusenårig historie.

**FYLLITTSKIFER**  
*Slike ressurser finner vi i Stjørdal-Levan-gerområdet, samt i en sydlig fortsettelse gjennom Melhus. Liknende ressurser finnes like øst for Oppdal og Drivdalen.*

Denne skifertypen er dannet fra leire og silt avsatt på havbunnen for rundt 470 millioner år siden. Under dannelsen av den kaledonske fjellkjeden ble den gamle havbunnen løftet opp og lagene foldet og skjøvet innover land. Leirmineraler ble omdannet til glimmer. Det er disse flakformete glim-

mermineralene som gir skiferen spaltegenskaper.

Fyllittskifer i Trøndelag har som regel en mørk grå til grønnlig overflate, og kan spaltes i tynne flak som vesentlig er benyttet til takstein, selv om trinn og gulv også er vanlige produkter. Det er mange bygninger i Trøndelag som har slike tak. Skiferen er relativt «bløt» og lett å bearbeide, og fører litt svovelkis. Det medfører at holdbarheten på takskifer ikke er så god som for eksempel altaskifer.

I Stjørdal har NGU registrert over hundre gamle skiferbrudd, som opptrer i nærveksling med sandstein. De samme geologiske enhetene fortsetter nedover Gauldalen, der det også er skifer- og sandsteinsbrudd. Liknende enheter opptrer i fjellene øst for Oppdal (for eksempel Gisingerdalen) der det også finnes flere historiske takskiferbrudd.

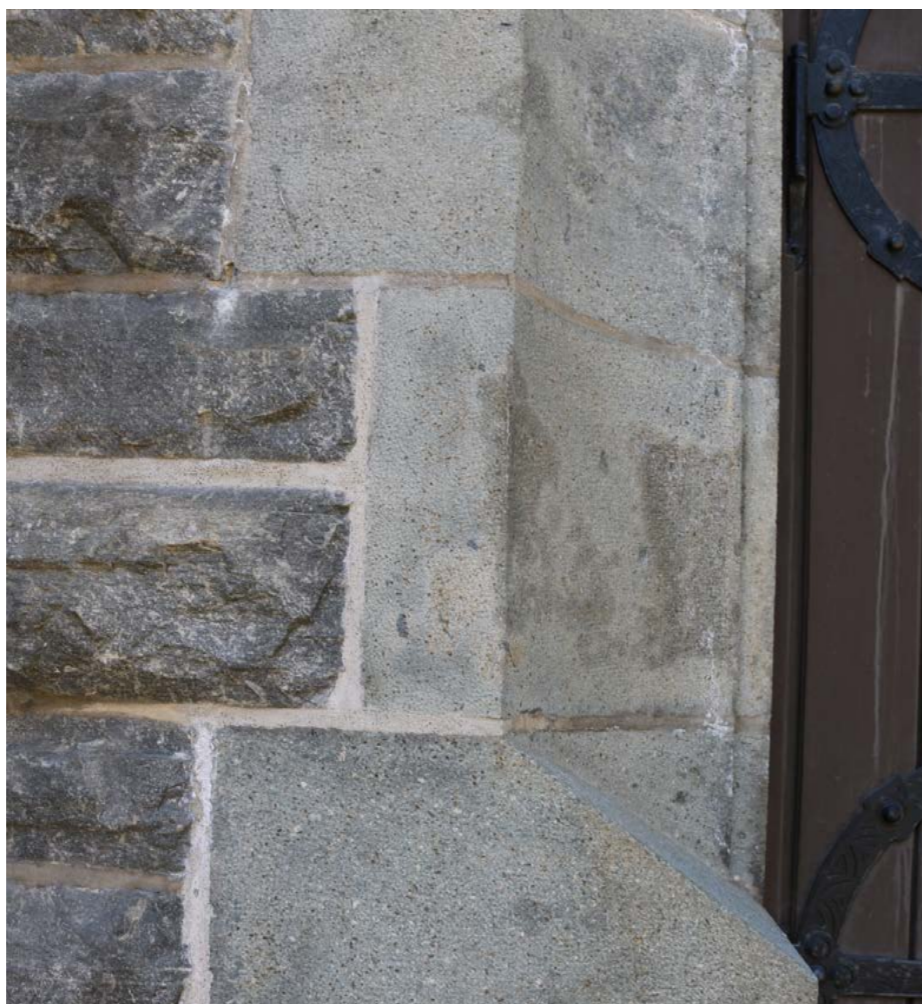


## SANDSTEIN

**Sandsteinsbrudd- og forekomster i Trøndelag opptrer i nær veksling med fyllittskifer. Sandsteinslag finnes innimellom skiferlag, og ble avsatt som undersjøiske rasvifter (turbiditter).**

Slike sandsteiner er opprinnelig litt leirholdig, i dag glimmerholdig, og kalles derfor ofte gråvake-sandstein. De er som regel mørk grå med eller uten et grønnlig skjær. I rasavsetninger med høy energi, og/eller i de deler av rasavsetningene som var nærmest land, er det småstein iblandet sanden – konglomeratlag.

Både i Stjørdal og ved Hovin finnes flere historiske sandsteinsbrudd. De har vært benyttet til en lang rekke produkter og konstruksjoner i Trøndelag. Vi finner sandstein (og også fyllittskifer) i Nidarosdomens og Erkebisppegårdens murverk og som bygningsstein i Værnes Kirke. Lokalt finner vi ofte sandstein i murer, trinn og heller. Fra 1800-tallet ble sandstein benyttet i prestisjebygg i Trondheim, for eksempel under restaurering av Nidarosdomen, eller i Sparebankens bygg fra 1884, samt Ila kirke og Lademoen kirke. Storgatestein fra Hovin var også et viktig produkt i Trondheims gater på begynnelsen av 1900-tallet.



Lademoen kirke, blanding av sandstein/konglomerat fra Stjørdal og gneis fra ytre Trondheimsfjord.



Reppesandstein i hjørner og gesimser i den gamle børsbygningen (nå Café Grafen), Trondheim

## EN SPESIELL SANDSTEIN FRA REPPE

I Reppesåsen sør for Reppe finnes gamle steinbrudd i bratt terreng. De er i en grå, omdannet sandstein, i samme geologiske enheter som fører sandstein i Stjørdal og Hovin. Reppesandsteinen er litt annerledes; den har litt høyere glimmerinnhold, og har to kløvretninger vinkelrett på hverandre. Stein fra disse bruddene ble viktig under byggingen av det moderne Trondheim mellom 1840-tallet og 1878. Vi finner denne sandsteinen i mange grunnmurer og trapper i Midtbyen, og vi kan nesten bruke tilstedeværelsen av den til å datere disse bygningene. Året 1878 står inngravert i steinbruddet. Samme år ble to søyler utenfor den gamle hovedinngangen til Vitenskapsmuseet montert. Det tror vi er siste bruk av Reppesandstein.

## KVARTSSKIFER

**Kvartsskifer er en samlebetegnelse vi benytter på kvartsrik skifer som splitter til plater langs tydelige sjikt med konsentrasjon av flakformige glimmerminerale.**

Dette er omdannet sandstein, kvarts-feltspat sandstein avsatt i grunnmarine forhold nær kysten. Under deformasjon og omdanning som foregår under fjellkjedebannelser har «pakker» med slik sandstein blitt skjovet innover landet i store skyveflak. Under slike prosesser males feltspat ned til støv og glimmerminerale vokser på bekostning av det. Slik blir en massiv sandstein til god, tyktpaltende skifer.

Vi finner kvartsskifer i flere deler av fylket. Best kjent er Oppdalområdet, der skiferindustrien er svært viktig i dag. Også i Lierne finnes det produksjon på en lignende skifer.

Tidligere har det også vært produsert skifer langs Trondheimsfjorden fra Orkanger til Agdenes, og i Fosen i Fessdalen.

Skiferen i Oppdal og noen av variantene langs Trondheimsfjorden har den egenkapen at skiferplater kan knekkes til rett kant ved å risse et spor i overflaten for deretter å legge press på begge sider eller slå meisel langs sporet. Teknikken er velkjent blant håndverkere. Det eldste spor av bruk av denne teknikken er fra Munkholmen kloster, der vi finner det i gulv fra en tidlig fase, trolig tidlig 1100-tall.

Kvartsskifer fra Trøndelag brukes i dag til en rekke produkter og eksporteres til mange land. Det er svært interessant at skiferindustrien har utviklet produkter av den skiferen som ikke er så god å spalte til plater, nemlig sagete gulvfliser, benkeplater

og bygningselementer, samt tørrmurstein. Det gir bedre utnyttelse av forekomstene. Nasjonalmuseet har for eksempel fasade av saget og sandblåst Oppdalskifer.

## SKIFER TIL VERDEN SARVEN

**Det finnes overraskede mange steinbrudd som kan knyttes opp mot Røros historiske arv. I Rørosområdet finnes det over 100 små og store steinbrudd hvor er tidligere er tatt ut både tak- og helleskifer, men også til tørrmurer i de omfattende konstruksjonene i bergstaden. De aller eldste takene på Røros har en spesiell signatur, de er tekktet med en femkantet skifer. Et eksempel er Hiortkapellet ved kirken der uttrykket i taket er mere røft enn i et tak med firkantet skifer eller 'hanskebakkiskifer' som er den lokale varianten av lappskifer.**

Skiferne på Røros varierer mellom fyllitt og metagråvake og er forholdsvis kalkholdige. De fleste typer skifer forvitrer forholdsvis lett, men siden klimaet er tørt og kaldt på Røros har del tak og heller holdt seg forbløffende bra. En del av de gamle bergstadiusene er i dag restaurert med andre typer skifer og med helt andre byggematerialer.

Det finnes i dag ikke aktive uttak av samme type stein som ble bruk fra gammelt av på Røros. Men NGU mener at så langt det lar seg gjøre bør skifer fra disse autentiske forekomstene benyttes.



Hiortkapellet på Røros det taket er tekktet med femkantet skifer. Steinen varierer mellom fyllitt og meta gråvake og inneholder en del kalk. Hiortkapellet ble oppført i 1782, men taket kan være byttet ut siden.

## GNEIS

Mye av det norske grunnfjellet består av gneis. «Gneis» er et meget pragmatisk bergartsnavn. Det er en betegnelse for sluttproduktet av omdanning av andre bergarter ved høyt trykk og høy temperatur, gjerne i røttene av en fjellkjede. Ved høyt trykk og temperaturer på 600 grader eller høyere, vil til slutt alle bergarter omdannes til gneis; grovkornede, gjerne båndete, harde bergarter.

I Trøndelag finnes gneis først og fremst i de

kystnære deler av fylket. Det er bergarter som var gamle allerede da den kaledonske fjellkjeden begynte å dannes, urgamle kontinenter som ble med på ferden sammen med yngre vulkanske og sedimentære bergarter.

Langs Trondheimsfjorden vest for Trondheim finnes det soner med gneis. I særlig grad en type gneis som har gjennomgått mye deformasjon i form av ekstrem flattrykning, noe vi kaller mylonittisk gneis. Disse bergartene er harde og seige, de er

holdbare. På 1800-tallet vokste det frem en industri for å utnytte disse gneisforekomstene til naturstein. Først og fremst for produksjon av gatestein, men også til fasade i enkelte bygninger.

Det er grunn til å tro at disse forekomstene først ble benyttet til å bygge Erkebisppegården. Vi tror at gneis fra Trondheimsfjorden ble benyttet der på 1200-tallet, og helt opp til 1700-tallet da lokal grunnstein tok over.

## GRANITT

Selv om det finnes mange granittiske bergarter i Trøndelag, er det særlig en variant som har vært og er viktig som naturstein. Det er en veldig lys, til dels hvit, granittisk bergart. I norsk tradisjon kaller vi den for trondhemitt, mens internasjonal klassifisering vil gruppere den som tonalitt. Disse hvite «granittene» opptrer i trøndersk geologi som plateformede magmakropper, størknet for rundt 430 millioner år siden. Det gjør dem til noen av de yngste bergartene i den delen av Norge som er dekket av rester fra den kaledonske fjellkjeden. I dag brytes trondhemitt ved Støren og litt syd for Berkåk. Førstnevnte har vært i drift i mer enn 100 år, og fikk vid spredning etter Dovrebanen ble ferdig. Størengranitt finner vi i Oslo konserthus, Tinghuset i Trondheim og en rekke andre bygninger. Den er også hyppig brukt til gravmonumenter. Berkåk-varianten har et svakt grønnlig skjær som skyldes epidotmineraler. Driften her er ganske ny, og best kjente eksempel på bruk er Operahuset i Oslo (partier som grenser til sjø).

## MARMOR

Marmor består av kalkspat og/eller dolomitt, som er magnesiumholdig kalk. I utgangspunktet var marmor kalkstein, avsetninger av kalkskall fra organismer i havet. Gjennom fjellkjededannelser ble kalksteinen omdannet til grovere, krystallin marmor. Trøndelag er marmorfylke nummer to etter Nordland. Det er stor diversitet i typer av marmorressurser. I indre deler av fylket finner vi flere bånd med hvit til lys grå marmor mellom Stjørdal og Steinkjer, utnyttet allerede i Middelalderen til Nidarosdomen og flere andre kirker. Rundt Snåsavannet er det en grå, fossilførende marmor, som har vært benyttet lokalt og ble produsert fram til 1980-tallet. I ytre deler av fylket finner vi blant annet rosa marmor nær Namsos, rein hvit marmor i Rissa og hvit dolomittmarmor på Allmenningen utenfor Roan. Sistnevnte er benyttet til søyler i Nidarosdomen.

## KLEBERSTEIN, SERPENTINITT OG Klorittskifer

Serpentinitt og kleberstein stammer fra bergarter dannet i jordas indre. Under fjellkjededannelser fraktes slike bergarter oppover i jordskorpa, og det som begynte som jern-magnesiumrik perioditt ble omdannet først til lettere, grønn serpentinit, og videre til talkrik kleberstein. Noen ste

der kan vi se kleberstein rundt en kjerne av serpentinit.

Kleberstein har lang brukshistorie i Norge, helt tilbake til steinalderen. Opp gjennom tidene har det vært brukt til nyttegenstander slik som vevlodd og fiskesøkker, og fra eldre jernalder helt opp til ut i middelalderen til kokekar og gryter. Fra 1100-tallet ble kleberstein benyttet til naturstein for bygging av Nidarosdomen og andre kirker og klostre. Det samme ble en talkholdig, grønn klorittskifer som finnes tilknyttet noen av klebersteinsforekomstene. Det er flere felt med kleberstein i Trøndelag: blå-grå «Trondheimskleber» i Trondheim, Melhus og Gauldalen, Oppdalsområdet, Lierne og sporadisk i Tydal. Ingen av disse er i drift i dag. Serpentinitt har vært brutt i Sparbu fram til 2000-tallet.

### BAKKAUNET KLEBERSTEINSBRUDD

På sørvestsiden av Kuhaugen i Trondheim var det klebersteinsbrudd i Middelalderen, først og fremst benyttet til å bygge Nidarosdomen. I dag er det hus og leilighetsblokker i området. Men hvis man graver litt under plenen eller torven dukker det frem små klebersteiner med merker etter hugging, for her satt håndverkere og tilvirket bygningsstein. En utgravning her i 2004 avdekket gamle steinbrudd, der nesten ferdige kvaderblokker står på geledd, enda festet i berget. Det var trolig et steinras fra den stadig mer underminerte skrenten som dekket til blokkene og bevarte dem.



Uthuggete blokker, klar for kiling i bunn, Bakkaunet klebersteinsbrudd

## KURIOSITETER

Det har vært flere forsøk på å drive små brudd i sære bergarter rundt om i fylket. Disse må mest betegnes som kuriositeter, og vil vanskelig kunne drives i stort volum. Eksempler er rosa til rød thulitt fra flere forekomster i fylket, garbenskifer fra Tydal, gneis med rosa granat fra Åfjord og Øyegneis fra Drivdalen.



Brostein av gneis var en viktig næring på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet i Trøndelag. I dag kan vi ennå se beviser for dette i Trondheims gater og streder.



Hvite striper av trondhemitt fra Støren i gulvet i Tinghuset, Trondheim

	OMRÅDER	DRIFT I DAG	VIKTIG FOR RESTAURERING	HISTORISK BETYDNING
FYLLITT	Stjørdal, Gauldal, Røros, Oppdal	(X)	X	X
KVARTSSKIFER	Oppdal, Ytre Trondheimsfjord, Stjørna, Lierne,	X	X	X
SANDSTEIN	Stjørdal, Gauldal		X	X
GNEIS	Ytre Trondheimsfjord		X	X
GRANITT	Støren, Berkåk	X	X	X
MARMOR	Steinkjer, Roan, Namsos, Snåsa, Rissa		X	X
KLEBERSTEIN/-KLORITTSKIFER	Steinkjer, Oppdal, Melhus, Skaun, Gauldal		X	X
SERPENTINITT	Steinkjer		(X)	

Natursteinstyper i Trøndelag, deres historiske betydning og om det er drift i dag.



Spor etter prøvehugging av brostein kan finnes langs Trondheimsfjorden.

## TRE PERSPEKTIVER FOR FREMTIDEN

### INDUSTRIELL NATURSTEINSDRIFT

Skiferindustrien i fylket er betydelig, særlig når man regner hele spennvidden av produkter med, inklusiv murestein. Oppdal er hovedsenteret for skifer, men det er også aktive virksomheter i Lierne, Steinkjer, Stjørdal, Indre Fosen og Orkland. Granitt (eller rettere sagt trondhemitt) drives i Støren og Berkåk.

Natursteinsprodukter har både lavt klimafotavtrykk, lang holdbarhet og tidløse, estetiske egenskaper, sammenlignet med andre ikke-organiske byggematerialer. Vi på NGU ser det derfor som sannsynlig at vi vil se vekst i denne næringen i Trøndelag, og det kan være muligheter for å gjenoppta drift i nedlagte driftsområder.

### KILDER TIL RESTAURERING OG VEDLIKEHOLD AV KULTURARV

Mange av de nedlagte steinbruddene i Trøndelag har vært brukt i historiske bygninger. Røros er i stor grad bygget av lokale skiferforekomster. Stjørdal var et skiferproduserende senter som leverte skifer til store deler av Norge. Hovinsandstein ble drevet for bygninger og gateanlegg i Trondheim. Marmor og kleberstein var svært viktig i middelalderens bygg. Med andre ord, der finnes en rekke natursteinsforekomster i Trøndelag der det kan bli behov for stein til restaurering og supplerende formål. Dette bør bli et fokusområde fremover, slik at det også i fremtiden finnes muligheter for å få tak i historisk autentiske steinmaterialer.

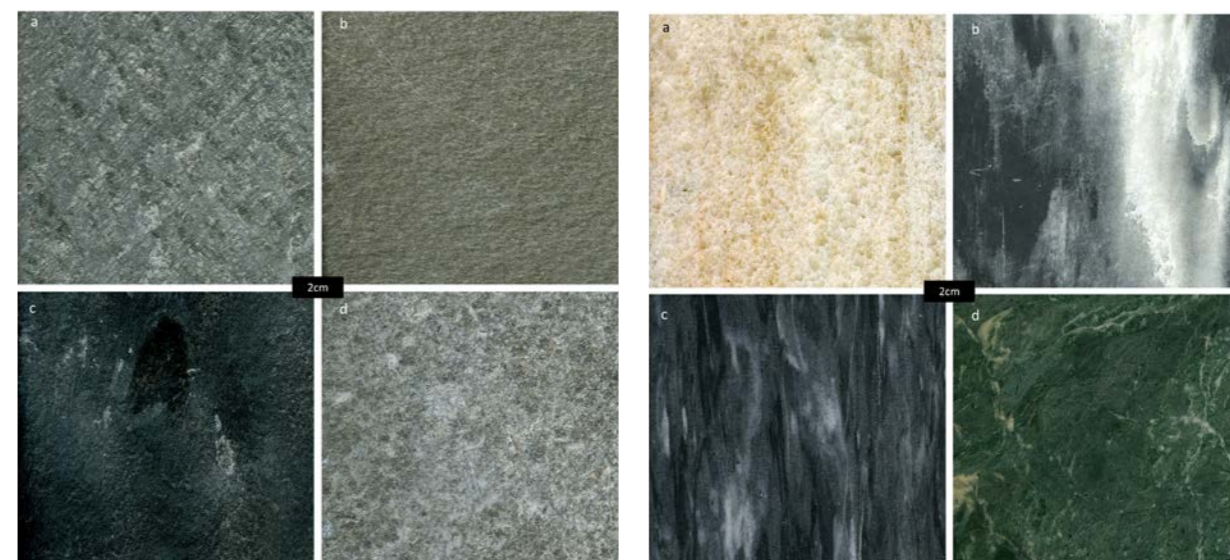
### STEINBRUDDSLANDSKAP MED EGENVERDI

Natursteinsdrift i 1000 år har etterlatt historisk viktige steinbruddslandskap. Fra kvernsteinsdrift i Selbu til skiferlandskap i Stjørdal, og ikke minst middelalderbrudd til kirker og klostre. Slike historiske steinbrudd har også verdier i seg selv, som kulturhistoriske minnesmerker. Noen steder er landskapet fullstendig transformert av steinbruddsdriften.

Verdiene av slike landskaper må balanseeres med ressursens verdi for fremtiden. Det bør for eksempel være mulig å ivareta både de kulturhistoriske verdier i landskapet, samtidig som at det er mulig å ta ut stein for å ivareta den arkitektoniske arven i Trøndelag. Det vil for eksempel ikke være ønskelig å måtte importere skifer fra andre deler av kloden for å reparere gamle skifertak i Stjørdal og Røros, mens de originale ressursene ligger brakk i kortreist nabolag.

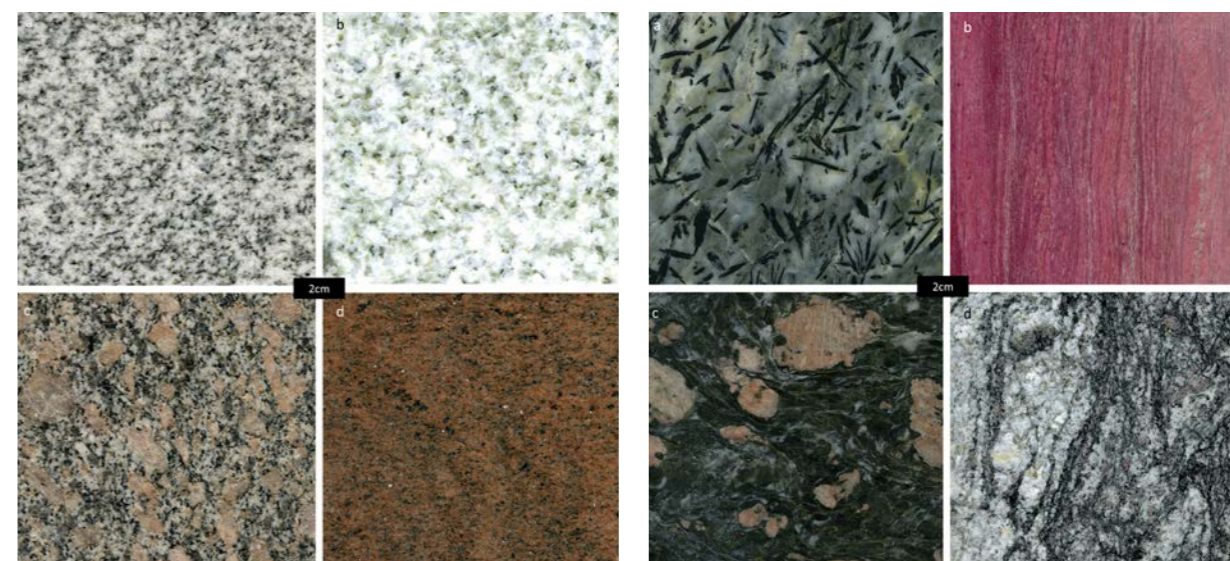
### FINN UT MER OM NATURSTEIN

Utforsk [NGUs database for naturstein](#) på kart, der kan du klikke på registreringer og få mer informasjon i faktaark. Generell informasjon om naturstein finner du [her](#). Du kan også rusle en tur i Trondheim og se på steintyper som er [brukt i bygninger](#). Du kan også ta deg en virtuell tur inn i [Nidarosdomen](#), eller utforske [den tapte skiferdalen](#) i Stjørdal. Per Storemyr skrev en bok om Nidarosdomens stein, den kan bestilles [her](#).



Utvalgte skifertyper i Trøndelag, naturflate. a) Dalbekken i Lierne, b) Oppdal, c) Sorte i Stjørdal, c) Snøskavtjønn i Snåsa

Utvalgt marmor og serpentinit i Trøndelag, polert flate. a) Deråsbrenna i Namsos, b) Inderøy, c) Snåsa og d) Sparbu (serpentinit)

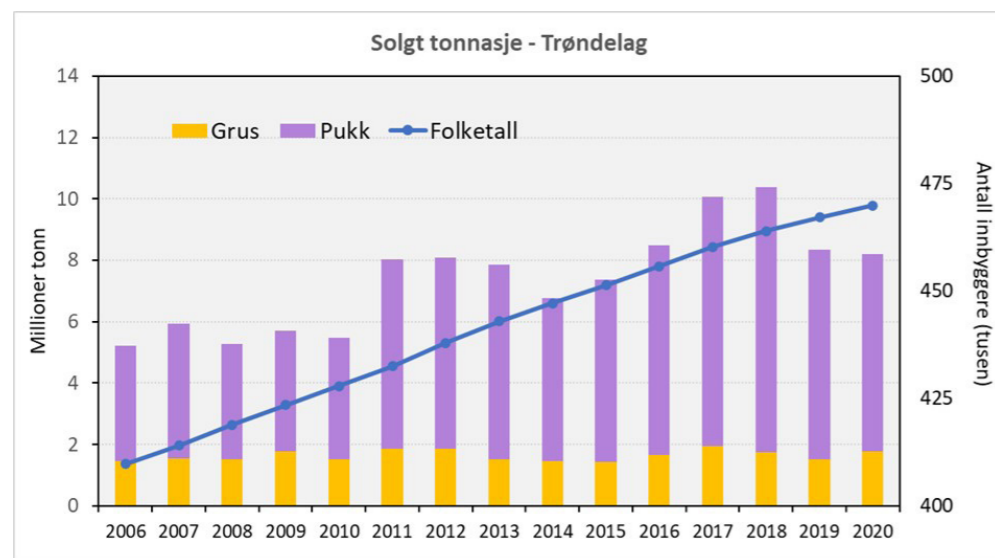


Utvalgte granittiske bergarter i Trøndelag. a) Støren, b) Berkåk, c) Strompdalen, d) Bangsund

Noen kuriositeter i Trøndelag. a) garbenskifer Tydal, b) Thuliitt Lierne, c) øyegneis Drivdalen og d) granatglimmerskifer Åfjord.

# BYGGERÅSTOFFER I TRØNDELAG

## SAND, GRUS OG PUKK I TRØNDELAG



Figur 1. Mineralstatistikk 2006-2020 (NGU og Direktoratet for mineralforvaltning).

**Forekomster med sand og grus er dannet som et resultat av nedsmelting fra siste istid for ca. 10.000 år siden. Pukk er knust berg som sprenges ut fra fjellet, knuses ned og sorteres i ønskede fraksjoner. Sand og grus er fra naturens side ferdig fraksjonert og siktes direkte til ulike sorteringer.**

Det brukes store mengder stein til å bygge infrastruktur som veier, jernbanespor og andre store konstruksjoner. For 2018 var forbruket i Trøndelag 8,4 mill. tonn pukk og 1,7 mill. tonn grus. Dette utgjør 22 tonn per innbygger som tilsvaret ca. to lastebillass med grus og pukk per innbygger. Det er med andre ord et av samfunnets viktigste råstoffer. Forbruket var forholdsvis høyt i 2018 som følge av omfattende infrastrukturbygging i Trondheimsområdet.

Grus har tradisjonelt blitt brukt til byggeråstoff og er spesielt egnet til betongproduksjon. Grusressursene er imidlertid begrenset, og det er derfor viktig å unngå å bygge ned eller båndlegge forekomster på andre måter, samt å benytte riktig

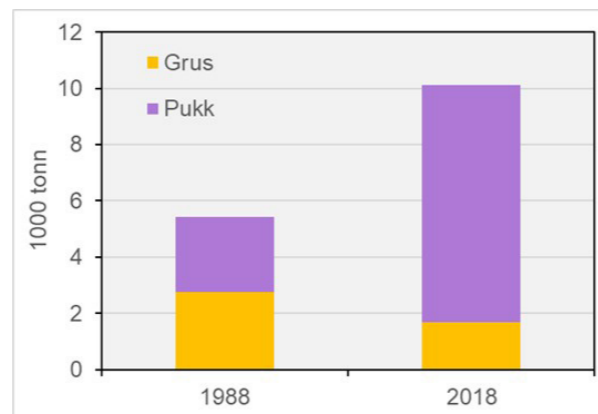
kvalitet til rett formål. Ny teknologi gjør det mulig å bruke pukk også i betong, og dermed avlaste grusressursene. Til vegformål dominerer bruk av pukk, blant annet som et resultat av strenge krav til material-egenskaper. Det har over flere år vært en klar trend at forbruket av sand og grus blir erstattet med pukk.

### EN NÆRING I VEKST

Årlig innrapportering til mineralstatistikken fra produsenter viser en trinnvis økning av solgt tonnasje av byggeråstoff (pukk) i Trøndelag de siste 15 årene (Figur 1). Grus viser et stabilt nivå opp mot 2 millioner tonn per år. Økningen skyldes delvis befolkningsvekst (snittforbruk 17 tonn per innbygger), og spesielt store vegprosjekter i fylket, som har foregått over en lengre tidsperiode. Næringen omsatte for 603 millioner kroner og utgjorde 374 årsverk i Trøndelag

i 2020 (Harde fakta 2020, Direktoratet for mineralforvaltning).

Forbruket i Trøndelag har også endret seg i løpet av de siste 30 år (Figur 2). Tall fra tidligere års ressursregnskap (NGU og DMF) viser en økning på 65% i perioden 1988-2018. I 1988 var forbruket av grus og pukk omtrent like stort, mens grusforbruket i 2018 utgjorde noe under 20%.



Figur 2. Endring i forbruket i Trøndelag i løpet av 30 år.



Stokkan grustak i Melhus

## RESSURSGRUNNLAGET - STATUS

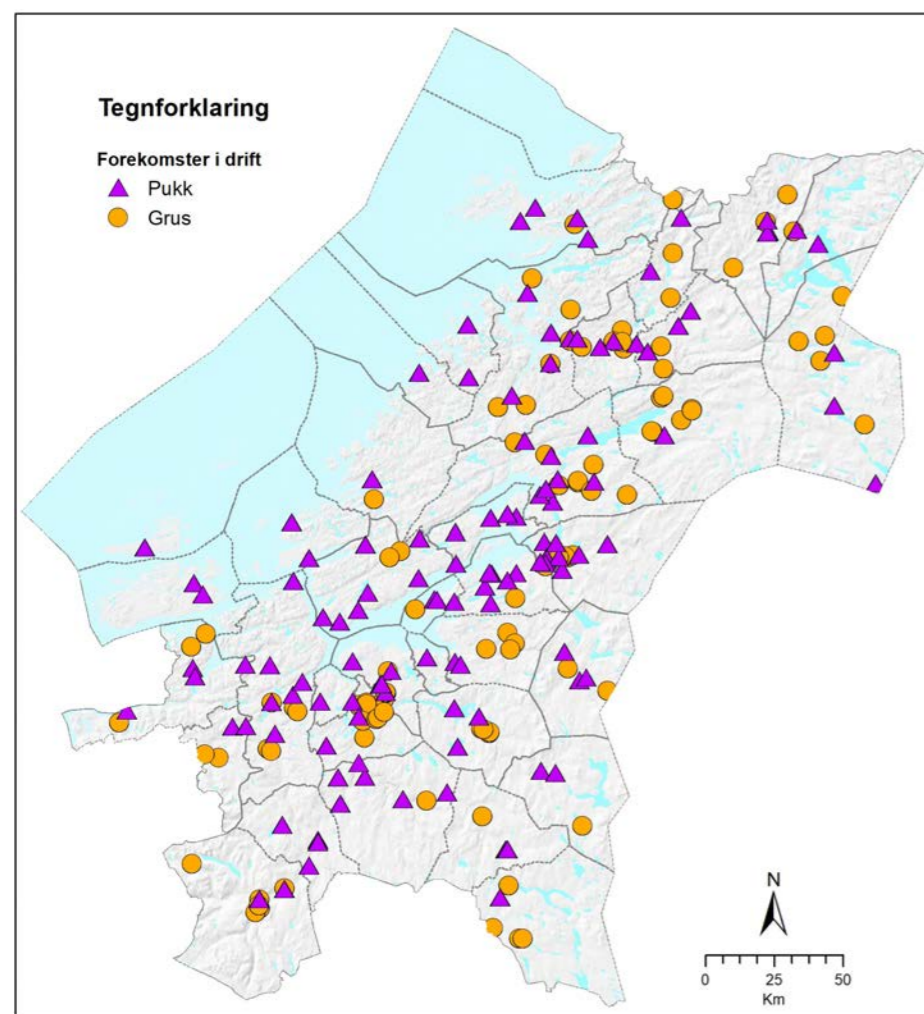
### GRUS- OG PUKKFOREKOMSTER I DRIFT

Antall grus- og pukkeforekomster i drift er hentet fra Direktoratet for mineralforvaltning sin kartoversikt (<https://minit.dirmin.no/kart/>). Her oppgis ressursene kun som byggeråstoff, men ved sammenkobling

med NGUs Grus- og pukkdatabase er det mulig å skille mellom grus- og pukkeforekomster (Figur 3). En del av forekomstene driver «kombidrift» på flere typer ressurser, som grus og pukk, men også naturstein og industrimineral med pukk som biprodukt. Direktoratet for mineralforvalt-

ning har registrert 220 forekomster i drift i Trøndelag (Tabell 1).

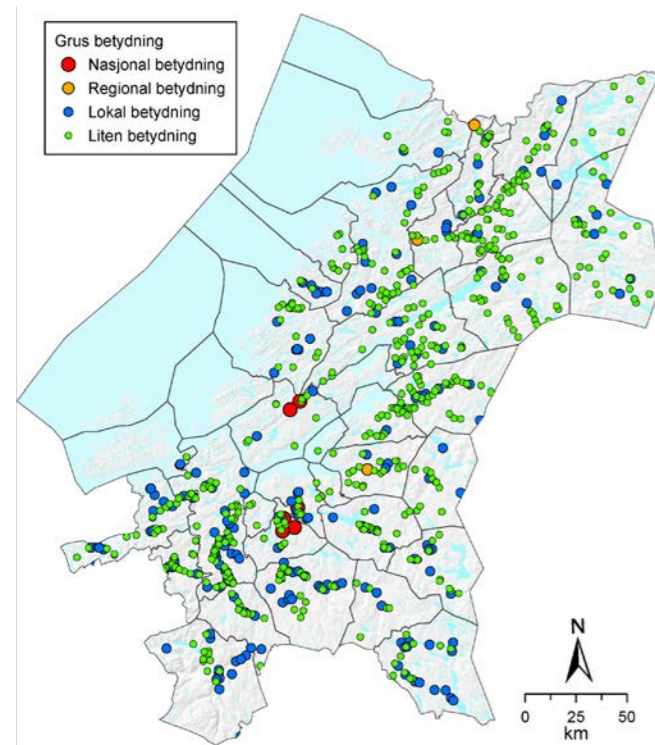
Med unntak for Leka kommune har samtlige kommuner i fylket minst en forekomst med pukktuttak i drift. 28 kommuner har i tillegg uttak i grusforekomster.



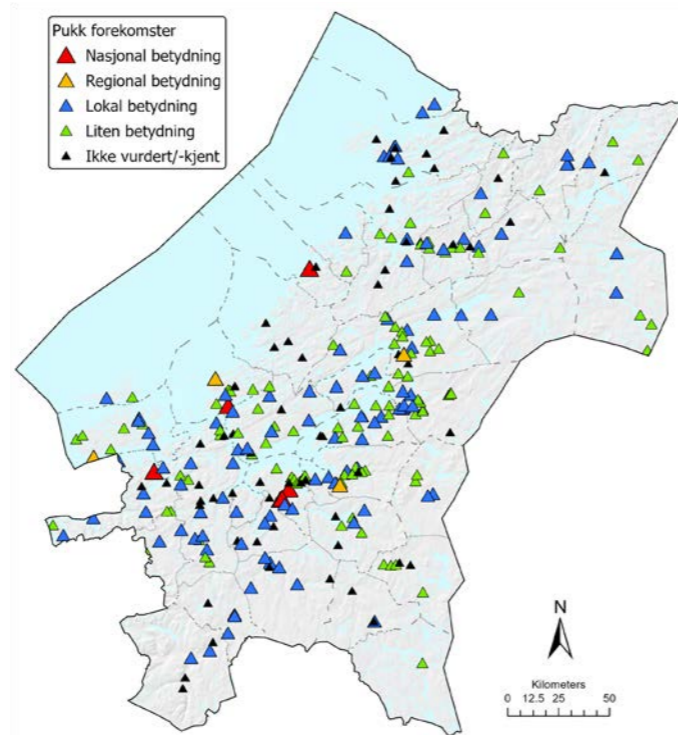
Figur 3. Grus- og pukkeforekomster i drift. Drift i henhold til registrering utført av Direktoratet for mineralforvaltning (<https://minit.dirmin.no/kart/>).

Kommune	Pukkeforekomster				Sum	Grusforekomster		
	Byggeråstoff	Industrimineral	Naturstein	Ikke oppgitt		Byggeråstoff	Ikke oppgitt	Sum
TRONDHEIM	5	-	-	-	5	3	1	4
STEINKJER	5	2	-	2	9	8	1	9
NAMSOS	5	-	-	-	5	4	2	6
FRØYA	1	-	-	-	1	-	-	-
OSEN	1	-	-	-	1	-	-	-
OPPDAL	2	-	-	-	2	5	1	6
RENNEBU	4	-	-	-	4	-	-	-
RØROS	1	-	-	-	1	3	1	4
HOLTÅLEN	1	-	-	1	2	1	-	1
MIDTRE GAULDAL	3	-	-	2	5	1	-	1
MELHUS	2	-	-	1	3	8	1	9
SKAUN	0	-	-	1	1	-	-	-
MALVIK	1	-	-	-	1	-	-	-
SELBU	3	-	-	-	3	4	-	4
TYDAL	2	-	-	-	2	1	-	1
MERÅKER	3	-	-	-	3	2	-	2
STJØRDAL	2	-	-	-	2	4	-	4
FROSTA	2	-	-	1	3	1	-	1
LEVANGER	6	-	-	-	6	-	1	1
VERDAL	7	2	-	1	10	5	-	5
SNÅSA	1	-	-	-	1	6	1	7
LIERNE	2	-	1	-	3	5	-	5
RØYRVIK	2	-	-	-	2	1	-	1
NAMSSKOGAN	3	-	-	-	3	4	-	4
GRONG	4	-	-	-	4	2	-	2
HØYLANDET	1	1	-	-	2	2	-	2
OVERHALLA	3	-	-	-	3	5	-	5
FLATANGER	2	-	-	-	2	-	-	-
INDERØY	4	-	1	-	5	-	-	-
INDRE FOSEN	2	-	-	4	6	1	-	1
HEIM	3	-	-	1	4	3	-	3
HITRA	2	-	-	-	2	-	-	-
ØRLAND	2	-	-	-	2	-	-	-
ÅFJORD	1	-	-	-	1	1	-	1
ORKLAND	5	-	1	1	7	5	-	5
NÆRØYSUND	2	1	-	1	4	2	-	2
RINDAL	0	1	-	1	2	1	1	2
<b>Sum</b>	<b>95</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>122</b>	<b>88</b>	<b>10</b>	<b>98</b>

Tabell 1. Grus- og pukkeforekomster i drift i fylkets kommuner i henhold til Direktoratet for mineralforvaltning.



Figur 4. Klassifikasjon av grusforekomsters betydning i Trøndelag fylke.



Figur 5. Klassifikasjon av pukkforekomsters betydning i Trøndelag fylke.

### KLASSIFIKASJON AV GRUS- OG PUKK-FOREKOMSTERS BETYDNING SOM BYGGERÅSTOFF

NGU klassifiserer sand- og grusforekomster etter forekomstens betydning for nåværende og framtidig forsyning av byggeråstoff i henhold til nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging. Forekomster av nasjonal og regional betydning klassifiseres ut fra en totalvurdering basert på in situ-verdi (brutto ressursverdi), tidligere års produksjonsvolum (fram til og med 2015), kvalitet, mulighet for eksport, beliggenhet i forhold til infrastruktur og tett befolkede områder (Figur 4 og Figur 5). Klassifikasjonen av råstoffbetydning gjelder per 2015 og er per dags dato under revisjon (Oppslag Trøndelag fylke).

I Trøndelag er det seks grusforekomster av nasjonal betydning (Trondheim, Melhus og Indre Fosen) og tre forekomster av regional betydning (Stjørdal, Overhalla og Nærøysund).

Seks pukkforekomster i fylket er av nasjonal betydning, og de fleste ligger i Trond-

heim. Fire forekomster er klassifisert som regional betydning. Forekomsten i Ørland kommune er en av fylkets viktigste, basert på kvalitet (innfrir de strengeste krav til vegger med høy trafikkbelastning).

Fem av de klassifiserte forekomstene (i Osen, Ørland, Hitra og Heim) har kystnær beliggenhet, som muliggjør transport av materiale innenfor et større markedsområde. To av disse er registrert som «mulig framtidig uttaksområde».

### BYGGERÅSTOFFERS KVALITET TIL ULIKE BRUKSOMRÅDER

#### Grusforekomsters kvalitet til betongformål

I Trøndelag er sand og grus hovedsakelig brukt som tilslag i betong (Figur 6, NGU-Tema 3).

Kornsammensetning og kornform (flisighet og stenglighet) er bestemmende for om et grusmateriale er egnet for bruk i betong. I mange grusforekomster har NGU registrert prosentvis fordelingen mellom kornstørrelser som sand, grus, stein og blokk. I Figur 7 er egnetheten av materialet for bruk

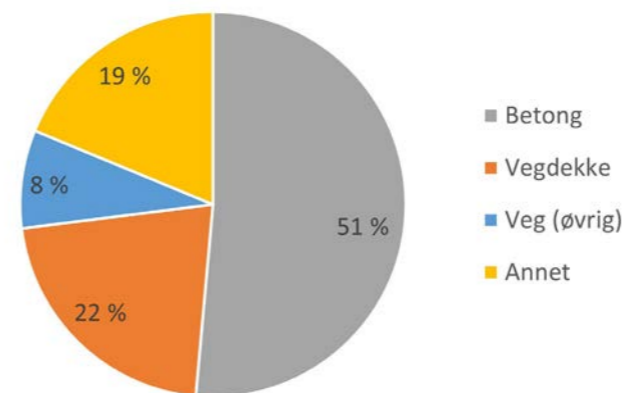
i betong angitt basert på den skjønnesmessige vurderingen av mengde sand og grus for den enkelte forekomst. Selv om kornformen ikke er vektlagt er det anslått at materiale fra de fleste grusforekomstene i Trøndelag (87%) kan være godt egnet for bruk i betong. Materiale fra de resterende grusforekomstene (13%) antas å være moderat egnet til bruk som betongtilslag.

I forbindelse med uttak av masser drives grusforekomster gjerne selektivt, for å unngå å blande inn mindre egnet materiale, for eksempel partier med uforholdsmessige store mengder med fint materiale (silt eller leire).

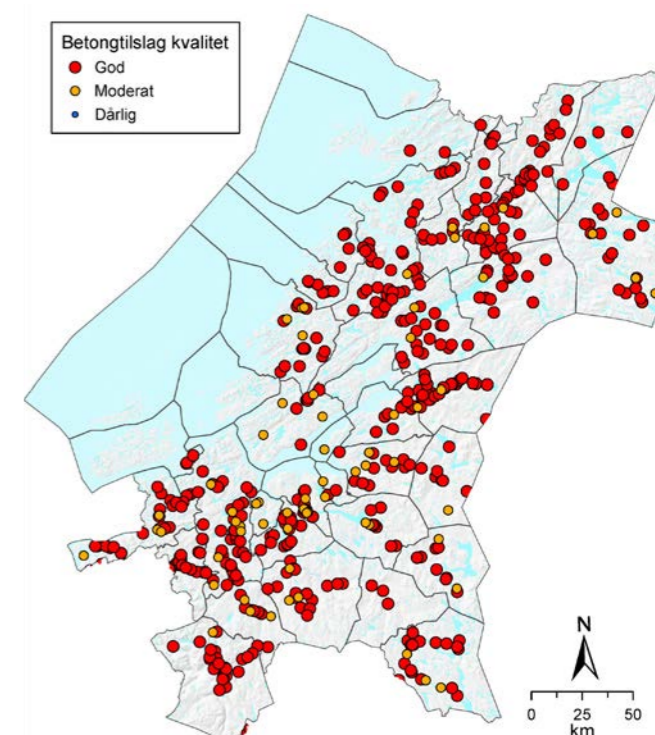
Det er utført laboratorieundersøkelser for 114 grusforekomster for å undersøke egnethet for bruk til betongformål med ulik fasthetsklasse (Tilslag til betong, NS-EN 12620, Nasjonalt tillegg). Omtrent halvparten av forekomstene (49%) består av grus som innfrir dette kravet (Figur 8).

#### PUKKFOREKOMSTER OG BERGARTERS KVALITET TIL VEGFORMÅL

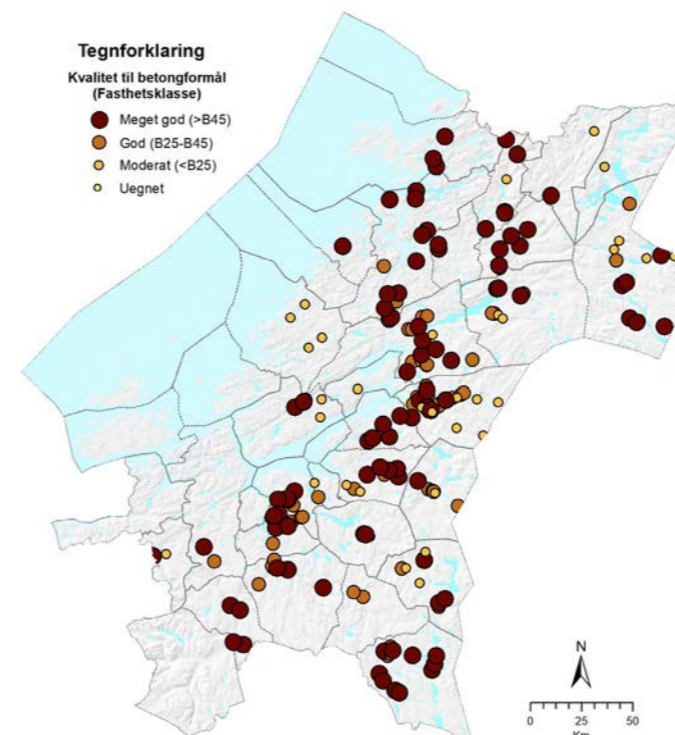
I Trøndelag er pukk mest brukt til ulike vegformål (Figur 9, NGU-Tema 3).



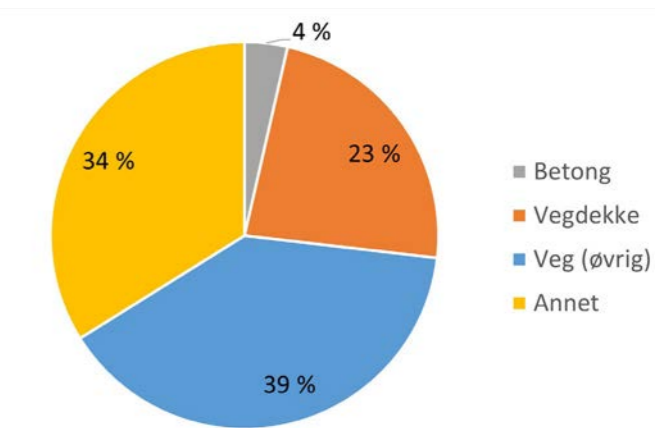
Figur 6. Bruksområder for grus i Trøndelag 2018 (NGU-Tema 3).



Figur 7. Vurdering av egnethet av grusforekomster til bruk som betongtilslag basert på anslått kornfordeling registrert i NGUs Grus- og pukkdatabase.



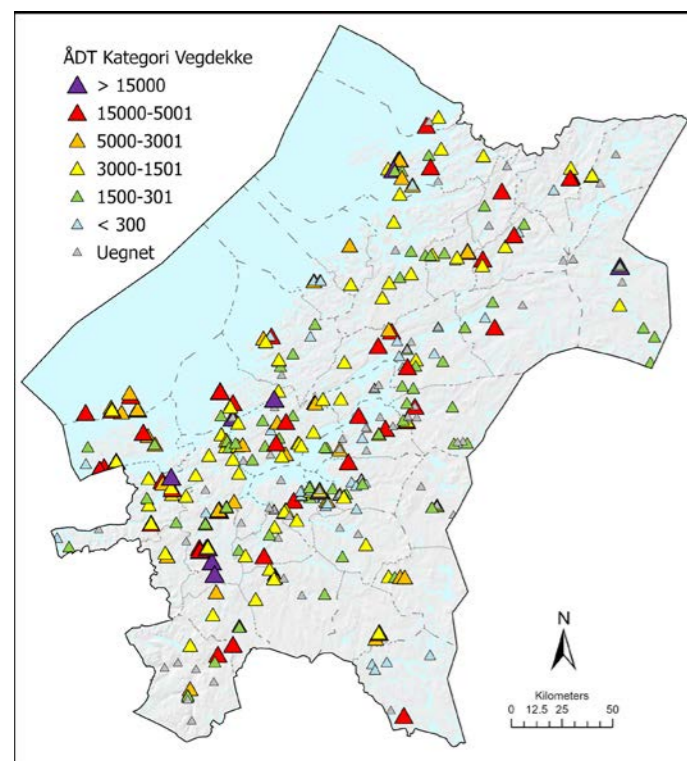
Figur 8. Vurdering av egnethet av grusforekomster til betongformål basert på laboratorieundersøkelser av mekaniske egenskaper.



Figur 9. Bruksområder for pukk i Trøndelag 2018 (NGU-Tema 3).

ÅDT	> 15000	5001-15000	3001-5000	1501-3000	301-1500	< 300
Fylkesveg	5 234	83 978	176 459	673 295	2 401 950	2 853 562
Europaveg	36 468	228 721	78 802	264 944	97 076	14 417
Riksveg	1 160	11 929	5 197	31 979	11 694	27
Sum	42 862	324 628	260 458	970 218	2 510 720	2 868 006
% vis	0,6 %	4,7 %	3,7 %	13,9 %	36,0 %	41,1 %

Tabell 2. Meter veglengde i Trøndelag fordelt på gjennomsnittlig årsdøgntrafikk, ÅDT (Statens vegvesen, NVDB 2020).



Figur 10. Kvalitet av pukk til vegformål basert på materialtekniske egenskaper. Noen av prøvene har samme koordinater og overlapper derfor hverandre. Prøvene er symbolisert i henhold til kravene gitt for gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT).

De strengeste kravene gjelder for tilslagsmateriale som skal brukes til vegdekke. Kravene er avhengig av vegens trafikkmengde (gjennomsnittlig årsdøgntrafikk, ÅDT).

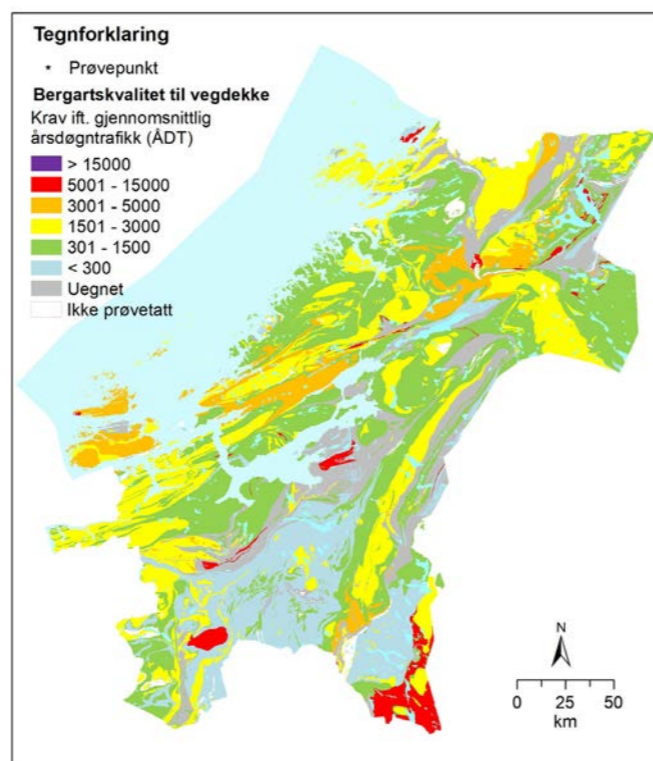
Alle resultatene fra de analyserte prøvene som er tilgjengelige i NGUs pukkdatabase for Trøndelag fylke er vist i Figur 10. Prøvene er fra «pukkforekomster» (arealavgrensede steinbrudd/pukkverk og mulig framtidige uttaksområder) og «typelokaliteter» (et prøvepunkt). Samtlige 474 analyserte prøver er markert på kart i Figur 10.

Kvalitetsmessig fordeler prøvene seg ujevnt geografisk. 93 prøver er uegnet for bruk til vegdekke, 223 prøver dekker kravene til ÅDT > 1501 og 158 prøver tilfredsstiller kravene til ÅDT < 1500. Hovedandelen av vegnettet i fylket (77%) har gjennom-

snittlig årsdøgntrafikk < 1500 (Tabell 2).

Basert på bergartsprøver som er analysert for materialtekniske egenskaper, er bergartstypene i fylket vurdert opp mot kravene for tilslag til vegdekke (Figur 11). For de fleste bergartstypene foreligger det flere analyser, og i Figur 12 er det framstilt hvor stor prosentandel som tilfredsstiller kravene til vegdekke med ulik gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT).

For mange av bergartstypene er det stor variasjon i kvalitet, for enkelte fra best til dårligst. Det medfører derfor usikkerhet å angi kvalitet ut fra bergartsnavn alene. Variasjonen i kvalitet har en tendens til å øke med antall analyserte prøver. Dyp- og vulkanske bergarter, og de metamorfe bergartene av disse, viser generelt best kvalitet. Sedimentære bergarter og



Figur 11. Berggrunnens kvalitet i forhold til krav til vegdekke.

de metamorfe bergartene av disse, viser gjennomgående moderat til dårlig kvalitet.

### VOLUM OG IN SITU-VERDI TIL GRUSFOREKOMSTER

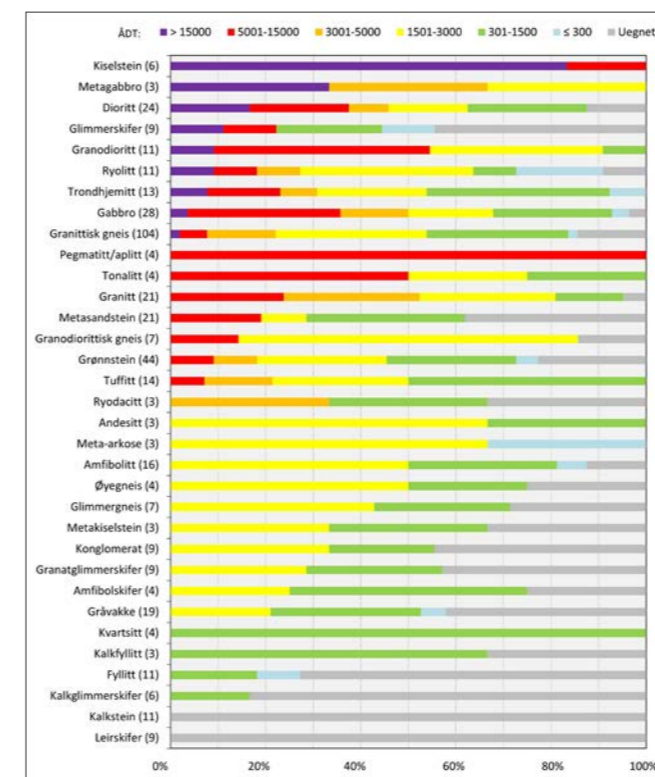
Grusforekomster ble dannet og avsatt under avsmelting fra siste istid. Mot slutten av istiden var det relative havnivået mye høyere enn i dag, og kystlinjen lå derfor lengre inn i landet. I kystområdene er det derfor få store grusavsetninger (Figur 13).

Det totale volumet av en grusforekomst er beregnet ut fra arealavgrensningen og sannsynlig gjennomsnittlig mektighet registrert i NGUs Grus- og pukkdatabase. Bebyggelse eller andre arealkonflikter begrenser imidlertid andelen sand og grus som kan utnyttes innenfor forekomsten. I tillegg er ikke alle kornstørrelser like godt egnet til byggetekniske formål. NGU be-

regner derfor et praktisk utnyttbart volum ved vurdering av grusforekomster, der det totale volumet er redusert med hensyn til utdrevet massetak, bebyggelse innenfor arealavgrensningen, andre arealkonflikter og hvor høyt sandinnhold er i forekomsten (Tabell 3).

Basert på det praktisk utnyttbare volumet kan verdien beregnes. Gjennomsnittsprisen for solgt sand og grus var 75,74 kroner per tonn i 2020 (DMF, Mineralstatistikk 2020). I Trøndelag har 21 grusforekomster in situ-verdi større enn 1000 millioner kroner (3% av alle volumberegnete fore-

komster), ca. 34% av alle volumberegnete forekomster inneholder grus med en verdi mellom 100 og 1000 millioner kroner (272 forekomster), og 63% av volumberegnete forekomster (498 forekomster) har grus med mindre enn 100 millioner kroner verdi (Figur 14).



Figur 12. Kvalitet i forhold til krav til vegdekke og gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) for ulike bergartstyper vist i Figur 11. Prøver fra bergarter med kun 1 til 2 analyser er ikke tatt med i figuren.

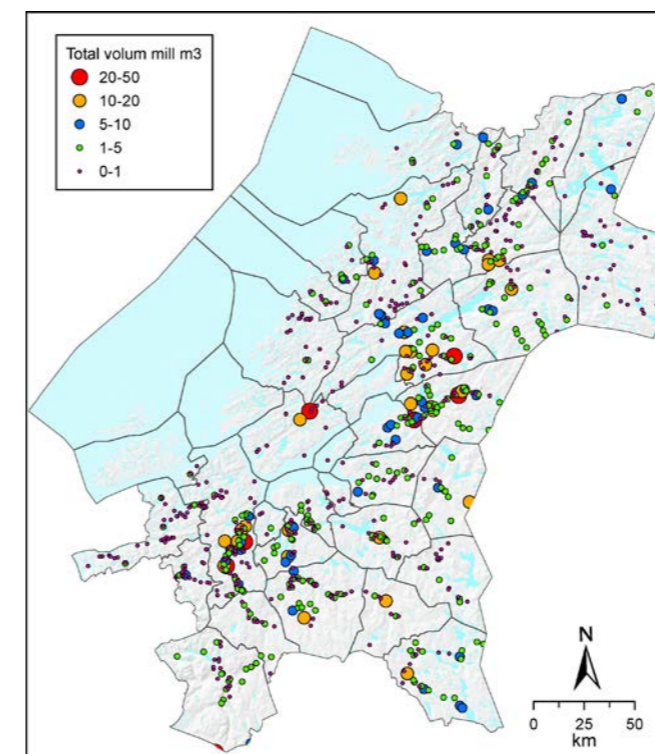
Forekomstens areal multiplisert med en anslått mektighet, uten at det er tatt hensyn til arealbruken, betegnes som: **Totalt volum**

Totalt volum redusert med arealer båndlagt av bebyggelse, veger og lignende betegnes som: **Totalt utnyttbart volum**

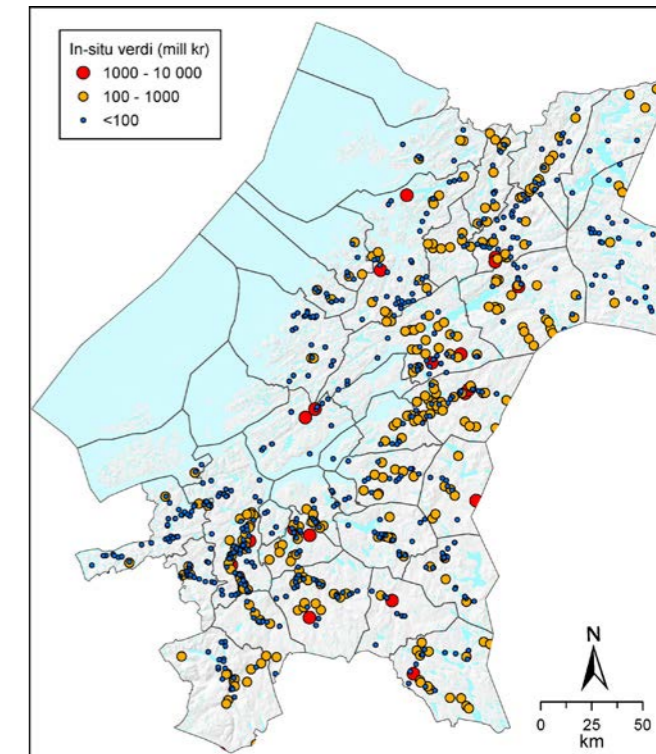
Totalt utnyttbart volum redusert ut fra kvalitet basert på kornstørrelse betegnes som: **Mulig utnyttbart volum**

Mulig utnyttbart volum reduseres for andre arealbruks-interesser til: **Praktisk utnyttbart volum**

Tabell 3. Modell for å redusere totalt volum til praktisk utnyttbart volum



Figur 13. Totalvolum av alle grusforekomster i Trøndelag fylke.



Figur 14. Beregnet in situ-verdi av utnyttbart volum på grusforekomster i Trøndelag fylke. For beregning av tonn grus i en forekomst bruker NGU faktor 1,95 tonn/m³. Gjennomsnittsprisen for ett tonn solgt sand og grus var 75,74 kroner i 2020 (DMF, Mineralstatistikk 2020).



## FRAMTIDSMULIGHETER

### BEHOV FOR BYGGERÅSTOFF

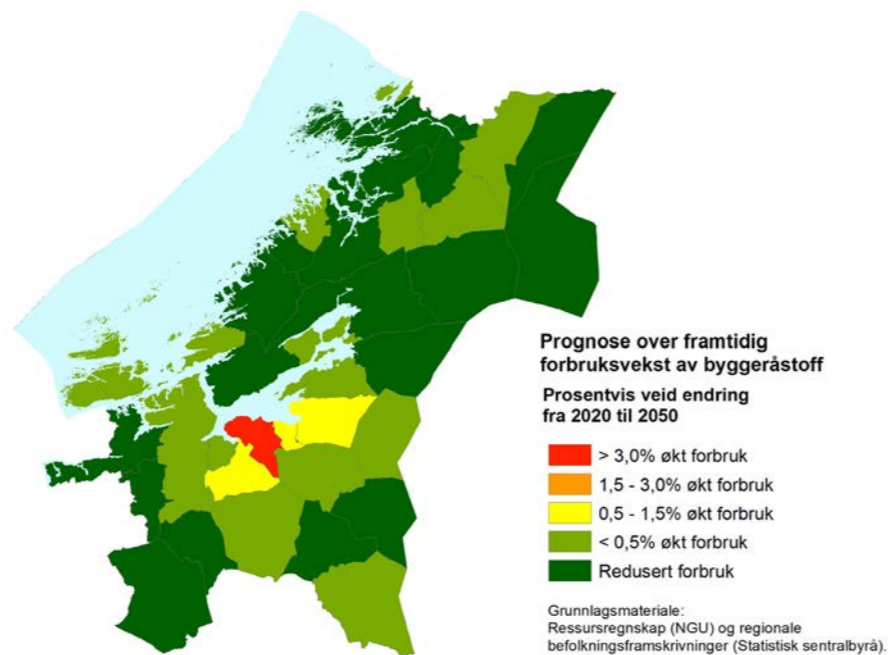
En framtidssanalyse over behovet for byggeråstoffene grus og pukk er utarbeidet for hele landet (NGU Rapport 2021.014). For Trøndelag viser framtidssanalysen (Figur 15) at størst vekst kan forventes for en del kommuner innenfor Trondheimsregionen.

Samtlige kommuner med postulert redusert forbruk samsvarer med Statistisk sentralbyrås analyse over kommuner med redusert befolkningsframskrivning fram til 2050 (Regionale Befolkningsframskrivninger, Statistisk sentralbyrå, kildetabell 128826).

Grunnlaget for analysen er tidligere års ressursregnskap, der det for alle landets kommuner er beregnet et forbruk per innbygger. For hver kommune er det beregnet et forbrukstall per innbygger som skal gjenspeile et «normalt forbruksår», og vil være en konstant verdi. Forbruksveksten er beregnet fram til år 2050 basert på Statistisk sentralbyrås befolkningsframskrivning.

### FREMTIDIG BEHOV FOR GRUS

Kommunene Melhus og Overhalla hadde et høyt uttak og eksport av grus i 2018 (Tabell 4). Eksporten gikk til henholdsvis Trondheim kommune og Nordland fylke. Trondheim kommune hadde også et høyt uttak i 2018, og var største forbruker av byggeråstoff i fylket. Omtrent en tredjedel av forbruket er dekket av uttak i kommunen, mens to tredjedeler ble importert fra nabokommuner.



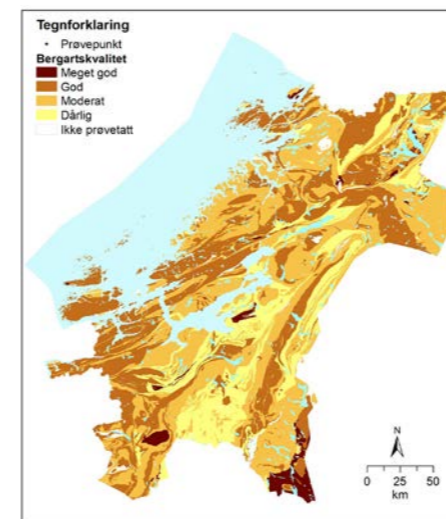
Figur 15. Prognose over forbruksvekst av byggeråstoff fram til 2050.

Kommune	Uttak	Eksport	Import	Forbruk
Melhus	356	322	0	34
Overhalla	234	152	0	82
Trondheim	212	2	429	639
Verdal	199	25	0	174
Indre Fosen	158	133	0	25
Stjørdal	146	30	5	121

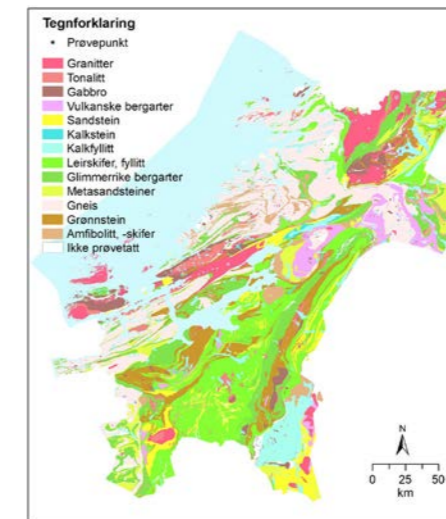
Tabell 4. Kommuner i fylket som er stor på uttak, eksport, import og forbruk av grus (tall i 1000 tonn, NGU-Tema 3).

Det meste (75%) av det importerte materialet kommer fra Melhus kommune. 90% av sand og grus tatt ut i Melhus kommune ble eksportert til Trondheim kommune. De resterende 25% som ble importert til Trondheim kommer fra Indre Fosen og

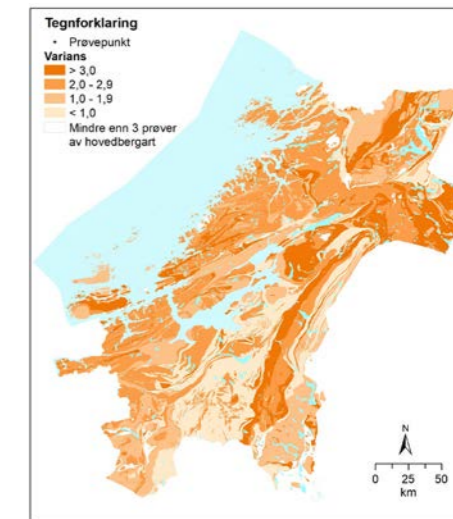
Stjørdal. Verdal og Stjørdal hadde også høyt uttak av sand og grus, og det meste ble forbrukt i egen kommune til betongproduksjon. Sand og grus ble også brukt til betongproduksjon i Oppdal, Nærøysund og Rennebu kommu-



Figur 16. Prognosekart bergartskvalitet.



Figur 17. Forenklet berggrunnskart basert på NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000.



Figur 18. Variasjon i bergartskvalitet for hovedbergartene.

ner. I kommuner med etablerte betongprodusenter, kan det forventes at forbruket av sand og grus forblir på omtrent på samme nivå også i framtiden. Det er antatt at behovet for byggeråstoff vil øke i urbane strøk. Det er derfor viktig å sikre framtidige uttaksområder i kommuner rundt Trondheim, og i kommuner der det produseres betong. Behov og tilgang til byggeråstoff krever derfor regionalt samarbeid.

### FRAMTIDIG BEHOV FOR PUKK - PROGNOSEKART OVER BERGARTSKVALITET

Det er markedsmessige vurderinger som legges til grunn når produsenter planlegger nye områder for uttak av byggeråstoff. I tillegg må det foreligge en grunneieravtale før det er aktuelt å starte prosessen med å få en offentlig godkjenning. Utallige områder kan være aktuelle for å dekke et framtidig behov for pukk. Berggrunnen i fylket er derfor vurdert ut fra kvalitet med hensyn til brukstekniske egenskaper eksempelvis veg- og betongformål.

Basert på 539 bergartsprøver fra steinbrudd og vegskjæringer som er analysert og undersøkt for materialtekniske bruksegenskaper, er det framstilt et prognosekart over bergartskvalitet (Figur 16). Kartet er produsert ved å sammenholde bruksegenskapene med hovedbergartene i NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 (Figur 17). For de fleste av hovedbergartene er det stor variasjon i analyseresultatene og dermed bruksegenskapene. Variasjonen er framstilt i et eget kart (Figur 18).

Enkelte av bergartene i fylket der en kan

forvente «meget god bergartskvalitet» opptrer innenfor så små areal at de ikke framkommer på kartene. Dette gjelder blant annet for aplitt i Namsskogan og jaspis i Meldal. Enkelte tynne soner med felsiske vulkanske bergarter i Steinkjer og Lierne viser også «meget god bergartskvalitet». Derimot er det mer tvilsomt om sandsteinsvarianten i Røros-området har den gode kvaliteten, som det framkommer på kartet i Figur 16, i og med at resultatene kun er basert på en enkeltprøve.

For enkelte hovedbergarter er kvalitetene meget god innenfor kun enkelte areal, men ikke alle. Dette gjelder spesielt for en del dypbergarter (gabbro, dioritt, granitt, granodioritt), vulkanske bergarter (ryolitt og grønnstein) og metamorfe bergarter av disse (amfibolitt og granittisk gneis). Den store variasjonen i bruksegenskapene for disse bergartene vises, for eksempel for sonen med grønnstein som strekker seg fra Holtålen nordover opp mot Snåsa (Figur 18).

Sedimentære bergarter (leirskifer, kalkstein, fyllitt) som samtidig viser «dårlig bergartskvalitet» og liten variasjon tilsier at de er lite egnede for bruksformål der det stilles krav til de materialtekniske egenskapene.

### UTTAK – TRANSPORT – GJENBRUK - EKSPORT

Det har blitt større søkelys på miljøbelastningene knyttet til uttak, produksjon og transport av byggeråstoff. Dette bør også få betydning for hvor kartlegging av nye og

framtidige ressurser skal foregå, spesielt i nærheten av store befolkningsentra der forbruket er størst. I tillegg kan beliggenhet nær kysten eller jernbane være gunstig. Transport med båt eller tog vil kunne gi mulighet for totalt lavere CO<sub>2</sub>-avtrykk per tonn på grunn av frakt av større mengder i forhold til det som er mulig ved lastebiltransport.

Uttak i nærrområde til tettbygde strøk er en utfordring på grunn av støy og støv som følge av produksjon og transport av massene. I områder med lite oppsprukket og stabil berggrunn vil underjordsdrift være en mulig driftsform som kan redusere belastningene i tettbygde områder. I mange kommuner er behovet for deponi blitt en stor utfordring. Lønnsomheten med underjordsdrift, som rent driftsteknisk er dyrere enn tradisjonell dagbruddsdrift, ligger i muligheten for deponering av masser i fjellrom som etableres som en del av driften, samt at transportkostnadene blir lavere ved kort avstand til markedet.

For å sikre bærekraftig bruk av byggeråstoff i fremtiden bør det sees på løsninger for bruk av overskuddsmasser, fra for eksempel infrastrukturprosjekter eller gjenbruk av rivningsmasser. Det er også et potensial for økt eksport av pukk fra forekomster langs kysten av Trøndelag, primært til andre fylker, men muligens også til utlandet.

## FINN UT MER OM GRUS OG PUKK

**NGUs Grus- og pukkdatabse inneholder en rekke data som er tilgjengelige gjennom en kartvisningstjeneste eller ved ned-lastning fra NGU.**

Datasettene kan lastes ned ubegrenset i en rekke format (ESRI Geodatabase, ESRI Shape, SOSI). Gjennom kartvisningstjenesten kan brukeren søke etter data om forekomster i hele landet, inkludert data om forekomster (geologisk beskrivelse,

viktighetsvurdering, bilder) og bergartsprøver (mekaniske egenskaper, petrografi). Kartvisningstjenesten kan brukes for å utforske et område med tanke på forekomster av byggeråstoff og bergartskvalitet.

Ytterligere informasjon om ulike temaer knyttet til sand, grus og pukk er tilgjengelig på NGUs nettside (<https://www.ngu.no/emne/sand-grus-og-pukk>). I en egen NGU-rapport (2021.037) er «Ressurs-

grunnlag byggeråstoff i Trøndelag» beskrevet mer utfyllende, blant annet med nærmere beskrivelse av bakgrunnen for de ulike kartene som er med i dette temaheftet.



Kjenstad steinbrudd i Snåsa.



Knust stein fra Leka.

# **GEOLOGISK ARV I TRØNDELAG**

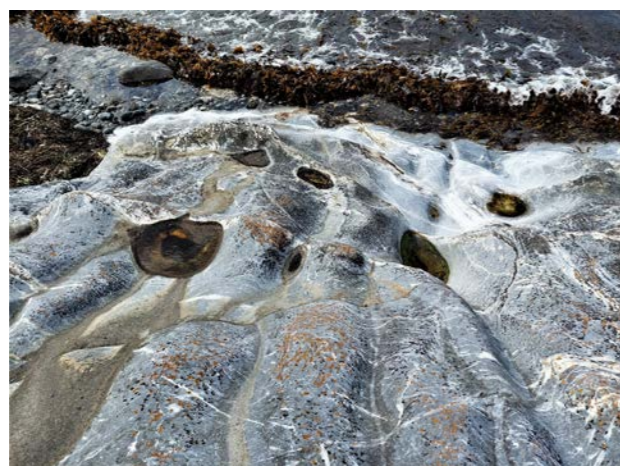
## GEOLOGISK ARV I TRØNDELAG



Strandflaten følger hele Trøndelagskysten. Fra fjellet Kopparn i Ørland får du storveis utsyn over den. Foto: Rolv Dahl, NGU

**Trøndelags geologiske mangfold dokumenteres i NGUs kartdatabase for geologisk arv. Basen er bygd opp til en unik ressurs for opplevelser, undervisning og forvaltning. Databasen gjør det mulig å fordype seg og skape innhold basert på ulike geologiske tema.**

Hva ville du svart dersom noen spurte deg om hva som er Trøndelags geologi? Er det veiskjæringa ved fylkesveien, er det løsmasser lagt igjen etter istidas herjinger, eller er det landskapet vårt med øyriket, fjorder, fjell og åser? Svaret på alt det er: Ja! Trøndelag er et fylke med enorme geologiske variasjoner, en geologisk mangfoldig skattkiste. Det du bor på er resultatet av flere milliarder års geologisk historie.



P-former forteller om breenes forming av landskapet med vann under høyt trykk, her i fjæra nord på øya Tautra i Frosta. Foto: Morten Smelror, NGU

### HVA ER GEOLOGISK MANGFOLD?

Trøndelag er altså geologisk mangfoldig. Og geologisk mangfold er et viktig begrep for geologene. Som en nær slektning av

det biologiske mangfoldet, kan geologisk mangfold defineres slik: Variasjonene i berggrunn, mineraler, løsmasser, landformer og geologiske prosesser i et gitt om-

vår geologiske arv; om steder som i kraft av å vise geologiske fenomener, prosesser eller ressurser, formidler geologi som vitenskap. Vi har definert begrepet geosted som et avgrenset område, som representerer en del av vår geologiske arv. En del av disse geostedene er viktigere enn andre. Disse geostedene kan løftes fram med en verdi, for vitenskap, undervisning og opplevelser. Geostedene forteller hver for seg om ulike sider ved vår geologiske arv.

Vi løfter fram disse geostedene fordi vi mener de er særlig godt egnet til å vise geologiske fenomener og prosesser, eller inneholder unik informasjon, som har betydning for geologi som vitenskap. Som vi skal se, har Trøndelag mange slike geosteder.

### TRØNDELAG ER GEOLOGISK MANGFOLDIG

Trøndelags geologi er mangfoldig med svære sprang fra alpine tinder til rosa mi-

neraler, og fra grotter til strandflaten; den enorme bredden foran fjellene våre langs Trøndelagskysten. Alt dette er en del av vår geologiske arv, som vi skal forvalte og fortelle om.

Nå vet vi at slike geosteder kan ha verdi fordi de er sjeldne eller fordi de egner seg spesielt godt for å vise fram geologi. Dersom vi skal verdivurdere geostedene må ekspertene inn, altså geologene. Vi trenger faste rammer for å vurdere geostedets verdi, og arbeidet og resultatene må kunne sammenlignes fra sted til sted, og over regioner. Fra desember 2020 er geologi et eksplisitt nevnt tema som skal behandles når de som foreslår store inngrep i naturen skal utrede konsekvensene tiltaket har for naturmangfoldet. Slike konsekvensutredninger må på plass når store og små infrastrukturprosjekter skal gjennomføres.

### VI HAR REGISTRERT MYE AV TRØNDELAGS GEOLOGISKE MANGFOLD

I arbeidet med geologisk arv i Trøndelagsprogrammet har vi kartlagt og samlet inn

data om mange geosteder i hver kommune i hele fylket. Vi har forsøkt å få minst tre geosteder i hver kommune, og forankret stedene i det som er «vanlig geologi» i kommunen. Vi har fått geologiske a-ha-opplevelser underveis, revurdert gammel kunnskap og brakt ny kunnskap «til torgs». Og strengt tatt har vi så vidt skrapet i overflaten, bokstavelig talt. Det er mye igjen å legge inn, men allerede nå forteller vår kartdatabase mye. Vi har ennå ikke verdivurdert disse stedene. Her skal vi fortelle litt om det vi har funnet og samlet, du kan allerede nå gå inn på vår kartdatabase for geologisk arv og lete deg gjennom fylket, ja til og med ta en titt på resten av landet.

### DET ELDSTE FØRST

En måte å starte vår geologiske ferd gjennom fylket på, er i berggrunnen. Trøndelag kan geologisk deles opp på mange måter. Ser vi på bergartene kan vi raskt se at det er to bergartstyper som dominerer: I vest stikker grunnfjellet opp, Fosenhalvøya og videre nordover tilhører den vestnorske

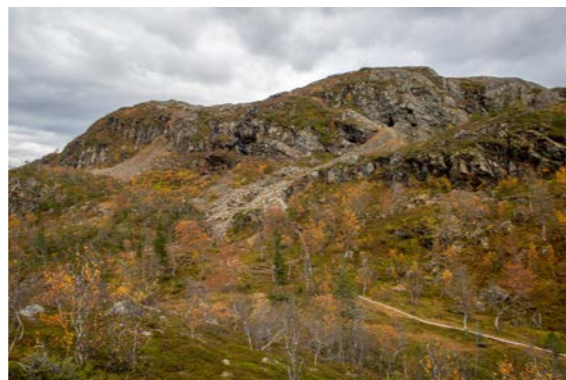
gneisregion. Lenger inn i fylket dominerer skyvedekkene, sammenskrapt havbunn, vulkaner, magma, elvesletter og delta, og korallrev. På berggrunnskartet blir gneisen gjerne rosa, mens de andre er grønne, blå, gule og brune, i ulike sjatteringer. Bergarten kan ha hatt et innholdsrikt liv, gjennom fjellkjedefolding, ras, oppvarming og nedbryting. Geosteder kan fortelle om ulike sider av dette. Mange har hørt om den kaledonske fjellkjedefoldingen, visste du at du i Trøndelag kan følge utviklingen av denne, over en periode som tilsvarer nesten 90 millioner år?

### NATURRESSURSENE TAS I BRUK

Så kan vi se på betydningen geologi har hatt som levevei. Mange store bergverk har preget historien, Røros, Løkken, Ytterøya, Malm, Skorovas, Gjersvik og Røyrvik, for ikke å snakke om de mange små. Kobber, svovel, bly og jern var drivkraft og inntektskilde for både utenlandsk kapital og gruveslusken med familie. Sporene er dype i Trøndelag ennå i dag. Mange er geosteder, noen er så viktige at de til og med for lengst



Tunnelen er et populært turmål ved Selnes i Orkland. En ca 25 m lang stoll hvor ukyndige lette etter kobbermalm uten hell står igjen sammen med en skrottepp og mur. Foto: Terje Solbakk, NGU



I fjellene ved Mokka var det gruvedrift bare over et tiår på slutten av 1700-tallet. I fjellet vises ennå mange av gruveåpningene, med steintipper nedenfor. Foto Terje Solbakk, NGU



En intrusjon kutter gjennom gråvacke ved Støren i Gauldal. Intrusjonen består av trondhjemit. Tusjen markerer grensen mellom intrusjon og skifer. Foto: Terje Solbakk, NGU



Konglomerat er en bergart som består av klaster med andre bergarter i en grunnmasse av leir, silt eller sand. Her er en klast av kvartsvarianten jaspis i det såkalte Stokkvolakonglomeratet som blant annet kan sees ved Langstein i Stjørdal. Foto: Morten Smelror, NGU

er registrert til å være av internasjonal av internasjonal verdi, som Bergstaden Røros, som står oppført på UNESCOs verdensarv. Andre steder er det bare små groper – røskegrøfter, stoller og skrotteinstipper som forteller om leting som ikke førte frem. Eksempler på dette er kobbergruvene i Mokka med drift bare over en tiårsperiode, og små forsøk på malmeting som ved Selnes i Orkland, hvor vi finner den såkalte Tunnelen. Mange gruver og skjerp har også hatt et kortvarig oppsving i tider der prisene på metaller har vært høye, eksempelvis i forbindelse med kriger og internasjonale kriser.

Annen bruk av geologi kan du gå på, bo i eller under, eller arbeide og handle i. Vi snakker om naturstein og brudd hvor det ble hentet brostein, takskifer, muringsstein til vegger, utsmykning og tak. Det er mange slike bygg i fylket vårt. Slike små brudd kan ha lite eller ingen økonomisk betydning i dag, men de er en viktig del av vår kulturhistorie og noen brudd er fortsatt vik-

tige som Oppdal. Takskiferproduksjonen har for eksempel vært stor i Stjørdal, hvor mer enn 70 brudd til nå er dokumentert, og ytterligere 40-50 skal synfares. Også i Verdalen, Oppdal og Gauldalen har slike brudd vært viktige. Noen av disse er tilrettelagt for besøk av privatpersoner, som Bybruddet i Stjørdal. Spor etter driften kan sees på hustak over hele fylket. Skifer og gråvacke fra disse bruddene har også vært brukt til muringsstein.

Det kanskje største utstillingsvinduet for trøndersk geologi er bygg og gater i Trondheim sentrum.

Slike avgrensede steder med geologiske egenskaper som kan løftes frem, kaller vi altså geosteder.

#### SPOR ETTER ISTIDA

Istidene har i høy grad preget fylket vårt. De fleste trøndere bor på løsmasser, som ble erodert og avsatt av den enorme innlandsisen på ulike stadier i sin vekst og

fall. Mange av Trøndelags landformer er glisiale landformer. De mest tydelige er tindene og u-dalene ved Trollheimen, men vi finner også avsetninger som randmorener, deltautbygginger og eskere. Kysten av Trøndelag, med sitt øyrike og sin brem foran fjellene, er i hovedsak et istidsprodukt. Bremmen av øyer og lavland gjennomskåret av sund og fjorder, kaller vi strandflaten. Også små forvitningsgroper og bølgeskuringsformer av nyere dato kan fange interessen.

En geologisk landform som lett legges merke til, er jettegryter. Jettegryter er veldig vanlige, men vi vet ikke så mye ennå om hva som egentlig er en stor jettegryte. Vi har heller ingen komplett liste over jettegryter i landet vårt, det kan være titusenvis der ute. I Trøndelag fins jettegryter nærmest «overalt», mange har lenge vært velkjent som lokale attraksjoner. Noen jettegryter er til og med betydelig opparbeidet med turstier og trapper. I arbeidet med kartdatabasen for geologisk arv kan ikke



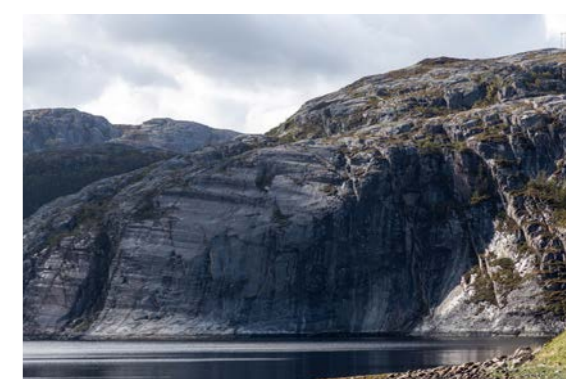
Ei flyttblokk lagt igjen av isstrømmene som fulgte norskysten vises godt ute på strandflaten på Frøya. Foto: Terje Solbakk, NGU



Enorme folder i landskapet demonstrerer grunnfjellets deformasjon når jordskorpen beveger seg, her ved Bessaker i Åfjord. Foto: Terje Solbakk, NGU



Ei jettegryte kalt Rantlibrønnen på Frøya er blitt et lokalt turmål. Foto: Terje Solbakk, NGU



Storskala isskuring kan sees i bergveggen på sørsiden av Straumen i Osen. Slike former kalles også p-former. Foto: Terje Solbakk, NGU

NGU gi vesentlige råd om ferdsel til eller i geostedet, da forholdene ved stedet kan endres gjennom årstidene og over år.

Gjennom fylket vårt fins det flere gode geosteder som viser frem berggrunnen. Det som for noen er gråstein, er for andre viktige puslespillbrikker som forteller om hvordan Trøndelag er satt sammen.

#### HVOR KAN VI FINNE MER INFORMASJON OM DETTE?

##### Produkter

I forbindelse med oppdatering og innlegging i kartdatabasen for geologisk arv: [geo.ngu.no/kart/geologiskarv\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/geologiskarv_mobil/) har vi utarbeidet en del formidlingsprodukter ved hjelp av webapplikasjonene ArcGIS Story maps, 360°-stier ved hjelp av Kuula. Geostedene er, og skal, tas fram i NGUs sosiale medieplattformer (Instagram, LinkedIn, Facebook og Twitter). I tillegg er alle geosteder vist på rapportens vedlagte kart. Følgende produkter er produsert som ek-

sempler på de ovennevnte:

##### ArcGIS Story maps:

De som er laget og publisert er disse:

##### Den tapte skiferdalen:

[storymaps.arcgis.com/stories/981c20516-8224297a48740ca643f89c4](http://storymaps.arcgis.com/stories/981c20516-8224297a48740ca643f89c4)

##### Marmordomen:

[storymaps.arcgis.com/stories/e358275a2-f6d498d978d0e7faf1f40cd](http://storymaps.arcgis.com/stories/e358275a2-f6d498d978d0e7faf1f40cd)

##### Karren og Schøning:

[storymaps.arcgis.com/stories/e05c3dca-1be34acb927edd8b8d571295](http://storymaps.arcgis.com/stories/e05c3dca-1be34acb927edd8b8d571295)

##### Jettegryter - Spor av virvlende, skurende vann:

[storymaps.arcgis.com/stories/5f93bbc19-2fe4dceb0da8a56c4566c78](http://storymaps.arcgis.com/stories/5f93bbc19-2fe4dceb0da8a56c4566c78)

##### Strandflaten - bremmen langs Trøndelag:

[storymaps.arcgis.com/stories/6faf89748-](http://storymaps.arcgis.com/stories/6faf89748-)

[0164d8f8ace0ade1f92a1a4](http://0164d8f8ace0ade1f92a1a4)

Kuula 360°-stier er det foreløpig produsert tre av i Trøndelagsprogrammet: **Jakten på de grønne steinene, Nidarosdomen og Ilen kirke:** [www.ngu.no/emne/bli-med-pa-tur-i-360-grader](http://www.ngu.no/emne/bli-med-pa-tur-i-360-grader)

NGUs database for geologisk arv har gjennomgått en kvalitets- og kvantitetshevning i løpet av programmet.

I skrivende stund har vi passert 340 geosteder i fylket vårt: [geo.ngu.no/kart/geologiskarv\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/geologiskarv_mobil/)

Mer om geologisk mangfold kan du lese her på NGUs nettsider: [www.ngu.no/nyheter/geologisk-mangfold-inn-i-ny-veileder](http://www.ngu.no/nyheter/geologisk-mangfold-inn-i-ny-veileder)



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
- NGU -



Trøndelag fylkeskommune  
Trööndelagen fylhkentjfelte

**GEOLOGI FOR SAMFUNNET**  
**— KUNNSKAP FOR FRAMTIDA**

**NGU - NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE**

**POSTADRESSE**

Postboks 6315 Torgarden  
7491 Trondheim  
Tel: 73 90 40 00

**BESØKSADRESSE**

Leiv Eirikssons vei 39, Trondheim  
E-post: [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
[www.ngu.no](http://www.ngu.no)

**SOSIALE MEDIA**

Facebook /norges.geologiske.undersokelse  
Twitter /@NGUgeology  
Youtube /nguweb  
LinkedIn /geological-survey-of-norway