

# Program for videoutvalgsmøte om næringen 24. november 2020

BAKGRUNN OG MØTEPLAN

FRODE NILSEN

# Program for møte i minerallovutvalget

## 24. november

### Innhold

Program .....	3
Bakgrunn om møtene .....	3
Møte med NGU.....	3
Om NGU .....	3
Geologiske ressurser i Norge og potensialet for økt utvinning.....	4
NGUs geologiske kartlegging.....	5
Møte om byggeråstoff og naturstein.....	7
Bakgrunn om byggeråstoff.....	7
Bakgrunn om naturstein .....	11
Metallnæringen og introduksjon til gruvedrift .....	19
Bakgrunn om utvinning av malm under jord, oppredning, logistikk og deponering .....	19
Møte med mineralnæringen.....	25
Bakgrunn om industrimineraler .....	25
Overblikk over mineralnæringen .....	26
Møte i utvalget.....	26
Vedlegg 1 .....	27
<b>Det norske mineralressurspotensial. Underlag for NOU.....</b>	<b>27</b>

## Program

Tirsdag 24. november, videokonferanse

Tid	Plattform, se innkallinger i kalender	Hva
08:00-10:00	Videodep.	Geologisk kartlegging, leting og undersøkelse v/Henrik Schiellerup, Kari Aslaksen Aasly og Jan Sverre Sandstad NGU
10:00-10:45	Videodep.	Byggeråstoff og naturstein v/Maria Lauritzen, DMF
10:45-12:45	Videodep.	Metallnæringen og introduksjon til gruvedrift v/Riikka Aaltonen
13:00 -15:00	Teams	Mineralnæringen og industrimineral v/Kyrre Olaf Johansen, konsernsjef Norsk Mineral AS og Trond Watne, geolog Norsk Mineral AS
15:00-15:45	Videodep.	Overblikk over mineralnæringen v/Kurt Aasly, NTNU
16:00-17:00	Videodep.	Utvalget oppsummerer

## Bakgrunn om møtene

### Møte med NGU

Møtetid: 08:00-10:00

Innledere fra NGU:

- Henrik Schiellerup, avdelingsdirektør ressurser og miljø
- Kari Aslaksen Aasly, lagleder byggeråstoffer
- Jan Sverre Sandstad, lagleder mineralressurser

Formål og tema:

Orientering fra NGU om geologiske ressurser i Norge og tilhørende lete- og undersøkelsesaktiviteter

### Om NGU<sup>1</sup>

Norges geologiske undersøkelse (NGU) er landets sentrale institusjon for kunnskap om berggrunn, mineralressurser, løsmasser og grunnvann. NGU er et statlig forvaltningsorgan under Nærings- og fiskeridepartementet. NGU hadde 193 årsverk i 2019, og 253,5 millioner kr i samlet utgiftsbevilgning fra NFD og andre. Hovedkontoret er i Trondheim, med et avdelingskontor i Tromsø. I tillegg har NGU Nasjonalt borekjerne- og prøvesenter på Løkken i Trøndelag, eget forskningsfartøy og egne laboratorier.

NGUs samfunnsoppdrag er spesifisert i Tildelingsbrevet: *Norges geologiske undersøkelse (NGU) skal bidra til økt verdiskaping gjennom å fremskaffe, bearbeide og formidle kunnskap om Norges geologiske ressurser på land og i havområder. NGU skal dekke samfunnets behov for geologisk basiskunnskap, bl.a. for næringsutvikling.*

I henhold til Tildelingsbrevet for 2020 har NGU to hovedmål:

---

<sup>1</sup> Fra NGUs årsrapport 2019.

- NGUs virksomhet skal føre til at Norges geologi og geologiske ressurser er kartlagt på en måte som gir kartdata av god oppløsning, kvalitet og bruksverdi.
- Geologisk kunnskap som NGU besitter, skal være lett tilgjengelig og kostnadsfri for bruk innenfor næringsutvikling, samferdsel, samfunnsikkerhet, miljøspørsmål og areal- og naturforvaltning.

#### Geologiske ressurser i Norge og potensialet for økt utvinning

NGU har utarbeidet et eget notat om norske mineralressurser, se Vedlegg 1.

NGU har også utarbeidet en klassifisering av norske mineralressurser etter antatt potensial for kommersiell utvinning. Ressursene klassifiseres i følgende kategorier:<sup>2</sup>

- Forekomster av internasjonal betydning
- Forekomster av nasjonal betydning
- Forekomster av regional betydning
- Forekomster av lokal betydning
- Forekomster av antatt liten eller ingen økonomisk verdi
- Forekomster som ikke er klassifisert

Formålet er at klassifiseringen kan benyttes av fylkeskommuner, kommuner og statlige etater i plan- og vernesaker der det er ønskelig å vurdere for eksempel samfunnsvirkninger knyttet til disponeringen av arealer der mineralressurser berøres. Metoden baserer seg på å identifisere geologisk potensial (volum og kvalitet), men inkluderer ikke kostnader ved utvinning/logistikk, markedsforhold mv. Dette er vurderinger som krever betydelige ressurser og kommersiell kunnskap som ligger utenfor det en geologisk undersøkelse kan forventes å bidra med.

Det er metodisk krevende å anslå hvilket potensial for lønnsom mineralutvinning det er i Norge. Geologisk påviste ressurser, geofysiske anomalier mv. som innhentes gjennom offentlig finansiert geologisk kartlegging og innhenting av kartlegging, boredata, geofysikk mv. gjennomført i privat regi eller for andre offentlige formål (utbygging av infrastruktur mv.) vil gi en god indikasjon.

Det samme vil geologisk kartlegging i regi av private selskaper med sikte på eventuell fremtidig utvinning. Virksomheter med pågående drift gjennomførte undersøkelsesarbeider for 51 mill. kroner i 2019. Private virksomheter uten igangværende virksomhet har ikke rapporteringsplikt for utgifter til undersøkelser, men mange selskaper rapporterer på frivillig basis hvilke utgifter de har til undersøkelser. De virksomheter uten igangværende virksomhet som har rapportert brukte 28 mill. kroner på undersøkelser i 2019. Rapporteringen av kartleggingsdata antas å særlig gjelde undersøkelser etter metaller, som krever mer kartlegging/boring enn utvinning av andre mineralkategorier.

---

<sup>2</sup> <http://mineralproduksjon.no/wp-content/uploads/2014/11/mp5-05-fn-Dahl-et-al.pdf>



NGU gjennomfører ulike kartleggingsaktiviteter, innsamler observasjonsdata og prøver, gjennomfører analyser, modelleringer og tolkninger, og gjør data tilgjengelig via NGUs geologiske databaser og karttjenester, samt ulike målrettede produkter. NGU har utviklet og oppdaterer for øyeblikket et trettitalls databaser<sup>3</sup>. Dataene har mange formål, og et av dem er å tilrettelegge for økt mineralutvinning. Det er i stor grad opp til de private selskapene som ønsker å undersøke hvilke data de velger å benytte, og dette vil variere med ressursene de vurderer.

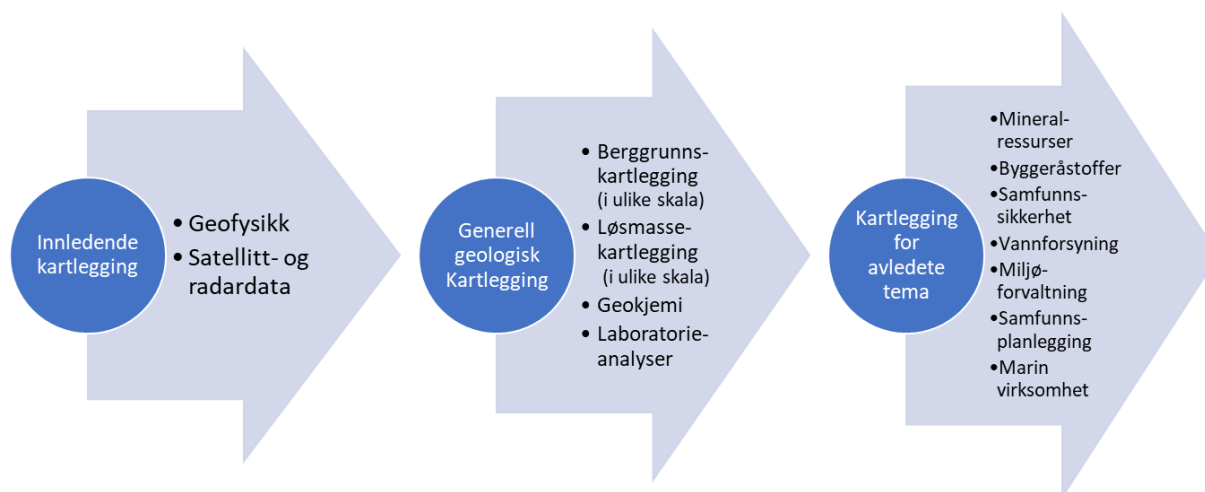
Geofysisk kartlegging og innhenting av strålingsdata, magnetiske data og elektriske data har fått mye oppmerksomhet de siste årene. Dette skyldes at geofysiske data utgjør noen av de mest grunnleggende datasett for tolkning av geologi på overordnet skala. De geofysiske kartene er viktige verktøy for kartleggende geologer, og spesielt berggrunnskartlegging er nødvendig for at ressursgeologer kan vurdere muligheten for mineralforekomster, foreta undersøkelser, analyser og tolkninger, og avklare ressurspotensial.

I 2019 opererte NGU med følgende dekningsgrader for kartdata i prosent av hele fastlands-Norge:

- Geofysisk kartlegging: 59 %
- Geokjemisk kartlegging: 48 %
- Berggrunnskartlegging: 61 %

<sup>3</sup> <https://www.ngu.no/emne/kartinnsyn>

## Optimal kartleggingsrekkefølge for avledede tema, heriblant mineralressurser



NGU brukte i 2019 i underkant av 65 mill. kroner på kartleggings- og datainnsamlingsaktiviteter innen berggrunnskartlegging, løsmassekartlegging, geofysikk, geokjemi, mineralressurser og byggeråstoffer. Av disse midlene kan 33,8 mill. kroner defineres som rettet mot undersøkelse av ressurser og ressurspotensialer. NGU opplyser i sin årsmelding for 2019 at de i 2018 brukte ca. 20,2 mill. kroner på geofysikk, inkl. 7 mill. kroner til leie av fly/helikopter og i 2019 19,5/6,6 mill. kroner.

NGUs virksomhet er beskrevet i større detalj i årsrapporten for 2019.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> <https://www.regjeringen.no/contentassets/fab9d6c8411a4aa78d4d643cb38f2eda/arsrapporten-norges-geologiske-undersokelse-2019.pdf>

## Møte om byggeråstoff og naturstein

Møtetid: 10:00-10:45

Innleder: Maria Lauritzen, seksjonsleder, seksjon for byggeråstoff, DMF

### Formål og tema:

Innføring i byggeråstoff og naturstein; statistikk, utvinning, foredling, logistikk og markeder.

### Bakgrunn om byggeråstoff

#### Statistikk<sup>5</sup>

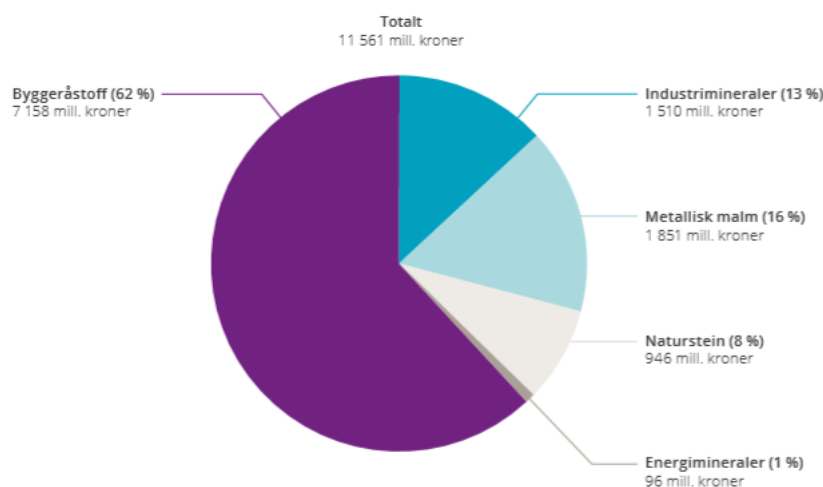
Byggeråstoff er fellesbenevnelsen på mineralske råstoff som i første rekke brukes til bygge- og anleggsformål. Det skilles mellom uttak av fast fjell som knuses til pukk og uttak av løsmasser i form av sand og grus. Omsetningen av byggeråstoff har økt jevnt de siste årene både i kroner og volum.

Det omsettes ca. 13 tonn byggeråstoff per innbygger per år til innenlandsmarkedet i Norge fra konsesjonspliktige uttak.

Det produseres byggeråstoff i alle fylker i Norge. Rogaland og Vestland står for 93 % av samlet solgte tonn byggeråstoff som går til eksport. Uttakene ligger gjerne kystnært, og transporten til utlandet skjer i all hovedsak med båt. Viken, etterfulgt av Innlandet og Trøndelag er fylkene som står for den største delen av omsetningen av byggeråstoff til innenlandsmarkedet. Transporten av byggeråstoff innenlands skjer primært på bil.

Produksjon av byggeråstoff er en betydelig og viktig næring i Norge. Den står for 62 % av den totale omsetningen i 2019:

Figur 1 Omsetning for de fem råstoffgruppene i 2019



Selv om det produseres byggeråstoff i alle landets fylker, er det stedvis et stort avvik mellom volumene som produseres og behov. Særlig gjelder dette etterspørselen etter byggeråstoff i Oslo, som er vesentlig høyere enn det som tas ut. Foreløpig er det tilgjengelige ressurser i nærliggende kommuner, men utviklingen går i retning av at avstanden mellom bruksstedet og uttak vil øke. Dette vil innebære økt trafikkbelastning, mere støy, økt luftforurensning og høyere kostnader. Samtidig pågår det store utbygginger og samferdselsprosjekter i og rundt Oslo-regionen som vil generere overskuddsmasser.

<sup>5</sup> Kilde: Harde Fakta 2019, DMF. Tallene er basert på innkomne driftsrapporter fra den enkelte driver som har rapporteringsplikt til DMF.

## Samlet mineralstatistikk for byggeråstoff i 2019:

Råstoff	Antall uttak	Antall foretak	Solgt [1 000 tonn]			Salgsverdi [mill. kroner]		
			Innenlands	Eksport	Sum	Innenlands	Eksport	Sum
<b>Byggeråstoff</b>								
Knust fjell (alle fraksjoner)	582	438	56 365	28 047	84 412	4 406	1 748	6 154
Sand/grus	441	355	13 590	273	13 863	987	17	1 004
<b>Total</b>	<b>958</b>	<b>684</b>	<b>69 955</b>	<b>28 320</b>	<b>98 275</b>	<b>5 393</b>	<b>1 765</b>	<b>7 158</b>

I tillegg til den andelen byggeråstoff som tas ut med krav om driftskonsesjon og rapportering etter mineralloven, blir det også tatt ut store volum fast fjell i forbindelse med infrastrukturprosjekter som ikke er underlagt slik konsesjons- og rapporteringsplikt. Dette volumet er da heller ikke inkludert i mineralstatistikken. Anslagsvis representerer volumet i overkant av 30 % av totalt volum byggeråstoff som tas ut årlig.

### Marked:

Byggeråstoff benyttes først og fremst til bygge- og anleggsformål. Av totalt solgte tonn går 41 % til vei, 17 % til veidekke, nesten 17 % til betong og 26 % til ulike andre formål.

### Sammensetningen av byggeråstoffbransjen:

Det er stor variasjon i lønnsomheten mellom ulike deler av byggeråstoffbransjen og mellom enkeltbedrifter. Noen driver et uttak som en ren bi-næring, mens andre aktører driver en rekke uttak av betydelig størrelse over store deler av landet. Noen store aktører står for en vesentlig andel av omsetningen.

### Utvinning og produksjon

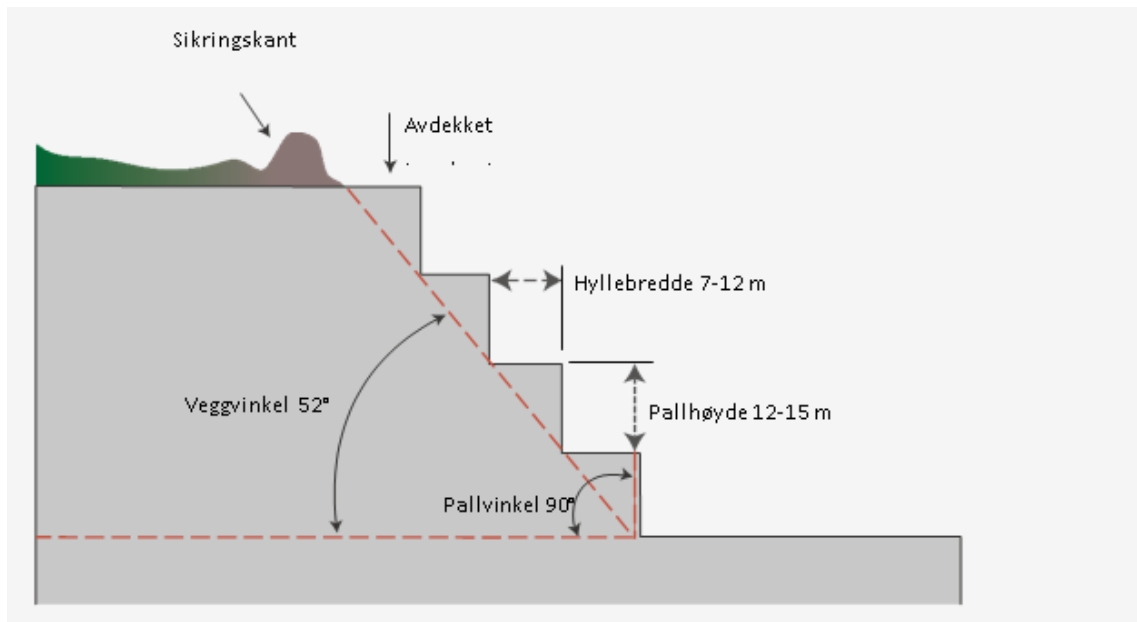
I dag foregår uttak av byggeråstoff i all hovedsak som dagbrudd. Uttakene er ofte bynære fordi de bør være nær forbruksstedene. Dette er viktig for økonomisk lønnsom drift samtidig som det reduserer behovet for transport med tilhørende CO<sub>2</sub>- fotavtrykk og transportkostnader. At uttakene ofte er bynære, gjør det samtidig viktig å vektlegge tiltak for å redusere støv, støy og innsyn i driftsperioden.

Ved planlegging av driften er det viktig å ta hensyn til forekomstens kvalitetsvariasjoner (geologien) og bergmekaniske forhold. Sprekker i fjellet oppstår av spenningsutløsninger. Orientering og fall av slike sprekker har betydning for hvordan et mineraluttak planlegges og gjennomføres. Det samme gjelder for slepper i fjellet, dvs. sprekker som er fylt med løse eller porøse mineraler, som i sin tur skaper ustabilitet. Sprekker fylt med mineraler som har svelleegenskaper lager de største stabilitetsutfordringene.

Ved uttak av byggeråstoff kan det genereres betydelige mengder finstoff i form av «nullstoffer» som overskuddsmasse som må håndteres. «Nullstoffer» er de minste partiklene fra null til to millimeter som frigjøres når steinen knuses i forskjellige fraksjoner. Disse massene er vanskelig å benytte. Det må også planlegges hvordan man reduserer for eksempel avrenning av finstoffer fra uttaket som i sin tur kan ha negative miljømessige konsekvenser, for eksempel for fisk i elver pga. avsetning av finpartikler og slam, som i sin tur gir dårlige gyteforhold.

Den vanligste uttaksmetoden for uttak av **fast fjell** er boring og sprengning. Prinsippskissen under viser hvordan en typisk planlegging av uttak av fast fjell over flere nivå bør skje med definert pallhøyde og hyllebredde. Sammenhengen mellom valgt pallhøyde, hyllebredde og total veggvinkel er viktig. Ved å etablere tilstrekkelig brede berghyller sikres stabiliteten og man sørger for adkomst for vedlikehold og rensk av hyller.





Kilde: DMF sin driftsplanveileder 2020.



Vassfjell, Fanzefoss Pukk AS, 21. mai 2019, foto fra DMF.

For uttak av **løsmasser** er det vanlig å drifte uttak fra bunnen av stoffen<sup>6</sup>, som står på forekomstens rasvinkel. Rasvinkelen er den bratteste vinkelen som løsmasser kan ha før utglidning/ras. Slik naturlig rasvinkel varierer mellom ulike typer løsmasser. Undergraving av stoff, dvs. uttak i bunnen av løsmassene, fører til at forekomsten raser ned etter hvert som massene tas ut. Det er viktig at man har en plan for kontrollert ras. En annen drivemetode er uttak med jevn avgraving fra topp og ned, dvs. at man starter fra toppen av et løsmasseuttak og graver nedover. Man fjerner først det overliggende laget av jord. Det er viktig å fjerne tilstrekkelig med jordmasser for å unngå at dette blander seg med løsmassene som skal tas ut gjennom kontrollert ras. Av hensyn til optimal ressursutnyttelse kan det være nødvendig å drive på flere stuffer parallelt slik at ulike kvaliteter kan blandes og omsettes etter markedets behov.

Ved avslutning av løsmasseuttak er det særlig viktig at skråninger er stabile. Helningsvinkel på avsluttet uttak avhenger av type løsmasser og planer for etterbruk av området.

Type løsmasser	Anbefalte bratteste skråningsvinkel (h:l)	Figur
Stein	1:1,5	
Grus	1:2	
Sand	1:2	
Finsand/silt	1:3	

*Tabell 1: Generell anbefaling av største skråningsvinkel for permanente skråninger for ulike typer løsmasser (SVV, Håndbok N200) 1)*

*1) Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt bør skråningshelning vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.*

For å få gjennomført en god avslutning av uttak av fast fjell og løsmasser, er det viktig med langsiktig planlegging for etterbruk og istandsetting av området. Et grunnleggende krav er at området skal ryddes og sikres. I den grad etterbruken er avklart i kommuneplanleggingen mht. arealbruk, skal avslutningen av et uttak legges til rette for slik plan. Dette innebærer imidlertid ikke at avslutningen skal representere selve etterbruken så lenge dette ikke er vedtatt i reguleringsbestemmelsene.

#### Ressursutnyttelse, foredling og logistikk

Egenskapene til og sammensetningen av mineralene i mineralforekomsten er førende for hvilke produkter det er mulig å produsere. For ulike bruksområder stilles det forskjellige krav til kvalitet. For å bedømme kvaliteten til byggeråstoff benyttes metoder som er standardiserte innenfor EU/EØS-området. For tilslagsmaterialer til betong- og vegformål er det strenge krav til geometriske, mekaniske, fysiske, termiske og kjemiske egenskaper. Det er også krav til prøvetaking og kvalitetssikring.

To vanlig brukte laboratorietester som måler motstandsevne mot slitasje og knusing er Los Angeles- og Micro Deval-testene. Los Angeles-testen simulerer påkjeningen som et tilslagsmateriale utsettes for i en vei og man finner materialets motstandsevne mot nedknusing. Micro Deval-testen simulerer den slitasjen et grovt tilslag utsettes for i et mekanisk stabilisert bære- og forsterkningslag.

For å sikre god ressursutnyttelse må man ha et bevisst forhold til bearbeiding av utdrevet masse slik at så stor andel som mulig av forekomsten blir salgbare produkter.

Fast fjell som er utvunnet og skal benyttes til byggeråstoff, knuses normalt til finere fraksjoner. Dette skjer gjerne i flere trinn, først en grovknusing og deretter videre knusing til mindre fraksjoner. «Nullstoffer» kan bli værende igjen som problemmasser som det er vanskelig å benytte. Næringen har imidlertid funnet metoder for å [utnytte nullstoffene kommersielt](#).

<sup>6</sup> Arbeidsfront i uttak.

I dag blir gjerne massene knust i ulike fraksjoner uten behov for mellomtransport av massene. Et eksempel illustreres i bildet under:



Foto fra Veidekke sitt produksjonsanlegg Freste Pukkverk nord for Tønsberg. Kilde: Veidekke AS sin presentasjon på Høstmøtet i Norsk Bergindustri 2019.

#### *Kort om overskuddsmasser fra infrastruktur- og byggeprosjekter<sup>7</sup>*

Store infrastrukturprosjekter og øvrig byggevirkosomhet medfører ofte store overskudd av jord- og steinmasser som ikke er forurenset (anslagsvis i overkant av 30 % av totalt volum byggeråstoff som tas ut årlig). Selv om disse massene kunne blitt gjenvunnet i andre prosjekter, er det grunn til å tro at mye deponeres i dag. Samtidig som rene overskuddsmasser håndteres som problemmasser man må bli kvitt, utvinnes og omsettes det stadig mer mineralsk byggeråstoff fra jomfruelige (in situ) masser.

En tverrdepartemental gruppe ledet av Kommunal- og moderniseringsdepartementet har gitt berørte direktorater og statlige etater i oppdrag å utrede utfordringer og behovet for tiltak for å sikre en bedre håndtering av overskuddsmasser. Resultatene fra prosjektet skal sammenstilles i en rapport som oversendes departementene. Etatene er bedt om å gi en samlet anbefaling til departementene om hvilke tiltak og virkemidler som bør utredes videre eller utarbeides og implementeres av ansvarlig etat. Sluttrapporten skal leveres til departementene i juni 2021.

#### Bakgrunn om naturstein

##### *Statistikk<sup>8</sup>*

Naturstein er en betegnelse på bergarter som kan sages, spaltes eller hugges til plater og emner for bruk i utearealer, bygninger (utvendig/innvendig) og monumenter. Dette inkluderer blokkstein, skifer og murestein.

<sup>7</sup> Tverrsektorielt prosjekt om disponering av jord og stein som ikke er forurenset.

<sup>8</sup> Kilde: Harde Fakta 2019, DMF. Tallene er basert på innkomne driftsrapporter fra den enkelte driver som har rapporteringsplikt til DMF.

Det ble omsatt naturstein for 946 MNOK i 2019, som er en svak økning fra 2018 og representerer 8 % av den totale omsetningen i mineralnæringen. Naturstein ble produsert i alle fylker bortsett fra Oslo. Det er i Vestfold og Telemark omsetningen av naturstein er størst.

#### Samlet mineralstatistikk for naturstein i 2019:

Råstoff	Antall uttak	Antall foretak	Solgt [1 000 tonn]			Salgsverdi [mill. kroner]		
			Innenlands	Eksport	Sum	Innenlands	Eksport	Sum
Naturstein								
Blokkstein	49	38	99	244	343	24	511	535
Murestein	85	78	516	60	576	179	1	180
Skifer	23	21	65	7	71	198	32	231
Total	134	120	680	311	991	402	544	946

#### Utnyttelsesgrad:

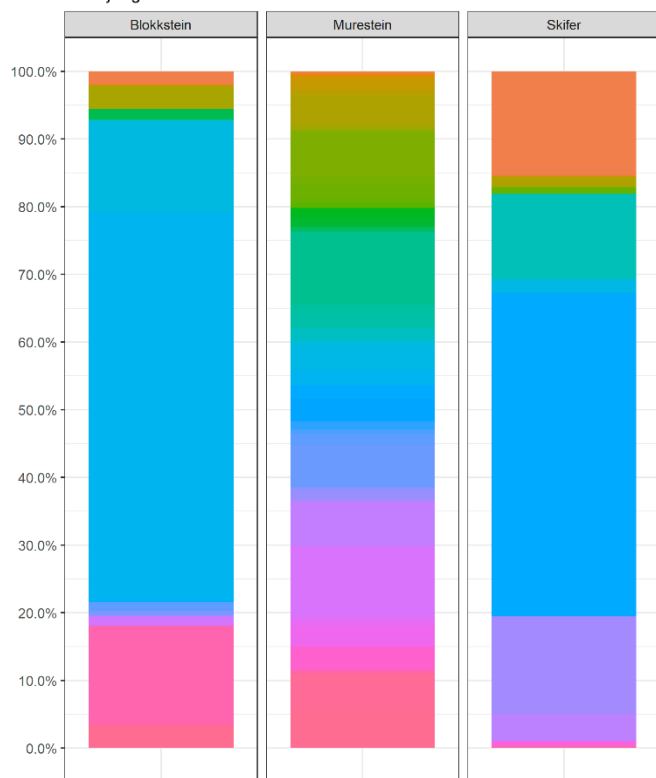
Sammenlignet med byggeråstoff er utnyttelsesgraden liten ved produksjon av naturstein. Data fra de største aktørene innen blokkstein viser at utnyttelsesgraden varierer mellom 5 % og 60 % per uttakssted. I dagens samfunn med økende fokus på miljø og bruk av ikke-fornybare ressurser, er det viktig at næringen finner gode alternativer til bruk av overskuddsmassene. Avhengig av teknisk kvalitet kan disse massene benyttes til en rekke formål, for eksempel byggeråstoff.

#### Sammensetningen av natursteinsbransjen:

For å illustrere sammensetningen av næringen basert på omsetning innenfor de tre kategoriene blokkstein, murestein og skifer, er dette vist som aktørenes andel av omsetningen i hver produktgruppes totale omsetning hvor fargene representerer de forskjellige foretakene:

## Aktørenes størrelse

Forskjellige aktørers relative størrelse



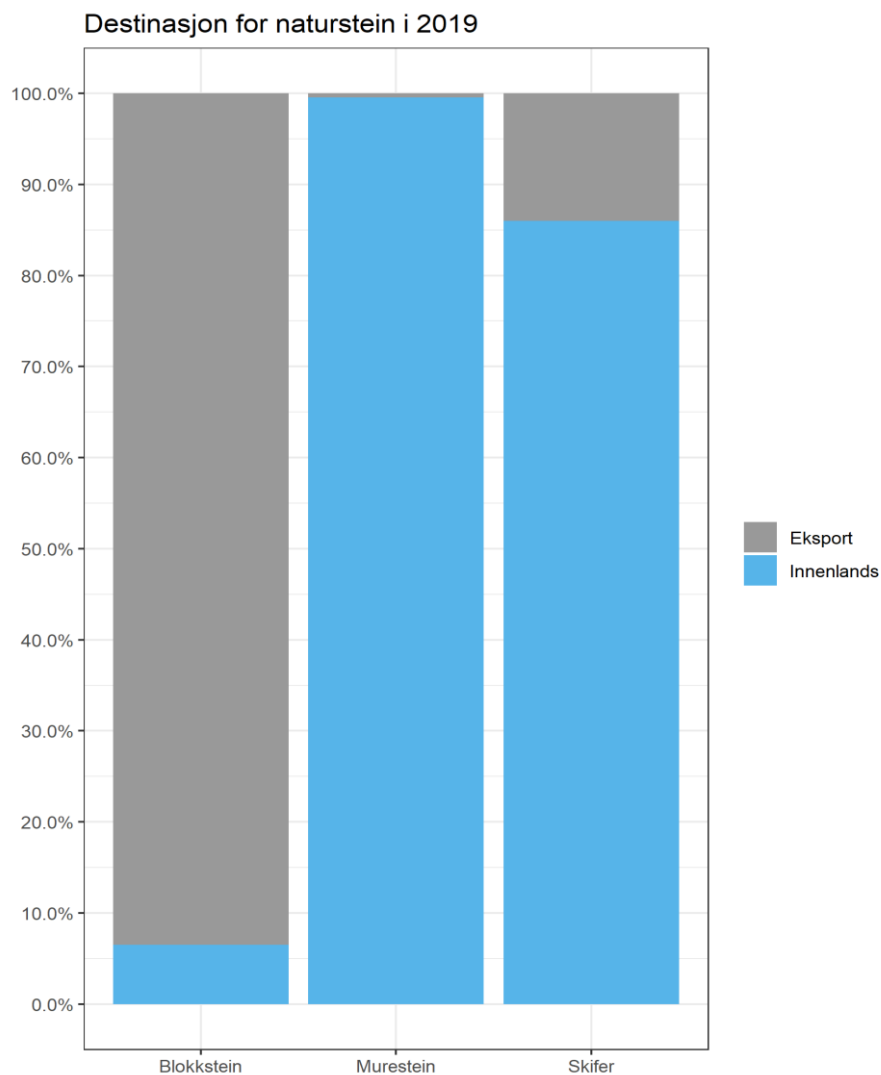
Merk at fargene som representerer foretakene er uavhengig mellom gruppene

Fra dette kan vi lese at det innenfor blokkstein og skifer er noen få og store aktører som står for en stor andel av omsetningen. For murestein er bildet derimot at aktørene er jevnere i størrelse.

### Marked:

Den største andelen av tonnasje omsettes i innenlandsmarkedet, mens salgsværdien er størst i eksportmarkedet. 57 % av omsetningsværdien gikk til eksport i 2019, hvor Vestfold og Telemark sto for 86 % av samlet eksportverdi for naturstein. Det er i all hovedsak blokkstein og en liten andel skifer som eksporteres. Eksempler på bruksområder er fasader, innendørs gulv og utendørs belegg, bord- og benkeplater, tak, mur, brostein, ovner og peiser, skulpturer og gravmonumenter.

Figuren under viser fordelingen mellom innenlands- og eksportomsetningen er fordelt innad i de tre gruppene blokkstein, murestein og skifer:



#### Utvinning generelt og overskuddsmasser

Uttak av naturstein har mye til felles med uttak av fast fjell som benyttes til byggeråstoff, men skiller seg spesielt ut på noen områder:

- Geologien er av større betydning enn for uttak til byggeråstoff. De fysiske og estetiske egenskapene til forekomsten, slik som holdbarhet, struktur og farge, styrer hvordan natursteinsuttak utformes og driftes. Det stilles ofte strenge krav til forekomstene som skal tas ut, for eksempel til renhet, homogenitet og muligheten til å produsere ønskede salgsblokker.
- Uttak av naturstein må gjøres på en skånsom måte. for eksempel ved bruk av vaiersaging med diamantblad kombinert med forsiktig sprengning. Pallehøyden i et natursteinsbrudd tilpasses gjerne de geologiske forholdene og krav til produktene, og høyden er ofte lavere enn for uttak til byggeråstoff.
- Forekomstens kvalitet varierer, og i noen områder er den såpass dårlig at den ikke kan benyttes til formålet. Her kan det sprenges tilsvarende som for uttak til byggeråstoff. Det er viktig å ha god kunnskap om hvordan kvalitetsvariasjoner er førende for uttaksmetodikk, pallehøyde og hyllebredde, og hvordan sikkerhet og stabilitet i bruddet skal ivaretas. For å oppnå høy ressursutnyttelse og god håndtering av overskuddsmasser må dette vektlegges i planleggingen av natursteinsuttak.
- Med god kjennskap til geologien kan man etablere et driftsopplegg som minimerer overskuddsmasser som igjen reduserer behovet for lagring av disse massene. Man kan også unngå å plassere

overskuddsmasser i områder som på sikt hindrer uttak av god kvalitetsstein (nedbygging av ressursen).

Et godt eksempel på hvordan man kan finne løsninger for å unngå at overskuddsmasser fra natursteinsbrudd ender opp som deponeringsmasser, er [samarbeidet mellom Lundhs og Feiring](#), hvor Feiring Bruk nyttiggjør seg overskuddsmassene fra et av Lundhs larvikittbrudd.

Muligheten for å bruke overskuddsmasser fra natursteinsuttak til byggeråstoff avhenger av type bergart. En skifer med høyt innhold av leire vil generere overskuddsmasser som egner seg mye dårligere til byggeråstoff enn en skifer som inneholder kvarts, fordi kvarts er hardere og mer bestandig enn leire, og tåler dermed ytre påvirkninger bedre. Blokksteinen larvikitt er svært godt egnet som byggeråstoff fordi den har et høyt innhold av mineralet plagioklas med høy hardhetsgrad.

#### *Produksjon og videre bearbeiding<sup>9</sup>*

Det er vanlig å dele **blokkstein** inn i harde steintyper (granitt, gneis, kvartsitt, gabbro, larvikitt og anortositt) og myke steintyper (kalkstein, marmor, kleberstein, serpentinit og sandstein). Den tas gjerne ut i store blokker ved en kombinasjon av boring/sprengning og saging. I dag er det vanlig å benytte seg av sag med diamantblad. Når man borer og sprenger er det viktig å ikke knuse steinen - men kutte langs rettest mulige linjer. Borhullene settes ved siden av hverandre slik at de definerer et kuttplan. Noen bergarter er lettere å sprengte enn andre, og avstanden mellom borhullene varierer deretter. Det er viktig å bruke så lite og svakt sprengstoff som mulig. En diamantkledd wire tres gjennom møtende borhull, og ved å stramme wiren etter hvert som den sager kan man lage store snitt på kort tid. I marmor- og kalksteinsbrudd er saging ofte den eneste uttaksmetoden. Etter at primærblokken er løst fra fjellet, deles den videre opp i mindre blokker ved hjelp av boring/sprengning, saging eller ved å slå kiler inn i borhull til steinen sprekker. Blokkene selges for videreforedling, og bearbeides videre til plater og emner i Norge eller utlandet.

**Murestein** er normalt spaltbar/knekkbar stein som eksempelvis benyttes til tørrmuring<sup>10</sup>. Stein til muring har lange tradisjoner i Norge som steingarder, forstøtningsmurer og grunnmurer. På slutten av 1990-tallet ble denne tradisjonen revitalisert. Man fant ut at det var både penere, billigere og bedre å bygge forstøtningsmurer av stein enn betong. For god murestein er det viktig at bergarten har god kløv (kan splittes langs sjikt og lag) og at det er et gunstig mønster av vertikale sprekker vinkelrett på hverandre slik at naturen sjøl gir mest mulig pene og firkantete blokker som løsner når berget sprenges. De fleste gode muresteinforekomster i Norge finner vi i kvartsskifer (slik som Oppdalskifer), gneis og sandstein.

Det er ikke uvanlig at det utvinnes både **skifer** og murestein fra samme uttak. Dette gir en god ressursutnyttelse fordi ikke bare de tynne platene kan utnyttes, men også tykkere blokker. Avhengig av mineralogisk sammensetning finner vi kvartsskifer, glimmerskifer, leirskifer og fyllitt. Skifer benyttes til tak, gulv og fasade. Utvinning av skifer skjer typisk ved uttak av primærblokker som er små sammenlignet med uttak av blokkstein, og som spaltes til gradvis tynnere plater etter naturlige sjikt i steinen. Skifer bearbeides normalt av utvinners til plater og emner før dette selges videre til sluttbruker.

---

<sup>9</sup> <https://www.ngu.no/emne/naturstein>

<sup>10</sup> Tørrmuring vil si å mure med naturstein uten bindemiddel mellom stenene.

Blokkstein:



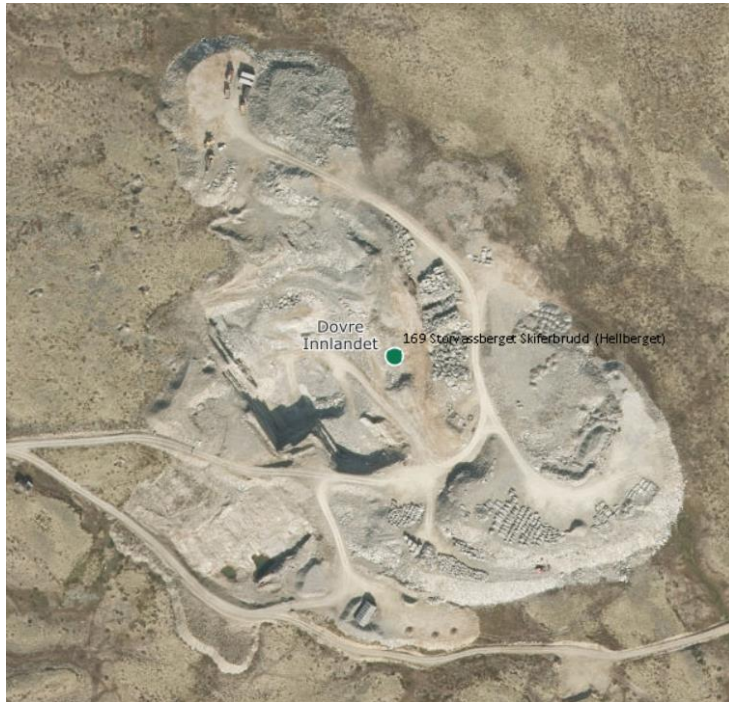
*Klåstad steinbrudd, larvikitt (Lundhs AS).*



*Klåstad steinbrudd, larvikitt (Lundhs AS).*

Skifer:





*Flyfoto av Storvassberget skiferbrudd (Dovreskifer AS). Området er ca. 300 x 300 meter i areal.*



*Norheim Natursten AS.*

Murestein:



*Tørrmurer langs gangfelt i Trondheim.*

## Metallnæringen og introduksjon til gruvedrift

Møtetid: 10:45-12:45

Innleder: Riikka Aaltonen

Formål og tema:

Utvinning av metalmalm.

Bakgrunn om utvinning av malm under jord, oppredning, logistikk og deponering<sup>11</sup>

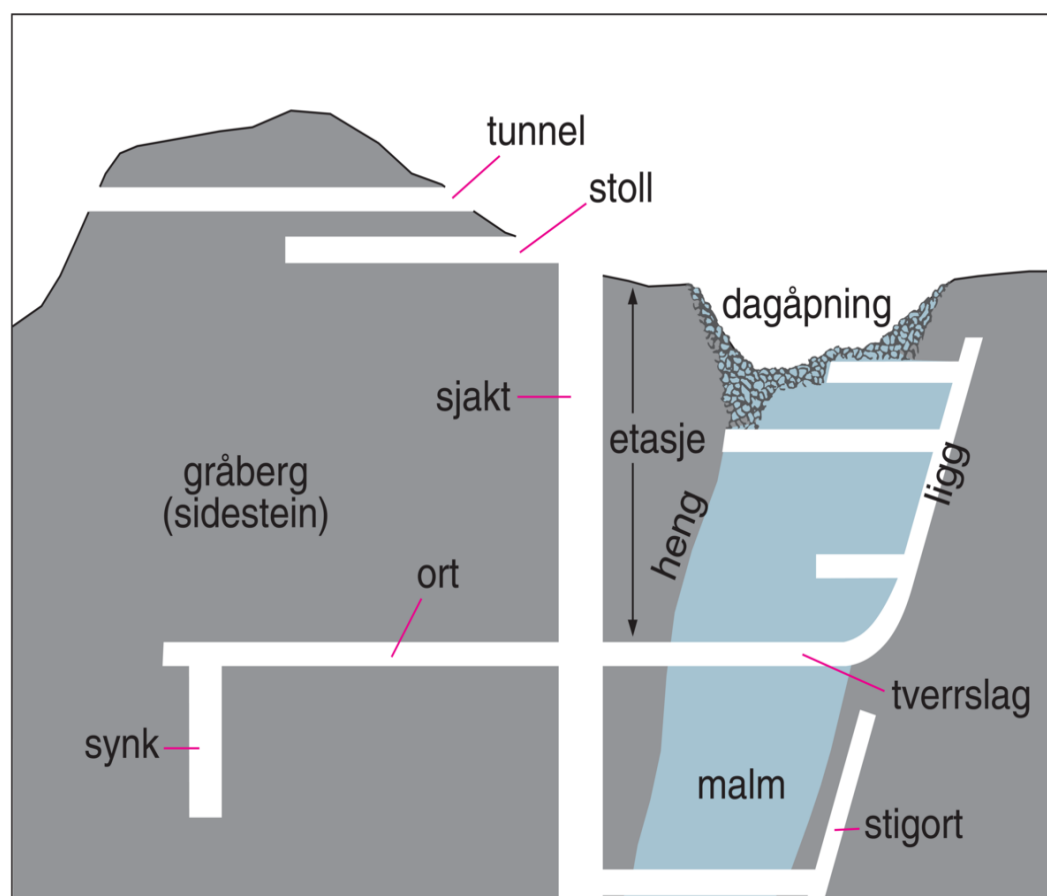
Generelt:

Gruvedrift er uttak av mineraler og malmer i dagbrudd eller i underjordiske gruver. En malmforekomst kan også utvinnes i kombinasjon av dagbrudd og underjordsdrift. Når en forekomst er funnet, vil drivbarheten være avhengig av beliggenhet, størrelse, form og innholdet av økonomiske mineraler (gehalt), samt kostnadene med å utvinne og anrike (opprede) disse til konsentrater. Et omfattende program med kjerneboringer er vanligvis nødvendig for å vurdere de geologiske kvalitetene ved forekomsten (mektighet, urenheter mv.).

Arbeidet med å løsne steinen fra fjellet kalles *bergbrytning*. Brytningsmåten varierer med bergartens hardhet og seighet. Løse bergarter kan brytes med gravemaskiner. Bløte bergarter, som for eksempel kull, blir gjerne tatt ut med kuttmaskiner. De fleste malmer må bores og sprenges selv om store fullprofil boremaskiner har fått større anvendelse ved ort- og tunneldrift.

Om underjords malmgruver:

For drift under jord åpnes forekomsten ved hjelp av en rekke stoller, orter og/eller sjakter, som tjener til atkomst, transport, undersøkelser (oppfaring) og drift. Se prinsippskissen under for terminologi:



<sup>11</sup> Kilder: Store norske leksikon og «Innføring i underjords gruvemetoder», NFF 2013.

En *stoll* har bare én utgang i dagen, mens en *tunnel* har utgang i to ender. En *ort* har ikke utgang i dagen og kalles *feltort* hvis den går langs malmkroppen, og *tverrslag* hvis den går med stor vinkel mot malmkroppen. Drives orten oppover, kalles den *stigort*, og nedover *synk*. Større synker i retning fra dagen, kalles *sjakter*.

Drivingen av de nødvendige orter og synker for malmbrytningen, kalles *fordrings- og oppfaringsarbeider*. Disse har også til formål å kartlegge malmens forløp i detalj ved hjelp av oppboring og prøvetaking.

Ved oppfaringen blir malmen inndelt i etasjer, og hver etasje inndeles i blokker.

De åpne rommene som dannes ved drift av blokkene kalles *strosser*. Strossedriften skjer etter forskjellige metoder, avhengig av malmens mektighet, fall og gehalt. Særlig er styrken til sideberget på hengsiden av malmen viktig for valg av brytningsmetode.

Transport av løsbrutt materiale i gruen kalles *fordring*, transport av mennesker *faring*. Horisontal transport foregikk tidligere som regel i vogner som gikk på skinner, og med lokomotiver som trekkraft. Nå brukes i hovedsak trucker, dumpere, hullastere og annen sporfri transport, gjerne med elektrisk kraft. Transportbånd benyttes også.

I sjakter skjer transporten ved hjelp av heiseinnretninger, som enten har en kurv som kan ta én eller flere vogner, som fylles fra spesielle tappeinnretninger nede i sjakten og som tippes automatisk på toppen av den.

I en gruve kan ventilasjonen enten være naturlig eller kunstig. Naturlig ventilasjon oppstår når gruen har minst to dagåpninger i forskjellig høyde over havet. Kunstig ventilasjon oppnås ved hjelp av suge- eller trykkvifter.

Vanntilsiget i gruver kan ofte være betydelig. Arbeidet med å bli kvitt vannet kalles *lensing*. Hvis terrenget tillater det, driver man inn en stoll for å få avløp for vann fra overliggende gruverom. Der dette ikke er mulig, pumpes vannet opp gjennom sjakten.

#### Noen underjords brytningsmetoder:

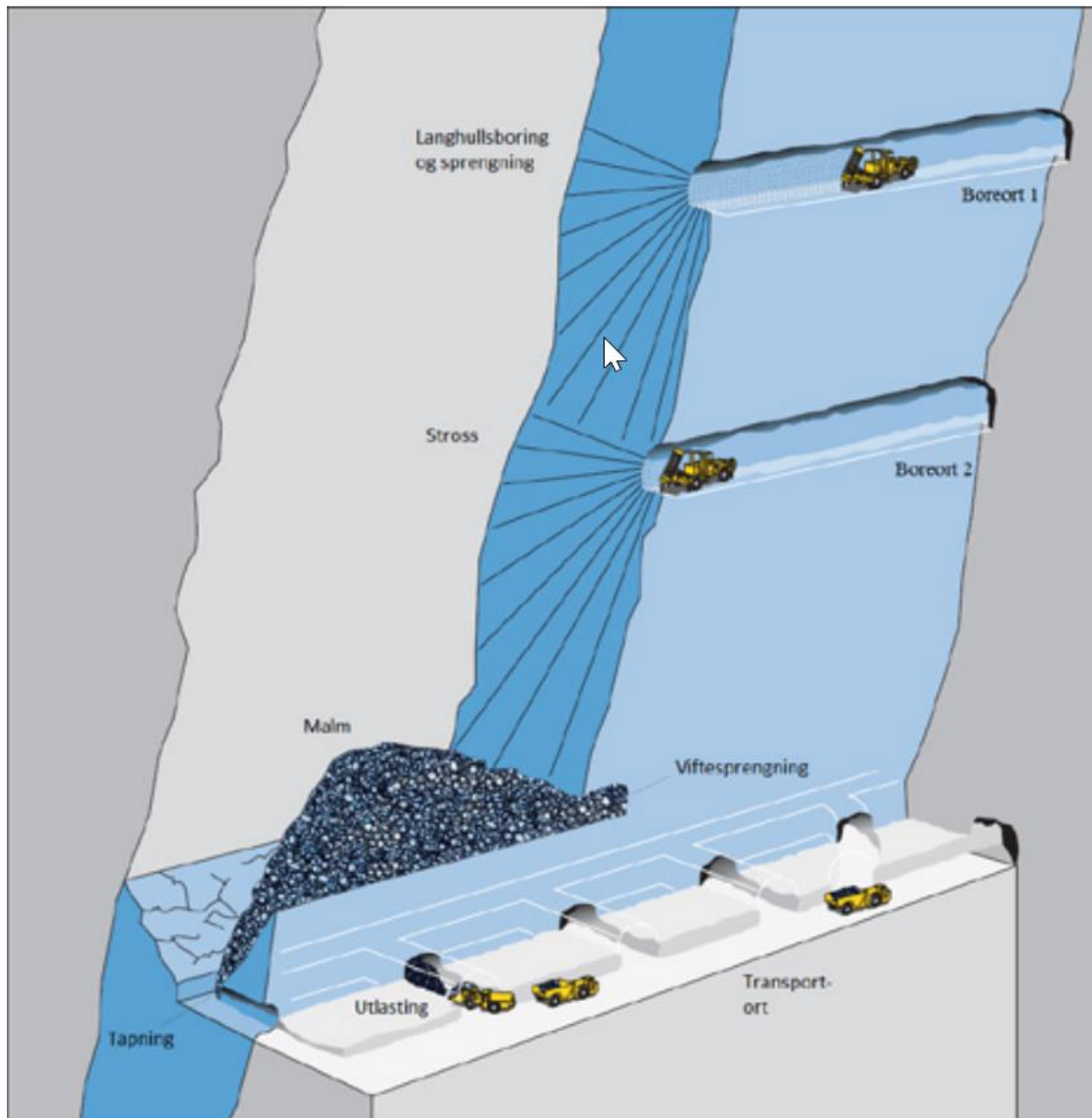
I harde bergarter kan det brytes i åpne strosser med gjensetting av bergfester for å holde taket oppe. I middels harde og plastiske bergarter<sup>12</sup> må strosserommene forstøttes kunstig, enten ved fortørring, ved muring, ved forbygning med jern og betong, eller ved gjenfylling med gråberg fra dagen, etter hvert som malmen tas ut. Tar man bare ut en del av den løsbrutte malmen under brytningen og resten først når strossen er drevet opp til overliggende etasje, betegnes metoden *magasinrossing*.

*Skivepallbrytning* kan benyttes til å utvinne mineralressurser som har steil orientering og jevn grense mot omliggende berg. Det omliggende berget må være stabilt og kompetent nok til å kunne stå usikret etter hvert som mineralressursen drives ut. Malmkroppen blir delt inn i separate blokker eller seksjoner hvor det drives ut malm (strossing). Mellom hver strosse blir malmseksjoner brukt som søyler til å støtte hengen. Søylene blir vanligvis utformet som vertikale pilarer på tvers av malmkroppen. Horisontale seksjoner av malm blir også etterlatt som horisontale pilarer.

Figuren under viser prinsipielt hvordan mineralutvinning gjennomføres med skivepallbrytning. Malmen drives ut i store åpne strosser, som vanligvis gjenfylles. Det bores vifter til sprengstoff fra en eller flere boreorter. Når dette sprenges utnyttes gravitasjon slik at malmen raser ned til et lavere nivå hvor utlasting foregår:

---

<sup>12</sup> Bergarter som blir omdannet til en seig væske istedenfor å sprekke opp ved tilstrekkelig høyt trykk og temperatur.

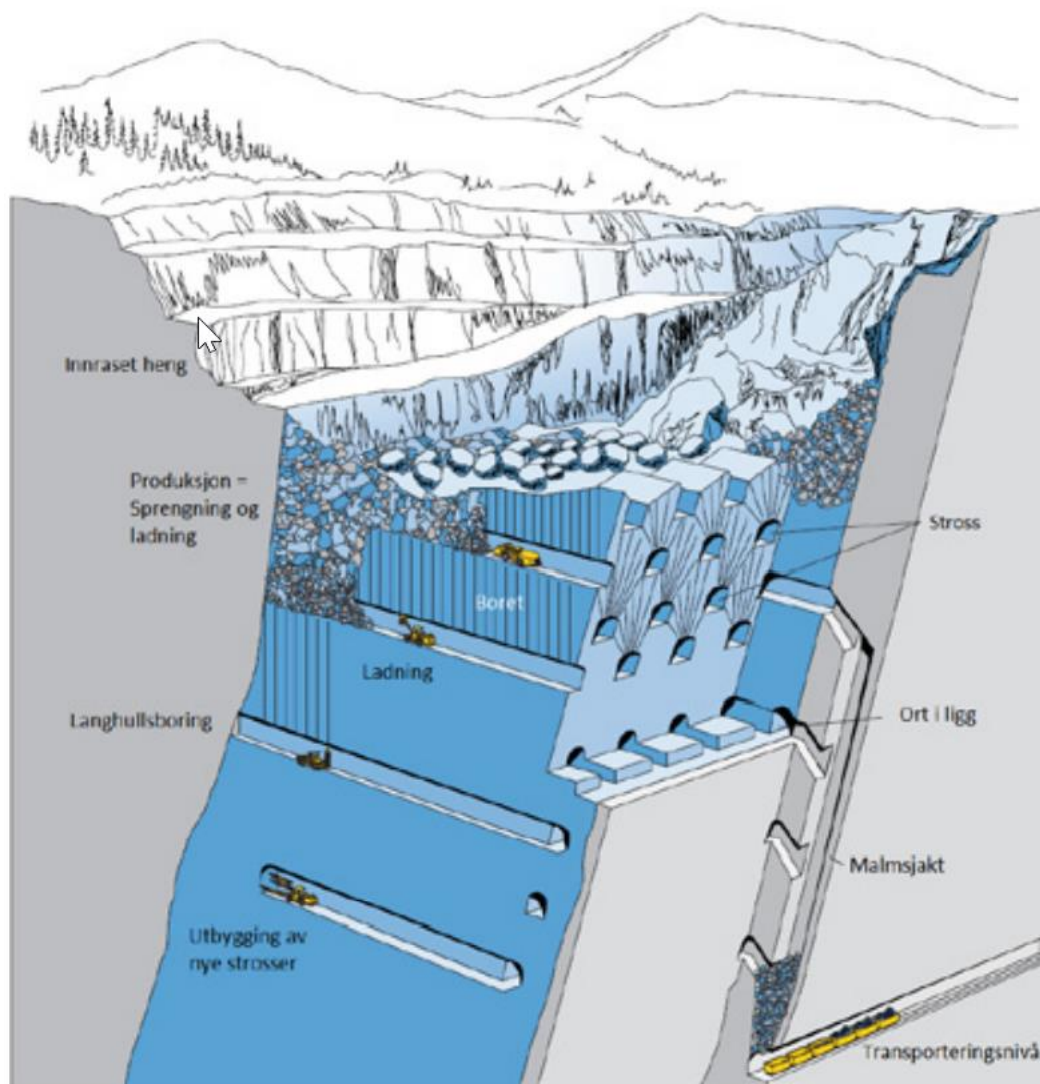


I løse bergarter kan det under gunstige forhold anvendes *rasbrytning*, det vil si at man ved å drifte rundt større malmpartier med orter og åpne strosser kan få disse malmpartiene til å gå i ras etter et på forhånd fastlagt program. Samtidig som malmen raser, knuses den også opp.

*Skiverasbrytning* er en utdrivingsmetode som egner seg til dype og mektige ressurser og malmkropper med bratt fall, og hvor malmen er stabil nok til at strosser i malmkroppen kan stå mer eller mindre usikret, med kun sporadisk bruk av bolting<sup>13</sup>. Hengen sprenges forsiktig for å initiere kollaps, noe som også tilsier at setninger og oppsprekking opp til dagen må tolereres. Hengen må kollapse meget kontrollert og uten for høy innblanding av omliggende gråberg som kan forringe malmen.

Figuren under viser prinsipielt hvordan mineralutvinning gjennomføres ved skiverasbrytning:

<sup>13</sup> Sikring kan skje på flere måter. Ved bolting bores det hull inn i fjellet. Deretter føres en polyesterpatron inn i hullet. En polyesterpatron er delt på langs med en del lim og en del herder. Når bolten skrues inn, blandes lim og herder slik at den i løpet av ett minutt sitter helt fast. Så festes en plate utenpå bolten på utsiden. Den farlige delen av steinen blir da presset inn mot resten av fjellet. En slik bolt kan holde mellom 15 og 20 tonn stein.



Det finnes flere underjords brytningsmetoder, blant annet gjenfyllingsbrytning, «vertikal tilbake strossing» (VRS), «Longwall Mining» og «Rom og pilar».

#### Oppredning; anrikning av malm:<sup>14</sup>

*Oppredning* er en samlebetegnelse på flere metoder for utskilling av utnyttbare mineraler i en malm, for eksempel jern. Anlegg for oppredning legges gjerne nær gruve eller brudd for å spare transport av gråberg, og regnes derfor som en del av bergverksdriften. Teknisk sett skiller knusingen av malmen oppredningen fra gruvedriften.

En av utfordringene til oppredningsprosessen, er å frigjøre og anrike malmmineralene for å fremstille produkter som er tilpasset industriell anvendelse. Ulike anrikingsmetoder brukes for å oppnå ønsket resultat, avhengig av malmens konsistens og mineralsammensetning. Det første trinn i oppredningen er nedknusing og maling til en finhetsgrad som blottlegger de enkelte mineralkornene. Separasjon av de forskjellige mineralfraksjonene kan så foregå på grunnlag av forskjell i egenvekt, magnetisme eller overflatekjemiske egenskaper.

Forskjeller i egenvekt kan utnyttes ved *vasking eller behandling i luftseparatorer*.

<sup>14</sup> Snl.no

*Magnetisk separasjon* kan brukes når mineralene har forskjellig magnetisk permeabilitet. I separatoren passerer finknust malm et magnetisk felt hvor sterkt magnetiske materialer trekkes ut.

Magnetisk separasjon har stor betydning for anrikning av ferromagnetiske jernmineraler som magnetitt, men separatorer med høy feltstyrke er også tatt i bruk i oppredning av paramagnetiske mineraler, herunder jernmalmer som hematitt, limonitt og sideritt. Anrikning av jernmalm som inneholder magnetitt og hematitt kan foregå ved at grovknust malm først fraktes fra bruddet til oppredningsverket, og tømmes i siloer for mellomlagring. Malmen fordeles fra siloer og til møller hvor den blandes med vann og males til små partikler. Den våte slurryen pumpes videre gjennom rør og fraktes gjennom magneter for magnetseparasjon.

*Flotasjon* er den viktigste oppredningsmetoden for fattige malmer. Metoden ble første gang brukt teknisk omkring 1914 og brukes nå ved konsentrering av nesten alle slags mineraler, og ved separering av mange stoffer i kjemisk industri.

I en flotasjonscelle slemmes<sup>15</sup> nedknust malm i vann. Partiklene i ett eller flere mineraler, oftest de verdifulle, heves til overflaten ved hjelp av innblåste luftbobler, hvor de samles i et skumlag og strykes av celletoppen. Resten av malmpartiklene, oftest avgangen, som ikke har noen tiltrekning til luftboblene, synker og fjernes etter hvert fra cellebunnen. Flotasjon skyldes at forskjellige mineraler og kjemiske forbindelser fuktes ulikt av flotasjonsvæsken. Væsken er tilsatt høymolekylære organiske forbindelser kalt samlere som danner en vannavstøtende film på overflaten av visse mineraler. Her kan luftbobler feste seg, slik at partiklene flyter til overflaten. Partikler som lett fuktes har derimot liten affinitet til luftboblene og synker til bunns. Samlernes virkning kan justeres med små mengder andre stoffer kalt styrere. Flotasjonsvæsken inneholder også skumdannere som nedsetter grenseflatespenningen mellom luft og væske.

#### Logistikk:

Aktiviteten i malmgruver må samordnes med operasjonene ved oppredningsanlegget for å sikre god logistikk og leveransepresisjon til kunde. Det er viktig å ha grundige og detaljerte kunnskaper om malmreservene, kvaliteten på mineralressursene og en pålitelig prosess ved oppredningsanlegget. Dersom malmressursen utvinnes suksessivt fra flere produksjonssteder økes produksjonskapasiteten og man får en jevnere tilgang på malm og dermed bedre logistikk. Oppredningsverkets plassering i forhold til markedet er også viktig for god logistikk. Oppredningsverk som ligger kystnært er gunstig med tanke på mulighet for frakting med skip.

#### Avgangsmasser og deponering:<sup>16</sup>

Overskuddsmasser er gråberg/vrakstein fra gruvedrift og avgangsmasser fra separasjonsprosesser. Gruveavgang vil i stor grad være nedmalt stein. Gråberg og vrakstein kan ha anvendelse i bygging av infrastruktur i eller utenfor gruve, som byggeråstoff, dersom det er marked for slike masser. Alternativt anlegges egne gråbergdeponier.

Avgangsmasser består av finmalte restmineraler samt eventuelle tilsetningsstoffer der dette benyttes i oppredningsprosessen. Deponering av avgang fra metallgruver skjer i Norge i hovedsak i sjø, men også i landdeponi og ferskvannsdeponier og ved tilbakefylling. Deponering medfører inngrep i naturen uansett hvilken løsning som velges. Dype norske fjorder kan gi mulighet for stabil deponering av overskuddsmasser. Deponering på land, som er alternativet, kan mange steder i Norge være krevende ikke minst i kystområder med lite flatt terreng, og det medfører store arealbeslag. Landdeponier kan ha utfordringer med avrenning av tungmetaller og støvdannelse.

Landdeponier kan gi stabilitetsmessige utfordringer. På verdensbasis skjer det større dambrudd hvert år, med store miljømessige og menneskelige konsekvenser. Erfaringer viser at deponeringer i vann kan gi bedre stabilitet og mindre forurensning av tungmetaller. Samtidig er det risikofaktorer ved sjødeponi. Blant annet

---

<sup>16</sup> Norskbergindustri.no

knyttet til partikkelspredning og hvor lang tid det tar å reetablere livet på havbunnen. Det kan også være begrenset kunnskap om livet på havbunnen, og mer ressurskrevende å fremskaffe slik kunnskap.

Naturgitte forhold avgjør hvilken deponiløsning som er best for hvert enkelt prosjekt. Man må vurdere sårbarhet i naturen, tilstedeværelse av sårbare arter, ev. gyteområder i sjø, stabilitet, mineralenes egenskaper, vannforhold eller hydrologi, topografi, kjemikalier og driftsmessige forhold som transportavstander før man bestemmer seg.

Kisholdige<sup>17</sup> gråbergsdeponier og avgang fra kisholdige gruver er blant de deponiene som gir de største miljøutfordringene. Oksidering av pyritt ( $\text{FeS}_2$ ) gir forsuring og frigivelse av tungmetaller. For å unngå oksidasjon må avgangen lagres i et reduserende miljø. Alternative lagringssteder med reduserende miljø kan være en tett dam på land eller fjorddeponi.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> Sulfidmineraler er mineraler der et metall er bundet til svovel. Mange av sulfidene er viktige ertsmineraler, og har vært brutt og smelta i Norge gjennom århundrer. De viktigste er svovelkis, kopperkis, magnetkis, sinkblende, molybdenglans og blyglans.

<sup>18</sup> <https://miljoringen.no/wp-content/uploads/2015/03/Dag-2-06-Therese-Flaathen-Loe.pdf> Gråberg er den ikke-malmførende delen av berget, mens avgang er gråberget fra oppredningsprosessen (avfallet).



## Møte med mineralnæringen

Møtetid: 13:00-15:00

### Innledere fra Norsk Mineral AS:

- Kyrre Olaf Johansen, konsernsjef
- Trond Watne, geolog

### Formål og tema:

Mineralnæringen og utvinning, foredling, logistikk, ringvirkninger, markeder og finansiering.

### Bakgrunn om industrimineraler

Industrimineraler er mineraler og bergarter som utvinnes på grunn av sine fysiske og kjemiske, ikke-metalliske egenskaper. Industrimineraler utvinnes fra fast fjell fra dagbrudd og underjordsgruver. Ved uttak av industrimineraler er forekomstens kvalitet (fysiske og kjemiske egenskaper) styrende for gjennomføringen. Det er spesielt viktig å kjenne godt til kvalitetsvariasjoner, anvendt «cut-off»<sup>19</sup> og utaksmetodikk forbundet med dette. Ofte er det drift på flere stuffer (eller tilsvarende i underjordsgruve) samtidig for å optimalisere ressursutnyttelsen ved å blande kvaliteter. Håndtering av overskuddsmasser (gråberg) må også planlegges godt.

I likhet med metaller må industrimineraler i de fleste tilfeller bearbeides før de er salgbare. Graden av og formen for bearbeiding varierer avhengig av både type industrimineral som utvinnes og hva det skal benyttes til. Kalkstein som brukes i sement bearbeides i en sementfabrikk som krever store mengder energi. Kalkstein kan også benyttes som eksempelvis landbrukskalk for å oppnå vekstfremmende pH- verdi i jorda, noe som ikke krever særskilt bearbeiding etter knusing.

Andre industrimineraler brukes som innsatsfaktorer til produksjon av spesialiserte og høyteknologiske produkter der selv mikroskopiske mengder urenheter kan ha stor betydning. Eksempler er kvarts til bruk i solceller eller optikk.

Se for øvrig bakgrunnsnotatet om næringen for en beskrivelse av ressurser og marked for industrimineraler.

---

<sup>19</sup> Det minste innholdet (gehalten) av et mineral som kreves for å gjøre forekomsten drivverdig.

## Overblikk over mineralnæringen

Møtetid: 15:00-15:45

Innleder: Kurt Aasly, førsteamanuensis ved NTNU, Institutt for geofag og petroleum

Formål og tema: Overblikk over mineralnæringen.

## Møte i utvalget

Møtetid: 16:00-17:00

Formål og tema: Utvalget oppsummerer møtene.



NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
- NGU -

# NOTAT

---

Til: Minerallovsutvalget  
Fra: NGU

Dato: 12.11.2020

---

## Det norske mineralressurspotensial. Underlag for NOU

---

### Innledning

Norske mineralske ressurser i form av metaller, industrimineraler, byggeråstoffer og naturstein har blitt produsert og utnyttet til forskjellig formål gjennom mange hundre år. Den tidligste produksjonen var knyttet til lokal utnyttelse av myrmalm for jernproduksjon, men senere kom flere råvarer til. Mange av Norges tidligste industrisamfunn var basert på gruvedrift, med jernproduksjon i Arendal-området, sølvproduksjon i Kongsberg og kobberdrift på Røros og flere andre plasser, som gode eksempler. Gruvedriften ga opphav til en betydelig smelteverksnæring som fortsatt i dag er et viktig norsk næringsområde, og raffinering av mineraler og metaller er Norges største eksportnæring, etter petroleumsprodukter og fisk.

Norge har også i dag en betydelig mineralproduksjon. Produksjonen dekker alle råvaretyper fra metaller (jern, titan, molybden) og industrimineraler (karbonater, kvarts, grafitt, nefelinsyenitt, olivin) til natur- og byggestein og byggeråstoffene grus og pukk.

Det norske mineralpotensial er ikke uttømt. Flere prosjekter er under utvikling og viser at kommersiell leting pågår og gir resultat. Potensialet for å utnytte de geologiske ressursene vil bestandig avhenge av det norske og globale samfunnets varierende behov og utvikling. Leteaktivitet og sannsynligheten for nye funn vil avhenge av rammeverk og tilrettelegging, geologisk kunnskapsgrunnlag og hvilke verktøy som benyttes i leting. Dagens letemetoder omfatter både geofysikk, geokjemi, diverse prøvetaking inklusiv kjerneboring, avansert analyse, testing og modellering. Skal vi finne nye metallforekomster krever det sannsynligvis leting på stadig større dyp, både i norsk og internasjonal sammenheng.

## Ressurspotensial

### Metaller

**Metalliske mineraler inneholder metaller. Alle metaller med egenvekt over 5 g/cm<sup>3</sup> samt metallene titan og arsen er definert som Statens mineraler. Metaller utvinnes i hovedsak for å utnytte deres fysiske egenskaper; metallene er skinnende, duktile, smibare og gode elektriske ledere. Enkelte metaller anvendes i tillegg til framstilling av ikke-metalliske produkter, som for eksempel titan som også brukes til framstilling av fyllstoff. Prisene for metallene er i stor grad avhengig av tilbud og etterspørsel og bestemmes i hovedsak på internasjonale metallbørser.**

### Jern

En enkelt jerngruve er i drift i Norge i dag, Rana gruver på Storforshei øst for Mo i Rana. Jernoksidene hematitt og magnetitt blir utvunnet, og de påviste ressursene er tilstrekkelige for mange ti-års drift med dagens produksjon. Tilsvarende jernforekomster finnes jevnt fordelt langs den kaledonske fjellkjeden fra Hattfjelldal lengst sør i Nordland til Tromsø i nord. Enkelte av disse fører i tillegg fosformineralet apatitt.

Jernmalmen i Bjørnevann ble oppdaget ved Kirkenes i Sør-Varanger i 1865 og ble i første omgang drevet fra 1910 til 1997. Gruvedriften ble tatt opp igjen i 2009. Etter stans i produksjonen i 2015 er det nå planer om gjenåpning. Ressursene er på flere hundre millioner tonn, og lokaliseringen er gunstig i forbindelse med en åpning av nordøst-passasjen som vil forkorte transporten til marked i Asia.

### Jern-titan og titan

Omtrent 300 jern-titan og titan forekomster er registrert i Norge. Den viktigste er Tellnes ilmenittforekomst som er i drift i Sokndal i Rogaland. Ilmenitt-konsentratet går i hovedsak til pigmentproduksjon ved Kronos Titan AS i Fredrikstad. Gruven leverer ca 5 % av verdens titanråstoff. Nærmere Egersund finnes det lagdelte dypbergarter som er anrikt på ilmenitt (Fe-Ti oksid), fosformineralet apatitt og vanadium-førende magnetitt. Mineraliseringene undersøkes kommersielt og kan være svært store. En rekke andre ilmenittforekomster, som dels er anrikt på apatitt, finnes i Vestland, Møre og Romsdal, Vesterålen og Oslofeltet.

En annen viktig titanressurs i Vestland består av rutil (titanoksid). Den største kjente rutilforekomsten er Engebø i Sunnfjord kommune hvor to selskaper jobber med utvikling av forekomsten. I tillegg til titanmineralet rutil inneholder Engebø store mengder av industrimineralet granat, og det forventes at de to kan produseres parallelt. Det er stort potensial for tilsvarende rutil-granat forekomster i eklogitt i andre deler av Vestland.

## Nikkel-kobber ± PGE

Nikkel-kobberforekomster opptrer i grønnsteinsbelter på Finnmarksvidda, i bergartskomplekser i Sør-Norge og i den kaledonske fjellkjeden. I tillegg til nikkel og kobber kan disse mineraliseringene føre økonomisk interessante verdier av platinagruppens metaller (PGE) og kobolt. Norge var verdens største nikkelprodusent i siste halvdel av 1800-tallet da flere forekomster i Sør-Norge var i drift, og aktiv prospektering pågår i disse områdene; f.eks. Ringerike og Espedalen.

Bruvannforekomsten ved Ballangen i Narvik var den siste nikkelforekomsten i drift inntil den ble nedlagt i 2002. Det er betydelige gjenstående ressurser i Bruvannforekomsten, og det finnes andre tilsvarende interessante nikkelmineraliseringer i Nordland. I Nord-Finland er det gjort flere svært interessante funn av nikkel-kobberforekomster de senere årene, og det indikerer at det er stort potensial for tilsvarende forekomster i sammenlignbare geologiske enheter på Finnmarksvidda selv om bare mindre mineraliseringer har blitt påvist der så langt.

## Kobber, sink og bly

Det finnes en rekke sulfidforekomster med basemetallene kobber, sink og bly i den kaledonske fjellkjeden fra Karmøy i Rogaland i sør til Birtavarre-Vaddas i Nordreisa i Troms i nord. De har fra midten av 1600-tallet dannet grunnlaget for mange kjente gruvesamfunn som for eksempel Folldal, Røros, Løkken, Røyrvik og Sulitjelma. Den største forekomsten er Løkken med totalt 30 Mt med 2,3 % kobber og 1,8 % sink, og totalt ble det tatt ut 24 Mt malm over en periode på 333 år (1654-1987). Den siste kisgruva som ble lagt ned i 1998 var Jomaforekomsten i Trøndelag. En ny oppstart av denne planlegges i samarbeid med gjenåpning av en nærliggende forekomst (Stekenjokk-Levi) i Sverige. Samtidig er det økt interesse for undersøkelser og oppstart også på flere av de andre forekomstene i dag. En av årsakene til dette er at de kan føre anrikninger av kobolt som er et kritiske metall i moderne batteriteknologi. I tillegg kan slike forekomster også inneholde økonomisk interessante mengder av sølv og/eller gull. Disse sulfidforekomstene er typisk dannet i forbindelse med vulkansk aktivitet på havbunnen slik som sulfidmineraliseringer langs den midt-atlantiske spredningsryggen dannes i dag. Senere omdanning og stor-skala tektoniske bevegelser førte disse forekomstene opp på land og gjorde dem tilgjengelige for utvinning i vår tid.

## Kobber og kobolt

Nussirforekomsten ved Repparfjord i Finnmark er Norges største kobberforekomst med 72,6 Mt malm med 1,14 % kobber og i tillegg anrikninger av sølv og gull. Nussir ASA har alle formelle tillatelser og planlegger å starte opp i nær framtid. Flere mindre kobbermineraliseringer finnes i tilsvarende bergarter i Troms-Finnmark. Skuterud koboltforekomst på Modum i Viken er den eneste gruva som har vært drevet på kun kobolt. Den inneholder i tillegg økonomisk interessante verdier av kobber.

### Kobber-gull og gull

Bidjovagge gull-kobber forekomst nord for Kautokeino på Finnmarksvidda er den eneste gullgruven som har vært i drift i nyere tid. Den ble startet som en kobbergruve i perioden 1971-75 før det finske selskapet Outokumpu OY overtok den i 1985 og drev den som en gullgruve fram 1991. Et selskap har utvinningsrett til de gjenværende ressursene. Gullmineraliseringene opptrer langs store regionale strukturer som fortsetter sørover inn i Nord-Finland, hvor det er drift på liknende gullforekomster i dag. Gullmineraliseringer finnes også en rekke andre steder i landet, som ved Eidsvold i Viken, på Bømlø i Vestland og Bindal sør i Nordland. Dette er forekomster som er rike på gull, men gjerne for små for utvinning i dag. Raitevarriforekomsten sør for Karasjøk er en kobber-gull-mineralisering som kan være stor.

### Sjeldne jordartsmetaller (REE) og andre spesialmetaller

De klart mest interessante forekomstene av sjeldne jordartsmetaller (REE) finnes i Fensfeltet ved Ulefoss i Telemark. Tidligere har det vært drift på jern (1657-1959) og niob (1953-1965). I dag er det andre deler av karbonatbergartene i Fensfeltet som er interessante på grunn av innholdet av REE. En rekke undersøkelser er gjennomført i privat og offentlig regi og kommersiell leteaktivitet pågår. NGU boret i 2018 to lange kjerneborehull som viser at REE-mineraliseringene fortsetter ned til minst 1000 meters dyp. Andre REE-mineraliseringer som også kan være anrikt på andre spesialmetaller er kjent fra bergarter i Oslofeltet og Høgtuva ved Mo i Rana i Nordland. Mineraliseringene i Oslofeltet fører også niob og Høgtuvaforekomsten inneholder lettmetallet beryllium. Scandium-mineraliseringer er kjent i en rekke pegmatitter i Telemark og i albititt på Finnmarksvidda.

### Molybden og wolfram

Norges største molybdenforekomst er Nordli som ligger i Hurdal i Viken. Norsk Hydro undersøkte området i perioden 1978-83 og påviste en ressurs på 200 Mt med 0,14 % Mo. I Agder og Telemark finnes en rekke mindre molybdenforekomster som tidligere har vært i drift. De største av disse ligger i Knaben i Kvinesdal kommune, og mindre uttak pågår fortsatt ved en av disse.

### Industrimineraler

**Industrimineraler er en fellesbetegnelse for mineraler og bergarter som ikke utvinnes for deres innhold av metaller, men har direkte industriell anvendelse i kraft av mineralenes fysiske og kjemiske egenskaper. I henhold til Mineralloven er industrimineraler grunneiers eiendom. Eksempler på industrimineraler er**

**karbonatmineralene kalsitt og dolomitt som brukes som hvit «filler» i plast, papir, maling og matvarer, til sement og jordforbedring, og til en lang rekke spesialformal. Dolomitten brukes til produksjon av magnesia. Som kalkstein og marmor brukes karbonatbergarter også som fasade- og bygningsstein.**

**Typisk vil den kjemiske renheten til et industrimineral, kornstørrelsen, kornformen og teksturen være avgjørende for både bruken av råstoffet, prisen på råstoffet, drivverdigheiten til forekomsten og for om mineralinnholdet i det hele tatt er salgbart.**

#### Karbonater

Karbonatmineralene er omsetningsmessig de viktigste industrimineralene i Norge. Det drives aktivt på mellom 10 og 20 forekomster av kalsitt og dolomitt, og i tillegg til en eksportrettet produksjon betjener industrien en stor innenlands verdikjede. Norge har et stort potensial for å utvikle nye karbonatforekomster til ulike formål. Karbonatbergarter forekommer i ulike kvaliteter i store deler av landet, og nye metoder for prosessering av karbonatressursene kan skape ytterligere vekst til næringen.

#### Kvarts og kvartsitt

Norge har en viktig produksjon av kvarts og kvartsitt til ulike formål, og en stor nedstrøms industri som er avhengig av primærproduksjonen. Kvarts har en mengde anvendelser fra glass og smelteverksindustri til farmasi og elektronikk. Spesielt høyrene kvaliteter som er nødvendige for produksjonen av avansert elektronikk og solceller har høy verdi, og regnes ikke som et lett tilgjengelig råstoff. Det er flere prosjekter som er aktive med å utvikle høykvalitets kvartsforekomster, og Norge har mange veldokumenterte forekomster i alle kvaliteter som kan tenkes å bli utnyttet i fremtiden.

#### Grafitt

Høy-kvalitets grafitt er spesielt viktig for det grønne skiftet og grafitt utgjør en viktig komponent i mobil batteriteknologi. Norge produserer denne typen grafitt i Trælen på Senja. Trælen er en av fire aktive europeiske grafittgruver, og den eneste som har vært i kontinuerlig drift de seneste årtier. Det er et veldokumentert potensial for flere drivbare forekomster spesielt i nordlige Nordland og i vestlige Troms, og kommersielle aktører har vært aktive gjennom flere perioder.

#### Olivin

Norge er verdens største produsent av industrimineralet olivin, som i dag produseres i Åheim. Olivin brukes primært i smelteverksindustrien, men benyttes også i noen grad til

miljøformål. Det er mange kjente forekomster, spesielt i Møre og Romsdal, hvor flere forekomster har vært i drift. Det har i tillegg vært produsert olivin fra Bruvann nikkelforekomst i Råna, sørvest for Narvik, og flere norske regioner er i utgangspunktet prospektive for olivin. Kvalitet, produksjonskostnader og markedstilgang er imidlertid viktige parametere, som for alle andre industrimineralforekomster.

#### Nefelinsyenitt

Norge er også Europas største produsent av nefelinsyenitt, og den norske produksjonen kommer i sin helhet fra forekomsten i Lillebukt på Stjernøya i Finnmark. Nefelinsyenitt er et viktig råstoff i glass og keramisk industri, og produksjonen fra Stjernøya går i sin helhet til eksport. I tillegg til Stjernøya, har forekomster i Larvikområdet tidligere vært kommersielt vurdert.

#### Anortositt

Norge har store områder med bergarten anortositt, spesielt i Rogaland og i Sogn, og det er flere mindre områder både i Lofoten og Øst-Finnmark. Anortositt utvinnes i dag fra forekomsten i Gudvangen og uttaket går primært til produksjon av mineralull. Anortositt fra brudd i Rogaland brukes bl.a. som spesialtilslag i asfalt. Anortositt har imidlertid flere nye bruksområder som kan få positiv betydning også for norsk anortosittproduksjon. Mest aktuell er muligheten for å utnytte den aluminium-rike bergarten som et mer miljøvennlig råstoff for aluminiumproduksjon.

#### Feltspat

Norge har også en mindre produksjon av feltspatmineraler fra forekomster spesielt i Sør-Norge, hvor mange norske feltspatforekomster har vært drevet gjennom årene. Feltspatmineralene går primært til keramisk industri.

#### Granat og fosfat

Marked og økende kunnskap åpner med mellomrom opp for at nye industrimineraler blir økonomisk interessante, og norske forekomster blir da lete- eller utviklingsobjekter for ulike industriaktører. Granat fra titanforekomsten i Engebøfjellet er et aktuelt eksempel, og den geologiske provinsen rundt Sunnfjord inneholder flere tilsvarende forekomster med et uavklart, men antatt stort, potensial for kombinert drift på titanmineralet rutil og industrimineralet granat. Granat brukes primært som abrasiv i alt fra sandpapir til vannskjæring.

Et annet eksempel på aktualiserte industrimineralforekomster er de norske fosfatforekomstene, som kan brukes som ressursbase for mineralgjødsel. I disse



forekomstene er det fosfatmineralet apatitt som er målet. Det finnes flere forekomster rundt i landet, og enkelte av forekomstene virker også interessante for en mulig biproduksjon av sjeldne jordartsmetaller (REE). Mindre produksjon av apatitt har funnet sted på flere plasser. Det mest profilerte prosjektet i dag ligger øst for Egersund, hvor et selskap forsøker å utvikle en forekomst med henblikk på produksjon av fosfat, titan, vanadium og jern.

## Naturstein

**Naturstein som ressurs er bergarter som i kraft av fysiske og/eller estetiske egenskaper kan drives økonomisk. Bergartene tas ut for videre oppdeling til emner, blokker og plater.**

**Blokkstein (marmor, granitt, larvikitt, syenitt, trondhemitt, noen typer gneis) tas ut i firkantete blokker som bearbeides videre til plater og emner i Norge eller utlandet. Kleberstein er også blokkstein, men bearbeides tradisjonelt til ferdige produkter i Norge av utvinner.**

**Skifer tas ut i blokker, men bearbeides normalt av utvinner til plater og emner til sluttbruker. Murestein er normalt spaltbar/knekkbar stein til tørrmuring. For det meste kvartsskifer og gneis, men i noen tilfeller granitt og larvikitt.**

## Blokkstein

De viktigste blokksteinstypene i Norge er larvikitt, anortositt og Iddefjordsgranitt. Utvinning av **larvikitt** er vår største natursteinsproduksjon, og det er også den type naturstein i Norge som internasjonalt har størst nedslagsfelt. **Anortositt** fra Rogaland eksporteres i dag også i stor grad i form av store blokker. **Iddefjordgranitten** er en av våre mest benyttede natursteiner i bygg og uteanlegg gjennom tidene, og har hatt en vesentlig rolle i norsk arkitektur og byggeskikk. Granitten har også unike kvaliteter: billig å produsere, svært god brukskvalitet og gir meget store blokker. Iddefjordgranitten vil score høyt internasjonalt på alle disse områdene. Hvis slike kvaliteter verdsettes mer i fremtiden enn i dag, vil det være et stort potensial for mer drift i området.

Utvinning av **marmor** har en lang og rik historie i Norge, helt fra middelalderen. Kun ett marmorbrudd drives i dag sporadisk i Fauske. Her finnes både fargebåndet, grå og hvit marmor. Manglende utvikling av norske marmorforekomster de siste tiårene skyldes i stor grad sterk priskonkurransen på det internasjonale markedet. I den senere tid har referanser, særlig fra Gardermoen, imidlertid brakt fram et nytt argument; kvalitet i bruk. Det er mulig dette kan spille en større rolle for utvikling av norske marmorforekomster i fremtiden.

Norge har tradisjon for å utnytte **kleberstein** helt siden steinalderen. I dag tas det ut små mengder kleberstein til restaureringsaktiviteter på flere middelalderbygninger, i første rekke Nidarosdomen. Det finnes store ressurser av kleberstein i Tysfjord i Nordland,

forekomstene ligger imidlertid langt fra eksisterende infrastruktur og det vil følgelig kreve store investeringer å forløse dette potensialet.

### Skifer

Norge er fra geologiens side meget godt utrustet med skiferforekomster. Derfor har disse også vært viktige i lang tid for næringsvirksomhet og byggeskikk. I dag utvinnes skifer i stor skala i tre viktige forekomstområder: Alta, Oppdal og Otta. Fremtidens ressursituasjon er totalt sett gunstig, men vil avhenge av fremtidig teknologi og lønnsomhet ved å produsere høykvalitetsskifer på stadig større dyp under overflaten.

### Murestein

Murestein er i første rekke stein som naturlig sprekker opp i firkantete blokker egnet for tørrmur. De siste 20 årene har det vokst frem et betydelig marked og påfølgende produksjon av dette, de fleste fra små produsenter som betjener et lokalt eller regionalt marked. Murestein som ressurs er praktisk talt utømmelig i Norge, det finnes svært store ressursområder i mange deler av landet, rikelig til å betjene et fremtidig marked.

### Historisk naturstein

En stor andel av vår arkitektoniske kulturarv er helt eller delvis bygget av naturstein, de fleste i materialer som er lite eller ikke tilgjengelig kommersielt i dag. En økende andel av de ressursene som er benyttet er i ferd med å bli utilgjengelig for fremtiden gjennom regulering, utbygging eller direkte fjerning. I dag er dette et akutt problem knyttet til middelalderens klebersteinsbygg. Vi ser også en ganske akutt situasjon i forhold til lokal takskifer i Norge, der lokale skiferressurser skiftes ut i stor takt med importerte eller helt andre materialer. Dette vil få innvirkning på kulturlandskapet vårt. I en forholdsvis nær fremtid vil problemet i tillegg omfatte et meget stort antall vernete bygg rundt om i Norge der vi ser begynnende restaureringsbehov. Vi risikerer at mange slike ressurser blir utilgjengelig for fremtidig vedlikehold og restaurering av vår kulturarv.

Byggeråstoffer; sand, grus og pukk

**Vi trenger store mengder byggeråstoffer til å bygge infrastruktur som veier, jernbanelinjer og andre store konstruksjoner, i Norge bruker vi cirka et lastebillass pr person per år. Det er med andre ord et av samfunnets viktigste råstoffer.**

**Byggeråstoffer bør være kortreiste. Det er tunge produkter og som en tommelfingerregel kan man si at ved avstander over 30 kilometer vil transportkostnadene for disse massene være høyere enn prisen på byggeråstoffet. Derfor transporteres det meste av byggeråstoffene over korte avstander. Akkurat som for mat er kort transport av stein gunstig for miljøet.**

Vi skiller mellom sand, grus og pukk. Pukk er knust berg, det sprenges ut fra fjellet, knuses ned og sorteres i ønskede fraksjoner med maskiner. Sand og grus har gjennomgått samme prosess i naturen, slik at der er løsmassene enkelt sagt klare til bruk. Pukk er derfor oftere dyrere å produsere.

Grus har tradisjonelt blitt brukt mye til byggeråstoff og er blant annet spesielt egnet til betong. De norske grusressursene er imidlertid begrenset, og det er derfor viktig å ta vare på de ressursene som er igjen, ikke bygge ned eller båndlegge de på andre måter. Likeså er det viktig å bruke riktig kvalitet til rett formål. Ny teknologi gjør det mulig å bruke mer knuste produkter i betong enn tidligere, og det er en klar trend at mer og mer av sand og grus erstattes med knust sand og pukk i betong.

For å få varige og gode konstruksjoner er det viktig at det benyttes riktig kvalitet på byggeråstoffene. Ikke alle bergarter er like egnet til å brukes i konstruksjoner hvor det stilles høyere krav til styrke og bestandighet. Likeså er det viktig å ta vare på de lokale ressursene som kan brukes til lavere kvalitetsformål, men som det trengs størst volumer av. Overalt i Norge er det derfor behov for byggeråstoffressurser med gode mekaniske egenskaper i tillegg til ressurser med store volum som kan benyttes til formål hvor det ikke stilles krav til kvalitet.

På Vestlandet, hovedsakelig i Rogaland og Vestland fylker, er det store pukkkforekomster som eksporterer store mengder av byggeråstoffer til andre deler av Europa hvor tilgangen på kvalitetstein er dårlig. I 2019 ble det ifølge DMF eksportert 28,3 millioner tonn byggeråstoff til en verdi av 1,8 milliarder kroner. Norge har et bredt spekter av bergarter som er interessante for utvinning av byggeråstoffer, en lang kystlinje med nærhet til det europeiske markedet, en godt etablert industri med høyt tekniske nivå, og et aktivt FoU- miljø innen byggeråstoffer. Dette gjør norske byggeråstoffer svært attraktive for eksport. NGU mener at det er potensiale for å finne nye ressurser for fremtidig eksport.