

**Vitenskapelig artikkel**

# Effektiv reserveklassifisering av sand- og grusforekomster

Tuva Gravbråten Rooth<sup>1</sup>

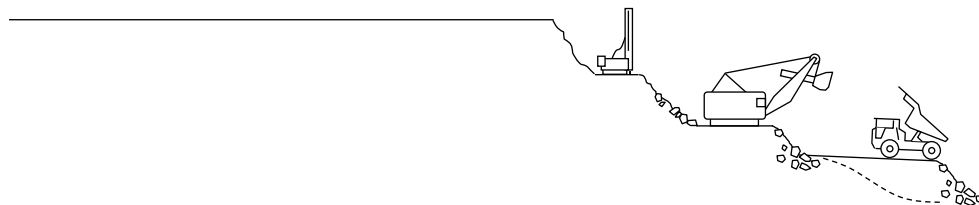
<sup>1</sup> Sivilingeniør, tidligere student ved NTNU

\*Korresponderende forfatter: [tuva.rooth@gmail.com](mailto:tuva.rooth@gmail.com)

---

## SAMMENDRAG

Bergindustrien er avhengig av finansielle investeringer. For å beskytte eksterne investorer fra villedende informasjon og uadressert risiko er det utarbeidet en rekke internasjonale rapporteringsstandarder for rapportering og klassifisering av mineralske leteresultater, ressurser og reserver skal klassifiseres og presenteres. Denne artikkelen ser på reserveklassifisering av sand- og grusforekomster ved bruk av modifierende faktorer i henhold til et internasjonalt rapporteringssystem. Reserveklassifisering ved modifierende faktorer illustreres i et flytskjema ved bruk av IDEFO-modellering. Det konkluderes med at internasjonale rapporteringskoder kan anvendes på en sand- og grusforekomst. Ved å systematisk vurdere faktorer og beslutninger som påvirker hvorvidt forekomsten er økonomisk lønnsom og teknisk utvinnbar, vil aktuelle aktører ha et reelt bilde av forekomstens verdi, utfordringer og potensiale til enhver tid.



## I. INTRODUKSJON

Bergindustrien er avhengig av finansielle investeringer. For å beskytte eksterne investorer fra villedende informasjon og uadressert risiko er det utarbeidet en rekke internasjonale rapporteringsstandarder som setter retningslinjer for hvordan mineralske leteresultater, ressurser og reserver skal klassifiseres og presenteres.

Kan en internasjonal rapporteringsstandard anvendes ved uttak av sand- og grus?

Hvorfor bør sand- og grusforekomster klassifiseres i henhold til en standard? Hvilke faktorer vil påvirke reserveklassifiseringen og hvordan kan dette gjøres enkelt og effektivt?

Denne artikkelen ser på effektiv reserveklassifisering av sand- og grusforekomster ved bruk av modifierende faktorer, i henhold til en internasjonal rapporteringsstandard for mineralske ressurser og reserver.

## 2. BAKGRUNN OG TEORI

Mineralnæringen i Norge deles inn i kategoriene byggeråstoff, energimineraler, industrimineraler, metalliske malmer og naturstein. Byggeråstoff er fellesbetegnelsen på mineralske råstoff til bygg- og anleggsformål, herunder både pukk og naturlige løsmasser. I 2018 hadde byggeråstoff en samlet omsetning på 6 757 millioner kroner, noe som utgjør 62 % av den totale omsetningen for den samlede norske mineralnæringen (DMF, 2019). Innen kategorien byggeråstoff var det i 2018 registrert 453 konsesjonspliktige uttak av sand, grus og leire, med en samlet salgsverdi på 992 millioner kroner.

Sand og grus utvinnes i hovedsak ved et tradisjonelt massetak eller mudring (eng.: «dredging»). I Norge er det vanligst med uttak av sand og grus etter den tradisjonelle metoden over vannoverflaten. Denne uttaksprosessen kan generaliseres til følgende fire steg, ifølge Langer (1988):

- 1) Forberedelse av areal: Forberedelsen består av å klargjøre området for utvinning. Dette vil si fjerning av eksisterende vegetasjon og øverste topplag. Dette skal oppbevares og anvendes ved tilbakeføring av berørt areal. Videre må området sikres, veier må etableres og nødvendige konstruksjoner og andre installasjoner må på plass.
- 2) Uttak: I dette steget hentes sanden og grusen ut. Normalt skjer dette ved bruk av gravemaskiner og bulldosere, hvor massene lastes videre på lastebil eller beltetransport til prosesseringsanlegget, direkte til lager eller til kunden. Dette steget innebærer også vedlikehold og sikring av stuff og uttaksområdet.
- 3) Prosessering: Sanden og grusen kan benyttes slik den er eller prosesseres. Prosesseringen består i hovedsak av sikting, vasking og knusing av overmasser.
- 4) Tilbakeføring av berørt areal: Dette steget kan bestå av flere ulike prosesser, avhengig av utformingen og etterbruk av uttaksområdet.

Til tross for en relativt enkel utvinningsprosess, er graden av forekomstkontroll varierende i bransjen. I denne artikkelen presenteres et forslag til en enkel og effektiv reserveklassifisering av sand- og grusforekomster, basert på den europeiske rapporteringsstandarden for mineralske leteresultater, ressurser og reserver.

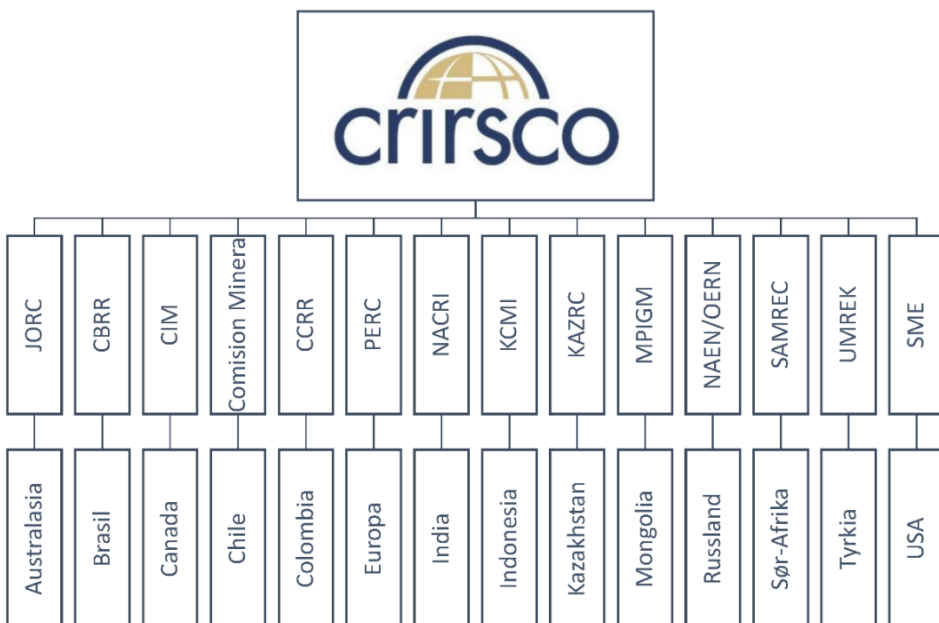
## 2.1 Rapporteringskoder

Mineralnæringen er avhengig av finansielle investeringer. For å tiltrekke seg dette må en kunne vise til lønnsomme og drivverdige prosjekt, med akseptabel risiko for investor. Historien har vist at ikke alle aktører har redelige hensikter eller nok kompetanse til å presentere tilstrekkelig og korrekt informasjon:

- På 1970-tallet var nikkell mangelvare på verdensmarkedet, noe som presset prisen til rekordnivå. «Poseidon No Liability (NL)» var notert på den australske børsen og var der lavt priset grunnet dårlige leteresultater (Simon, 2003). I 1969 uttalte media at Poseidon NL hadde gjort store nikkelfunn, dette førte til en dobling av aksjekursen over natten. Det skulle vise seg at det ikke var noen detaljert studie tilgjengelig som støttet funnet og troverdig ressurstemat manglet. Til tross for dette fortsatte en kraftig interesse av å investere i Poseidon NL og tilsvarende nyetablerte gruveselskaper. Etter hvert ble det tydelig at disse prosjektene ikke kunne bli lønnsomme, og aksjekursen falt kraftig. Poseidon-aksjene startet på \$0.50 i september 1969 og endte på hele \$280 i februar 1970, før de falt kraftig (Simon, 2003). Hendelsen går under navnet «Poseidon-boblen».
- I 1993 kjøpte det Canadiske selskapet «Bre-X Minerals Ltd» en gullforekomst i Busang, Indonesia (Ellefmo, 2015). De rapporterte om svært høye gullgehalter og store tonnasje, hvorav kursoppgangen på børsen var formidabel. Det skulle vise seg at gullgehaltene ikke hadde fremkommet av noen geologisk prosess, men en bevisst «salting» av prøvematerialet. Kjerneprøvene var tilsatt gull før analyse.
- «Southwestern Resources Corp.» rapporterte i 2006 om en gullforekomst i Boka, Kina (Allington og Sides, 2018). Aksjene steg kraftig, før de falt like brått da selskapet måtte trekke tilbake leteresultatene da det ble oppdaget feil i de presenterte analysene. Administrerende direktør innrømmet i etterkant at han bevisst hadde endret analyseresultatene digitalt. Han hadde også solgt sine egne aksjer med stor fortjeneste før selskapet offentliggjorde feiltakelsen som førte til kraftig børsfall.

For å unngå misforståelser eller bevisst villedning av investorer er det derfor utarbeidet en rekke rapporteringsstandarder som setter krav til hvordan mineralske leteresultater, ressurser og reserver skal presenteres og klassifiseres. En bransje hvor dette er standard vil kunne virke mindre attraktiv for useriøse aktører og legge til rette for et trygt investormarked. Utviklingen av rapporteringsstandardene har ført til flere ulike system av koder og retningslinjer, mange med utspring i den australske JORC-koden (Joint Ore Reserve Committee) fra 1989 (Ellefmo, 2015).

Organisasjonen «Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards», CRIRSCO, har samlet noen av disse rapporteringskodene. CRIRSCO ble opprettet i 1994 og er en gruppering av representanter fra internasjonale organisasjoner som er ansvarlig for utvikling av retningslinjer og rapporteringsstandarder for faste mineraler (CRIRSCO, u.å). I dag har CRIRSCO 14 medlemsorganisasjoner med ulik geografisk tilknytning, disse er illustrert i figur 1. Medlemsorganisasjonene går under betegnelsen nasjonale rapporteringsorganisasjoner, NRO (eng.: National Reporting Organisations). Listen av NRO endres ettersom nye organisasjoner godkjennes av CRIRSCO-styret.

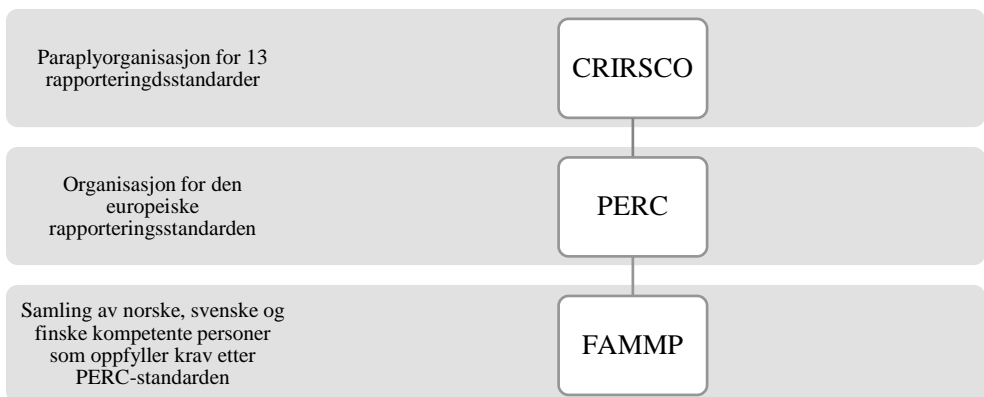


**Figur 1.** Oversikt over medlemmer i CRIRSCO, sammenstilt etter (CRIRSCO, u.å).

CRIRSCO har en mal, International Reporting Template (IRT), som skal anvendes i alle medlemsorganisasjonenes standarder (CRIRSCO, 2013). CRIRSCO sin IRT gir felles retningslinjer og definisjon på 13 svært viktige begreper, blant disse er mineralressurs, mineralreserve, kompetent person, modifierende faktorer og ulike stadier av mulighetsstudier. Det er dermed store fellestrekk i alle de etablerte standardene presentert i figur 1. I tillegg til rapporteringsstandardene som adressert i dette kapitlet, eksisterer flere etablerte og ukjente rapporteringskoder.

PERC (The Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee) sin standard, oppdatert i juni 2017, viser til minimumsstandard, krav og retningslinjer for offentlig rapportering av leteresultater, mineralressurser og mineralreserver i Europa (PERC, 2017). PERC-standardens grunnprinsipper er transparens, materiell karakter, kompetanse og uavhengighet. Transparens krever at leseren av en offentlig rapport skal motta tilstrekkelig informasjon presentert på en klar og entydig måte. Materiell karakter krever at en offentlig rapport inneholder all tilgjengelig og relevant informasjon som trengs for å gjøre en godt begrunnet og veloverveid vurdering av rapportert leteresultat, mineralressurs og/eller mineralreserve. Kompetanse krever at den offentlige rapporten baseres på arbeid utført av en passende kvalifisert person som har i) minimum 5 år relevant erfaring innen lignende forekomsttype, ii) medlem av en godkjent profesjonsorganisasjon og derav også iii) bundet av etiske retningslinjer. Uavhengighet krever at ingen unødig innflytelse utøves på den kompetente personen (eng.: Competent Person, CP).

Av kompetanse krever CRIRSCO-standardene blant annet medlemskap i en anerkjent profesjonsorganisasjon (eng.: Recognised Professional Organisation, RPO), denne organisasjonen må være godkjent av gjeldende NRO. Listen av RPO er ikke fast, og kan variere i ulike NRO. PERC sine medlemsorganisasjoner fungerer som NRO, men omtales gjerne som PO (eng.: Participating Organisations). Disse er i dag European Federation of Geologists (EFG), Fennoscandian Association for Metals and Minerals Professionals (FAMMP), Iberian Mining Engineers Board (IMEB), Institute of Geologists of Ireland (IGI), The Geological Society (GS) og Institute of Materials, Minerals and Mining (IMMM).

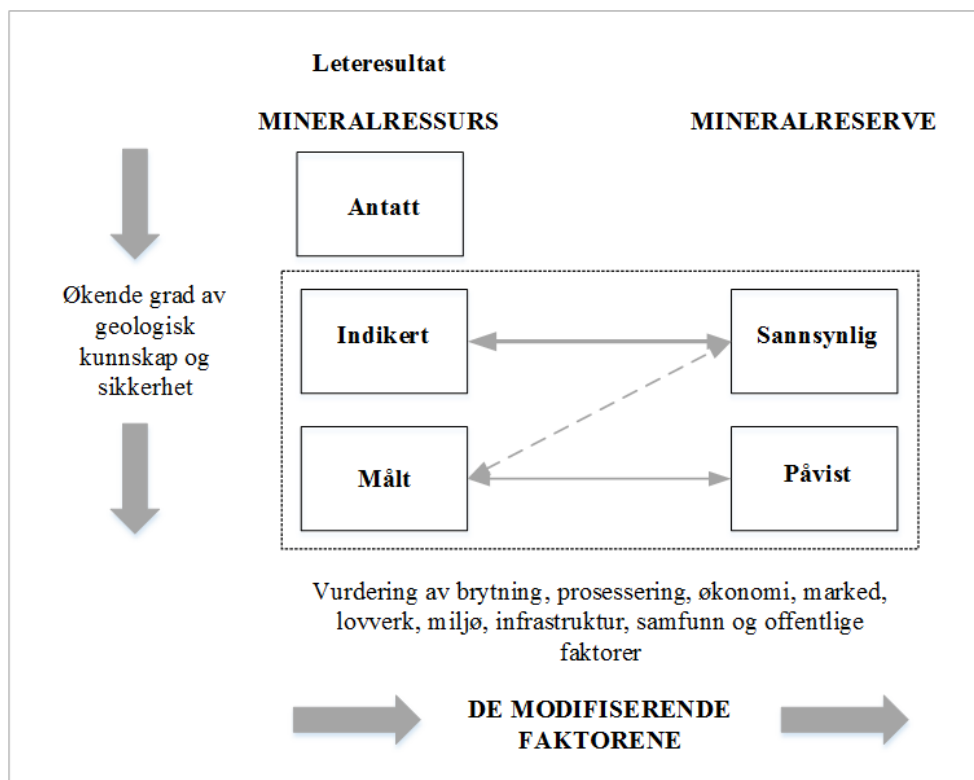


**Figur 2.** Sammenheng mellom CRIRSCO, PERC og FAMMP.

Den norske mineralnæringen er, gjennom Norsk Bergindustri, koblet til organisasjonen FAMMP (Norsk bergindustri, 2018). Dette er en nordisk organisasjon for kompetente fagpersoner, etablert i 2018. FAMMP erstattet med dette «Fennoscandian Review Board» (FRB). Figur 2 viser sammenhengen mellom CRIRSCO, PERC og FAMMP.

## 2.2 Modifiserende faktorer for reserveklassifisering

De modifiserende faktorene er vurderinger benyttet til å konvertere mineralressurser til mineralreserver (malmsreserver i henhold til JORC). Dette inkluderer, men er ikke begrenset til, brytningsfaktorer, prosesseringsfaktorer, økonomiske vurderinger, markedsfaktorer, juridiske vurderinger, miljømessige evalueringer, infrastrukturelle utfordringer, samfunnmessige forhold og offentlige faktorer (PERC, 2017). Figur 3 illustrerer hvordan de modifiserende faktorene benyttes til å konvertere en ressurs til en reserve, denne figuren er svært sentral i alle CRIRSCO-standardene.



**Figur 3.** Forhold mellom mineralressurs og mineralreserve, modifisert etter CRIRSCO (2013).

Slik det fremkommer av figur 3, er en reserve den delen av en indikert eller målt ressurs som både er økonomisk drivverdig og teknisk utvinnbar. For å vurdere om en ressurs er lønnsom og utvinnbar må en undersøke alle faktorer som påvirker dette, altså de modifierende faktorene. Om en reserveklassifiserer en indikert eller målt ressurs, er avhengig av grad av geologiske kunnskap (y-aksen, til venstre på figur 3) og risikoen forbundet med denne. Et ressursestimat skal allerede foreligge før en reserveklassifiserer. Figur 3 viser også at en ikke kan gå direkte fra en indikert ressurs til en påvist reserve. En påvist reserve er kun et alternativ dersom en allerede har klassifisert ressursen til en målt ressurs, en kan dog gå fra sannsynlig reserve til målt ressurs. Hvordan en beveger seg mellom ressurs og reserve er avhengig av beslutningsgrunnlag som fremkommer av geologiske undersøkelser og vurdering av de aktuelle modifierende faktorene.

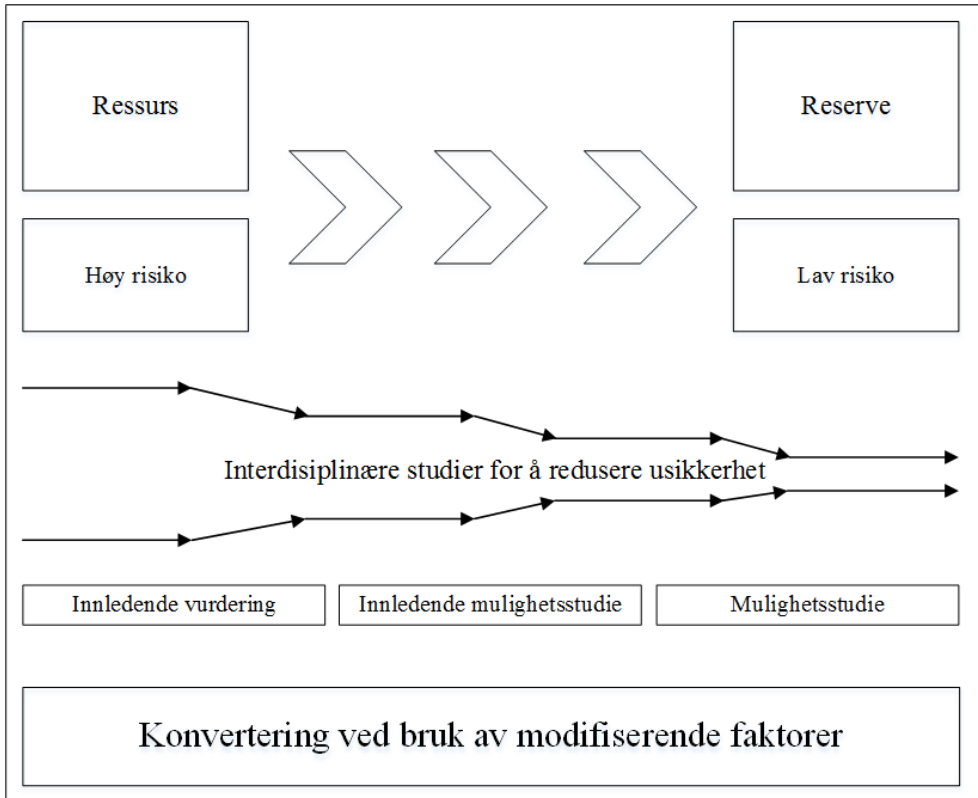
Rapportering av en ressurs krever i prinsippet kun bevegelse langs den geologiske aksene. Det er behov for kjennskap til geologi, prøvetakingsmetodikk og estimeringsteknikker, i tillegg til andre forhold som påvirker den geologiske usikkerheten (Ellefmo, 2015). Konverteringen fra ressurs til reserve, derimot, krever tverrfaglig kompetanse i vurderingen av de modifierende faktorene.

«Platetektonikken er ansvarlig for ressursene, mens menneskene er ansvarlig for reservene.» (Ellefmo, 2015)

PERC-standarden understreker at begrepene «malm» og «reserve» ikke skal anvendes ved ressursestimering, da denne terminologien impliserer at forekomsten er teknisk utvinnbar og økonomisk drivverdig. Dette er kun passende etter at alle relevante modifierende faktorer er vurdert (PERC, 2017), samt at det foreligger tilstrekkelig geologisk kunnskap om gjeldende forekomst. Rapportering og redegjørelse skal fortsette å referere til korrekt mineralressurskategori, så sant det ikke er påvist eller etablert godt nok grunnlag til at den aktuelle delen er økonomisk drivverdig og teknisk utvinnbar. Dersom en revurdering av klassifiseringen indikerer at en del av mineralreserven ikke lenger er drivverdig, må denne spesifikke delen reklassifiseres til mineralressurs, eller fjernes helt fra ressurs/reserve-regnskapet (PERC, 2017). Reklassifisering skal ikke gjennomføres ved kortvarige endringer dersom det er forventet å gå tilbake til klassifisert situasjon.

Figur 4 viser den praktiske anvendelsen av de modifierende faktorene, i den hensikt å redusere usikkerhet knyttet til geologisk kunnskap og aktuelle modifierende faktorer. De ulike stadiene av mulighetsstudier er representert på figuren for å understreke at de modifierende faktorene skal benyttes allerede fra innledende vurderinger av leteresultater, til en detaljert mulighetsstudie av reserven. Slik figur 4 illustrerer er det høy risiko i prosjekteringsfasen, hvor lite

datagrunnlag er tilgjengelig. Ved interdisiplinære studier av forekomsten og de modifierende faktorene, vil usikkerheten forbundet med prosjektet reduseres ved at risikoelementer adresseres og vurderes. Når den kompetente personen (CP), i henhold til rapporteringsstandard, vurderer at det foreligger tilstrekkelig og troverdig beslutningsstøtte, kan ressursen konverteres til reserve.



**Figur 4.** Bruk av modifierende faktorer, modifisert etter Tulcanaza (2013).

De modifierende faktorene for reserveklassifisering gjelder for alle typer faste mineraler, men i hvilken grad hver og en faktor er gjeldende, er opp til den kompetente personen (CP) å avgjøre. Det er viktig at en rapporterer både ressurser og reserve i lik rapporteringsstandard.

### 2.2.1 Brytningsfaktorer

Brytningsfaktorene er de som vil ha en direkte innvirkning på kvantitet og kvalitet av råstoffet en utvinner. Disse kan inkludere:

- Topografi og adkomst til forekomst



- Forekomstens geometri, for eksempel størrelse, form, orientering og dybde
- Forekomstens geologi, eksempelvis mineralogi, petrografi, kjemisk sammensetning, strukturgeologi, kvalitetsvariasjoner og lagdelingens regelmessighet og homogenitet
- Geotekniske egenskaper og krav til stabilitet- og skråningsvinkel
- Hydrologi og hydrogeologi, for eksempel håndtering og påvirkning på/av overflate- og grunnvann
- Brytningskostnader
- Utvinningsgrad

På bakgrunn av disse faktorene velges det hvilken uttaksmetode som skal anvendes, og konsekvenser av dette. Ved en naturlig sand- og grusforekomst vil brytningsmetode typisk være mudring (eng.: dredging) eller tradisjonelt uttak.

Selektivitet og fleksibilitet, det vil si evnen til å tilpasse metode etter endrede forhold, er også en viktig evaluering. Behovet for flere aktive stuffer samtidig bør vurderes for optimal massebalanse og kontinuerlig drift. En kan også endre uttaksmetode underveis for å få tilgang til større deler av forekomsten dersom det viser seg lønnsomt. Ny teknologi kan også gi tilgang på tidligere utilgjengelige ressurser. Dette kan skje ved utvikling av nye løsninger, eller ved at allerede tilgjengelig teknologi blir billigere og/eller bedre.

### 2.2.2 *Prosesseringsfaktorer*

I denne kategorien av modifierende faktorer er de som spiller inn på konverteringen fra råstoff til salgbart produkt. Dette gjelder blant annet forekomstens karakteristikk og egenskaper, prosesserings- og investeringskostnader, produksjonskapasitet, utvinningsgrad og massebalanse. I tillegg kommer valg av prosesseringsteknologi, krets og utstyr.

Behov for prosesseringsteknologi som ikke eksisterer eller er lønnsom nok i dag kan virke svært begrensende ved reserveklassifiseringen.

### 2.2.3 *Økonomiske vurderinger*

Det økonomiske potensialet må avdekkes for å begrunne og rettferdiggjøre oppstart eller videreføring av et prosjekt. For å klassifisere en del av en forekomst til reserve, skal det foreligge høy nok detaljeringsgrad på den økonomiske vurderingen minimum tilsvarende en innledende mulighetsstudie (eng.: Pre-feasibility). Faktorer som spiller inn på det økonomiske potensialet er:

- Prissettingsmetode og forventet produktpris
- Drifts- og investeringsutgifter
- Generelle- og administrative utgifter
- Omsetning
- Prosjektets levetid, renter og inflasjon
- Produksjonskapasitet og produktivitet
- Generelle avgifter, skatt og grunneieravgift

Tekniske løsninger, styringsprinsipp, størrelse på uttak og produksjonskapasitet vil påvirke investeringskostnader, inntekter og driftsutgifter. Alle disse økonomiske faktorene vil påvirke i hvilken grad ressursen gjøres drivverdig, og dermed kan klassifiseres som reserve om den er teknisk utvinnbar.

#### *2.2.4 Markedsfaktorer*

Markedet er en svært viktig faktor for å indikere om en ressurs vil være salgbar og drivverdig. Markedet er styrt av tilbud og etterspørsel, og der det ikke er etterspørsel nok til at produktet kan selges med profitt, finnes det normalt ikke grunnlag for å rettferdiggjøre utvikling av prosjektet og reserveklassifisere forekomsten.

Nærhet til kunder er ofte viktig for produkter av lav salgsverdi, slik som byggeråstoffene sand og grus. Konkurrerende virksomheter er også en potensiell begrensende faktor. Markedskrav til kvalitet, prøvetaking og produktspesifikasjon er også styrende. Dette gjelder både nasjonale standarder, kundekrav og andre markedsstandarder.

Innovasjon og ny teknologi, eksempelvis maskinprodusert sand, kan føre til endring i etterspørsel eller erstatning av naturlig sand og grus og er således en markedsfaktor.

#### *2.2.5 Juridiske vurderinger*

Lovgivning påvirker i stor grad reserveklassifiseringen. Om det juridiske ikke overholdes, vil det ikke kunne eksistere noe uttak. I Norge må mineralnæringens aktører forholde seg til lover og forskrifter for forsvarlig forvaltning av mineralske råstoffer og tilhørende berørt areal og miljø. Uttak av en mineralsk forekomst reguleres i hovedsak etter mineralloven, plan- og bygningsloven og forurensningsloven (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2011).

«Lov om erverv og utvinning av mineralressurser», med korttittel mineralloven, trådte i kraft 01.01.2010. Mineralloven avløste dermed blant annet bergverksloven, kalkstensloven og kvartsloven. På vegne av staten er det Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard (DMF) som forvalter denne lovgivningen. Minerallovens formål er «å fremme og sikre samfunnsmessig forsvarlig forvaltning og bruk av mineralressursene i samsvar med prinsippet om en bærekraftig utvikling» (Mineralloven, 2009). Mineralloven skiller mellom statens- og grunneiers mineral, hvor sand og grus betegnes grunneiers mineral. Tiltakshaver er etter lovgivningen pliktet til å inngå avtale med grunneier om rett til undersøkelse og utvinning. Et samlet uttak av sand og grus over 10.000 m<sup>3</sup> krever driftskonsesjon. Driftskonsesjon gis av DMF dersom tiltakshaver viser seg skikket til å utvinne forekomsten på en lønnsom og bergfaglig forsvarlig måte (Mineralloven, 2009). Mineralloven og DMF regulerer tilsyn, sikkerhet og miljø ved mineralutvinning, samt økonomisk sikkerhetsstillelse for tilbakeføring av berørt areal.

Plan- og bygningslovens (PBL) formål er «å samordne offentlige og private interesser på nasjonalt, regionalt og kommunalt nivå og gi grunnlag for bruk og vern av ressurser» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2011). PBL stiller krav til arealutnyttelse og andre arealinteresser, reguleringsplan, reguleringsbestemmelser og konsekvensutredning. PBL krever reguleringsplan for store bygge- og anleggsprosjekt. Råstoffutvinning betraktes som et stort bygge- og anleggsprosjekt av de fleste kommuner. Reguleringsplanens formål er å sikre et forsvarlig uttak, hvor hensyn til miljø og samfunn er ivaretatt. Reguleringsplanen gir kommunen mulighet til å sette krav til terrengutforming, skjerming, sikring, driftstider og tilbakeføring av berørt areal. Ved samlet uttak større enn 2 millioner m<sup>3</sup> masse, eller berørt overflate over 200 daa, er det nødvendig med en konsekvensutredning av uttaket.

Tiltakshaver må overholde forurensningsforskriften kapittel 30, som setter krav til forebygging av forurensninger fra produksjon av pukk, grus, sand og singel (Klima- og miljødepartementet, 2009). Dersom forurensning overskrider regulerte grenseverdier, må tiltakshaver søke om utslippstillatelse etter forurensningslovgivningen.

Det er tiltakshavers ansvar å anskaffe alle nødvendige tillatelser (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2011). Motorferdselloven krever avtale med grunneier og kommunen for å kjøre i områder utenfor allfarvei. Vannressursloven sikrer samfunnsmessig forsvarlig anvendelse og forvaltning av grunnvann og vassdrag. Jordlova gir forbud mot omdisponering av dyrkbar og allerede dyrket jord. Naturmangfoldloven gir viktige prinsipper for bærekraftig bruk av natur,

blant annet «føre-var-prinsippet». I tillegg krever loven miljøkunnskap i beslutningsgrunnlag og sørger for at det tas hensyn til naturmangfold.

#### *2.2.6 Miljømessige evalueringer*

Det må utføres grundig undersøkelse av hvilken innvirkning prosjektets tilstedeværelse vil ha på miljøet og eventuelle tiltak som må iverksettes. Følgende bør evalueres:

- Regulerte grenseverdier for støv, støy og annet miljøutslipp. Tiltakshaver må søke om utslippsstillatelse ved forventet overskridelse av disse
- Økosystem og biodiversitet
- Avtrykk, revegetasjon og etterbruk
- Behandling av overskuddsmasser og annet avfall
- Helse, miljø og sikkerhet
- Energi- og drivstofforbruk

Tilbakeføring og sikring av berørt areal garanteres ved økonomisk sikkerhetsstillelse etter mineralloven. Flere sektorlover verner om natur og miljø, blant annet naturmangfoldloven, forurensningsloven, kulturminneloven, motorferdselsloven og vannressursloven.

#### *2.2.7 Infrastrukturelle utfordringer*

Om en ressurs i det hele tatt er fysisk tilgjengelig for uttak er essensielt for potensiell drift og generering av inntektsstrøm. Dette gjelder også infrastruktur og areal for etablering av nødvendig og lovregulert anlegg og utstyr, for eksempel produksjonsanlegg, lager, elektriske installasjoner, vanntilførsel og drenering. I tillegg må det tilrettelegges for transport fra stoff til prosessering og deretter videre til kunde. En må vurdere allerede eksisterende infrastruktur, samt økonomisk- og miljømessig konsekvens av valgte løsninger. Det må også være nok areal tilgjengelig for valgt prosesserings- og transportrute.

#### *2.2.8 Samfunnsmessige forhold*

Denne kategorien av modifierende faktorer gjelder bedriftens samfunnsansvar. Massetakets innvirkning på - og kommunikasjon med - lokalsamfunn, kommunen, nære naboer og andre parter må vurderes. En bærekraftig utviklingsstrategi, formildende tiltak, åpen kommunikasjon og en «kost-nytte»-analyse legger grunnlag for sosial aksept.

### 2.2.9 Offentlige faktorer

Under denne kategorien av modifierende faktorer faller relevante skatter, avgifter og andre offentlige beslutninger som vil påvirke veien til et drivverdig løsmasseuttak. Politiske føringer kan gjennom markedspåvirkning eller regulering påvirke gjennomføringsevnen og økonomien til uttak av en mineralsk forekomst. Det er i dag ingen særskilte skatter og avgifter for uttak av naturlig sand og grus.

I Sverige har det i lang tid vært iverksatt tiltak for å få ned andel sand- og grusuttak for å verne om disse forekomstene av miljømessige hensyn, spesielt for sandforekomster som vannmagasin (SGU, 2018). Det ble i 1996 innført en naturgrusskatt. Denne er i 2019 på 16 svenske kroner per tonn naturlig grus (SFS 2018:1635). Da byggeråstoff generelt har lav produktpris, kan denne skatten utgjøre en vesentlig forskjell i det økonomiske resultatet. I tillegg til dette undersøker Sveriges geologiska undersökning (SGU) nå muligheter til å påvirke aktører med store markedsandeler til å velge helknuste alternativer, slik at dette etter hvert blir bransjestandard (SGU, 2018).

I 1999 gjennomførte ECON, senter for økonomisk analyse, en undersøkelse av innvirkningen ved ileggelse av naturavgift for sand, grus og pukk i Norge (ECON, 1999). Analysen konkluderte blant annet med at en slik avgift vil veltes over på kundene. Et utvalg fra Norsk bergindustri utredet konsekvensene av en foreslått naturavgift i et høringssvar i 2014, blant annet basert på ECON-rapporten nevnt ovenfor (Norsk Bergindustri, 2016). Utvalget konkluderte med at en avgift direkte rettet mot mineralnæringen vil gjøre norske mineralressurser mindre attraktive for investorer og vri investeringer over til land med svak miljø- og HMS-lovgivning (Norsk Bergindustri, 2014). Det påpekes i samme utredning at mineralnæringen allerede er pålagt sikkerhetsstilling til tilbakeføring av berørt areal ved minerallovens §51, og at en naturavgift dermed vil føre til en uheldig dobbeltregulering.

### 2.2.10 Andre modifierende faktorer

Figur 3 viser de modifierende faktorene for reserveklassifisering. Men ifølge PERC-standarden er de modifierende faktorene ikke begrenset til de overnevnte kategoriene, men inkluderer også alle andre faktorer som virker inn på lønnsomheten til ressursen og om den er teknisk utvinnbar. Andre modifierende faktorer kan være, men er ikke begrenset til, tilgang på arbeidskraft og kompetanse, tid, stedegne faktorer og klima.

Det settes krav i rapporteringsstandardene at den kompetente personen skal ha minimum fem års erfaring fra tilsvarende type forekomst, men standardene setter ingen krav til erfaring fra landet, regionen eller selskapet forekomsten tilhører. Ulik praksis ved bruk av kart og geografisk informasjonssystem, rutiner i

datainnsamling og dokumentasjon eller språklige misforståelser kan mislede rapporteringen. Disse kulturelle forskjellene bør derfor adresseres ved vurdering av de modifierende faktorene for reserveklassifisering

### *2.2.11 Spesielle forhold i PERC-standarden for byggeråstoff*

Kapittel 12 i PERC-standarden for 2017 presiserer at alle hovedprinsippene, inkludert de modifierende faktorene, også skal benyttes ved rapportering av byggeråstoff. Det er opp til den kompetente personen å avgjøre hvordan en skal evaluere forekomsten, da samme forekomst kan gi opphav til ulike ferdigvarer og modifierende faktorer.

Av konkurransemessige årsaker kan det virke problematisk å rapportere detaljer slik det skal ifølge rapporteringskodene, dette gjelder spesielt for byggeråstoff. Konkurrerende virksomheter kan operere fra samme forekomst og/eller med relativt lik produktkatalog og transportavstand, og derav ønsker å holde kundelister, prissetting og transportvilkår konfidensielt. PERC-standarden (PERC, 2017) påpeker i §12.7 at detaljert informasjon kan holdes tilbake i svært konkurransutsatte tilfeller. Dersom det holdes tilbake relevant informasjon må dette komme tydelig frem av den kompetente persons rapportering.

I PERC-standarden er det ikke et krav om å ha ferdigbehandlede tillatelser av regulert område for å definere reserve, men det må være en overveiende sannsynlighet for at dette skal finne sted. Dog vil området betegnes som en sannsynlig reserve, og ikke en påvist reserve før alle nødvendige tillatelser er gitt. I virksomheter som rapporterer strengt, må tildelte tillatelser, samt en beslutning om utvinning og innvilgning av finansielle midler ligge til grunn for å inkludere det regulerte området i reserveestimeringen. Det presiseres at rapporteringsstandarder ikke er lover, men retningslinjer.

### *2.2.12 Rapporteringsstandard i Norge*

I dag er det ingen krav til bruk av rapporteringsstandard for leteresultater, ressurser og reserver i Norge. Den norske børsen setter heller ingen krav til kode, men sendte i 1999 ut et børssirkulær basert på JORC til sine aksjonærer (Frønsdal, 1999). Dette for å gi aksjonærer innføring i anvendt terminologi i mineralbransjen.

Høsten 2018 arrangerte Svemin et kurs i den europeiske PERC-standarden, tilegnet medlemmer av FAMMP. Arrangementet ble ledet av PERC-representantene Ruth Allington og Edmund Sides. I tillegg til opplæring i rapporteringskoden, ble det på dette kurset utvekslet erfaringer ved bruk av rapporteringskoder. Det ble også diskutert hvordan en innføring av PERC-standarden skal gjøres i de nordiske landene. Fordelene ved å innføre PERC-standarden ble drøftet til å være internasjonal anerkjennelse, mulighet til å tiltrekke investorkapital, samt forbedre

kommunikasjonskanalen med det offentlige, myndigheter og innen profesjonssamfunnet. Utfordringen med en slik rapporteringskode i de nordiske landene ble vurdert til å være selve overgangsprosessen, da det ikke finnes noen standard prosess for hvordan en skal gå frem, i tillegg til at en er forberedt på å møte endringsmotstand i bransjen. Det ble reist spørsmål om det er lite godkjente kompetente personer (CP) i Norden og at dette kan være en utfordring ved en innføring av et rapporteringssystem. Det ble i denne sammenheng påstått at det ikke er mangel på skandinaviske CP, men at disse er lite synlig da få bedrifter i dag kjøper deres tjenester. En innføring av et rapporteringssystem i Norge og Norden vil bidra med kapasitetsbygging og øke antallet nordiske CP. Et samarbeid med PERC vil gi klarere karriereveier for studenter og unge fagfolk, i tillegg til potensielle mentorordninger, kurs og en felles plattform for utveksling av erfaringer og kompetanse.

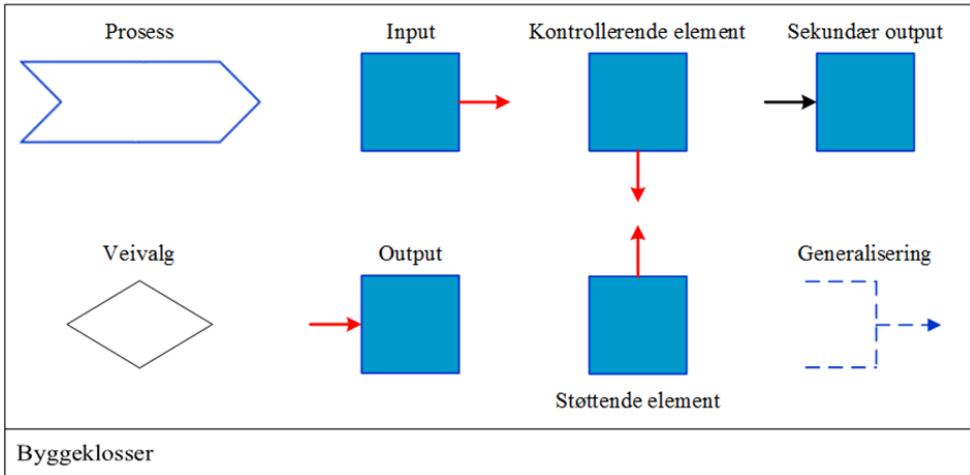
### 3. METODE

Grafisk fremstilling av kretser og prosesser gjør disse enklere å forstå og se sammenhenger. For å visualisere reserveklassifisering av en sand- og grusforekomst anvendes modelleringsmetoden «Integration Definition for Function Modeling» (IDEF0).

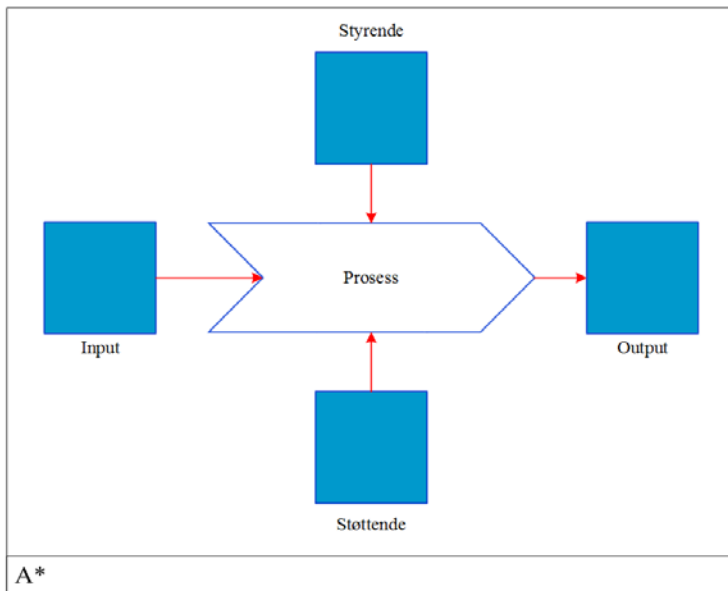
IDEF-teknikkene ble utviklet av det amerikanske flyvåpenets ICAM-program (Integrated Computer Aided Manufacturing) på 1970-tallet (NIST, 1993). Dette kom etter ønske om å effektivisere produktiviteten gjennom systematisk bruk av datateknologi, hvor ICAM identifiserte et behov for bedre analyse- og kommunikasjonsteknikker for personer involvert i denne prosessen.

IDEF0 kalles funksjonsmodellering og er en strukturert representasjon av funksjoner, aktiviteter eller prosesser innenfor det modellerte systemet eller fagområdet. IDEF0 er utviklet for å modellere beslutninger, handlinger og aktiviteter i en organisasjon eller et system. Modellens ICOMs; «input», «control», «output» og «mechanism», er blant modelleringsteknikkens byggeklosser, se figur 5. I hovedsak skal en input endres eller forbrukes, kontrollerende element (control) styrer hvordan prosessen gjennomføres, output er dannet av prosessen og støttende element (mechanism) skal brukes, men vil ikke endres eller forbrukes. Etter standard oppsett, se figur 6, skal input plasseres til venstre for prosessen, output til høyre, kontrollerende elementer over og støttende elementer under. Byggeklossene settes sammen med røde piler som illustrer den vanligste veien, mens sorte piler viser til den sekundære strømmen. Hovedprosessen settes til A-0. Deretter deles hovedprosessen inn i et mer detaljert prosesskart i dattermodellen A0. Denne deles videre inn i A1, A2 osv., hvor alle dekomponeringsnivå har høyere grad av detalj.

Det eksisterer ingen øvre grense av antall dekomponeringsnivå, dette avhenger av ønsket detaljeringsgrad. A11 referer til den første prosessen i figur A1, A22 andre prosess i figur A2 osv. IDEF0-teknikken anvendt i denne artikkelen er modifisert etter Lang, Ellefmo og Aasly (2018). Funksjonsmodellene i denne artikkelen er laget i Microsoft Visio Professionals 2013.



Figur 5. Byggeklosser i modifisert IDEF0.



Figur 6. Grunnleggende prosess i modifisert IDEF0.



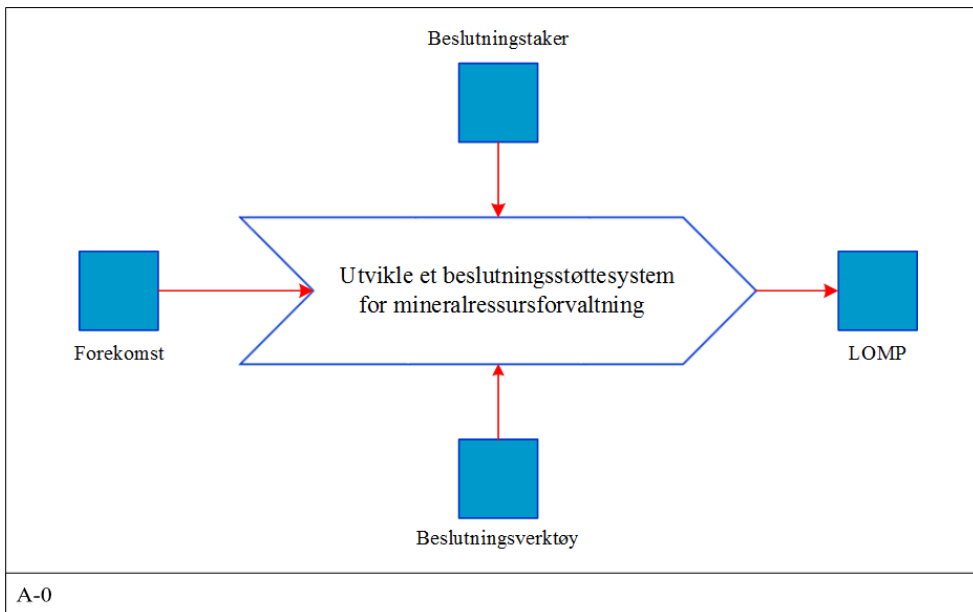
#### 4. RESULTAT

De viktigste modifierende faktorene ved reserveklassifisering av en sand- og grusforekomst, i henhold til PERC-standarden, er presentert i tabell 1.

**Tabell 1.** Modifierende faktorer ved reserveklassifisering av sand- og grusforekomster.

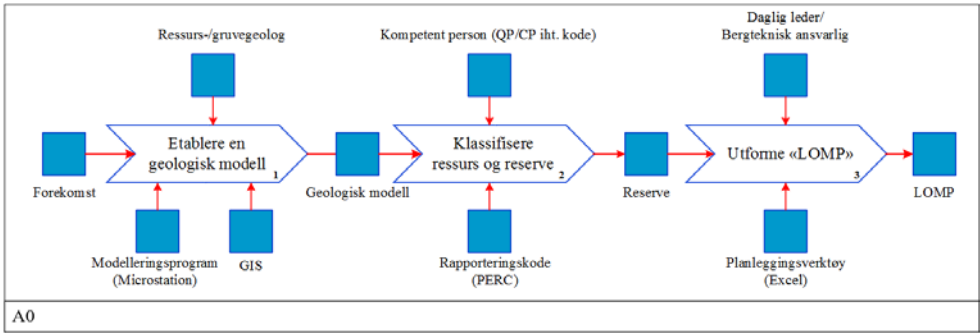
<b>Modifierende faktorer ved reserveklassifisering av en sand- og grusforekomst</b>	
<b>Brytning</b>	Uttaksmetode Geologi Hydrologi og hydrogeologi Uttakskostnader
<b>Prosessering</b>	Prosesseringsteknologi- og metode Prosesseringskostnader
<b>Økonomi</b>	Prinsipp for prissetting Enhetskostnader Økonomiske nøkkeltall
<b>Marked</b>	Kunder, etterspørsel og markedssvingninger Markedskrav til produktkvalitet Nærhet til marked
<b>Juridisk</b>	Lover og forskrifter Areal- og eiendomsforhold Tillatelser, avtaler og lisenser
<b>Miljø</b>	Ytre forurensning Vassdrag og økosystem Behandling av avfall
<b>Infrastruktur</b>	Bygg og anlegg Vei og transportrute Vanntilførsel og drenering Elektriske installasjoner
<b>Samfunn</b>	Samfunnsansvar Sosial aksept
<b>Offentlig</b>	Politikk Skatt og avgift

Figur 7 viser de overordnede elementene i utviklingen av et beslutningsstøttesystem for mineralressursforvaltning. Det en på overordnet nivå fører inn i modellen er en mineralsk forekomst. Det kontrollerende elementet vil være en beslutningstaker avhengig av dekomponeringsnivå. Støttende element er generalisert til beslutningsverktøy på overordnet nivå. Beslutningsverktøy vil være avhengig av prosessen som skal utføres, dette kan være dataprogram, standarder, lover og veiledere. Beslutningsstøttesystemets endelige mål/output, er en LOMP (Life-of-mine plan) - uttakets endelige plan.

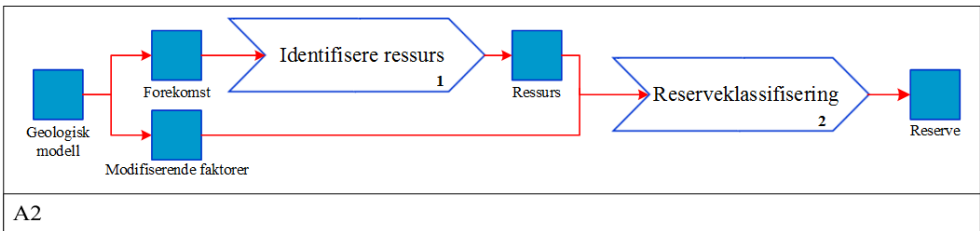


**Figur 7.** A-0: Overordnet formål.

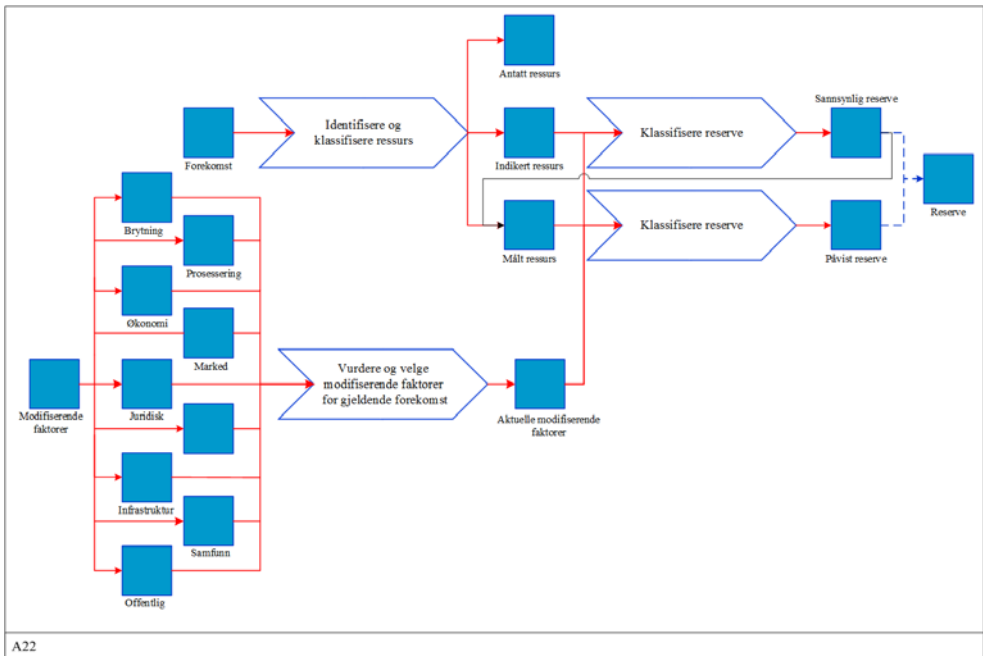
Funksjonsmodell A0 vist i figur 8 er dattermodellen til A-0. Denne modellen er første dekomponering av det overordnede nivået, og fungerer som beslutningsstøttesystemets hovedmodell. A0 består av tre prosesser, etablere en geologisk modell, klassifisere ressurs og reserve og utforme en LOMP. Først skal det etableres en geologisk modell, som videre anvendes i ressurs- og reserveklassifisering. Reserveklassifisering og et reserveestimat legger grunnlag for en endelig plan for uttaket. De støttende elementene i de tre prosessene er for generelt bruk, i parentes er eksempel på anvendt verktøy. Input og output er de samme som i A-0. De styrende elementene i modell A0 er ansvarlig personell for prosessen som utføres.



Figur 8. A0: Hovedmodell.



Figur 9. A2: Dekomponering av prosess «klassifisere ressurs og reserve».



Figur 10. A22: Dekomponering av prosess «reserveklassifisering».

Figur 9 viser prosessmodell A2. Dette er dekomponeringsnivået til prosessen «klassifisere ressurs og reserve» i hovedmodell A0. Den geologiske modellen anvendes for å hente ut informasjon om forekomst og modifierende faktorer, som videre anvendes ved reserveklassifisering.

Figur 10 viser modell A22, dette er en dekomponering av prosess «reserveklassifisering». I denne modellen anvendes ressurs og modifierende faktorer for å finne virksomhetens reserve. Reserveklassifiseringen i figur 10/modell A22 er i tråd med CRIRSCO sin hovedmodell, se figur 4.

## 5. DISKUSJON

Ved noen anledninger kan det være vanskelig å skille mellom de geologiske- og de modifierende faktorene. Det må her understrekes at geologiske faktorer ikke er modifierende faktorer, da de representerer ulike akser i CRIRSCO sin hovedfigur, se figur 2. Den geologiske akse peker på innhenting av kunnskap og datagrunnlag, og har som formål å redusere usikkerhet og risiko knyttet til forekomstens egenskaper. Det som kommer frem av denne akse må vurderes i sammenheng med de modifierende faktorene. De fleste modifierende faktorene i tabell 1, har direkte eller indirekte påvirkning på hverandre. Det kan diskuteres om en eller flere av de modifierende faktorene ligger til grunn for de andre, og om noen av faktorene således er «sekundære». En er for eksempel nødt til å forholde seg til gjeldende lover og forskrifter, som igjen vil påvirke både marked og økonomi, samt miljø- og samfunnsmessige forhold. Det kan argumenteres for at både offentlige- og samfunnsmessige faktorer er underliggende de juridiske, da det er statlige myndigheter som på vegne av samfunnet regulerer lovverket. Et mer direkte eksempel av påvirkning på tvers av de modifierende faktorene, er valg av teknologi ved brytning, prosessering og oppredning. Disse beslutningsvurderingene er direkte tilknyttet investerings- og driftskostnader, samt omfanget av miljøutfordringer og dermed sosial aksept og samfunnsmessige utfordringer.

Et flytskjema er godt egnet for å illustrere reserveklassifisering. Systemet er brukervennlig og det er enkelt å lese de ulike modellene, da IDEF0-teknikken er svært intuitiv. Hvor lang tid en prosess tar relativt til en annen kommer ikke frem av systemet. Virksomhetene kan selv legge til spesifiserte prosesser og dekomponeringsnivå for deres uttak. I figur 10 er «aktuelle modifierende faktorer» en input i reserveklassifiseringen. Det kan diskuteres om dette er i tråd med funksjonsmodelleringens retningslinjer, da en input skal endres eller forbrukes. Dog, kan de modifierende faktorene endres underveis i klassifiseringsprosessen, da disse faktorene påvirker hverandre som diskutert i

forrige avsnitt. Alternativt kan «aktuelle modifierende faktorer» fungere som et kontrollerende element. Kontrollerende element styrer hvordan prosessen gjennomføres. De modifierende faktorene styrer selve prosessen indirekte ved at de bestemmer hva som skal kartlegges og må hensyntas i klassifiseringsprosessen. Videre er PERC anvendt som et støttende element. Et støttende element skal brukes, men vil ikke endres eller forbrukes. PERC som støttende element vil være akseptabelt, så sant rapporteringsstandarden anvendes som et verktøy i form av retningslinjer. I figur 8-10, hvor det kontrollerende elementet er en kompetent person i henhold til PERC, vil ikke PERC-standarden selv være styrende, men kun et styrings- og veiledningsverktøy for den kompetente personen og selve klassifiseringsprosessen.

Det eksisterer flere ulike system for ressurs- og reserveklassifisering som ikke er gitt oppmerksomhet i denne artikkelen. Det foreligger ikke noen sammenligning av anvendt standard med andre aktuelle klassifiseringssystem for mineralske ressurser og reserver. Det er dermed ikke vurdert om PERC-standarden er det beste alternativet for den norske mineralnæringen. Denne artikkelens hensikt er å synliggjøre behovet for en felles klassifiseringsstandard og gi en innføring i en av disse, samt illustrere hvordan en utvalgt rapporteringsstandard kan anvendes enkelt og effektivt på en sand- og grusforekomst.

I Norge er det ingen krav til bruk av rapporteringskode og av litteratur finnes det lite veiledning av reserveklassifisering og de modifierende faktorene for byggeråstoff. Dette kan føre til begrepsforvirring, hvor det ikke er tydelig hva aktører selv legger i begrepene ressurs og reserve. Ofte anvendes begrepet ressurs, men uten klassifisering. Dette gjelder også for reserve, der det sjelden følger med en reserveklassifisering eller informasjon som viser til at de aktuelle modifierende faktorene er vurdert. En fare med ulik begrepsforståelse er forholdet mellom innrapportert ressurs og reserve til DMF, kommune, eiere osv., og den faktisk teknisk utvinnbare og økonomisk lønnsomme reserven. Dersom en ikke har lik forståelse av ressurs- og reserveklassifisering, kan en risikere feilrapportering mellom de ulike leddene. Dette kan føre til underskudd i lokale- og regionale ressursregnskap, konkurs og generell dårlig forekomstkontroll.

Det vil være av bransjens egen interesse å rette et større fokus på konsekvent rapportering og felles terminologi, da både for beslutningsstøtte ved endrede modifierende faktorer, sammenligningsgrunnlag og privat- og offentlig mineralressursforvaltning. Det er viktig at en er konsekvent med anvendt rapporteringskode over tid. Ved å systematisk vurdere faktorer og beslutninger som påvirker hvorvidt en mineralsk ressurs er økonomisk lønnsom og teknisk utvinnbar, vil en adressere risikoelementer ved uttaket og ha et reelt bilde av

forekomstens verdi til enhver tid. Bedre forekomstkontroll kan også avdekke potensiale for optimalisering av driften.

## **6. KONKLUSJON**

Internasjonale rapporteringskoder, eksempelvis PERC, kan anvendes på en sand- og grusforekomst, ved å systematisk vurdere de aktuelle modifierende faktorene gjeldende for den unike forekomsten.

De modifierende faktorene for reserveklassifisering i henhold til CRIRSCO-standarder er brytningsfaktorer, prosesseringsfaktorer, økonomiske vurderinger, markedsfaktorer, juridiske vurderinger, miljømessige evalueringer, infrastrukturelle utfordringer, samfunnmessige forhold og offentlige faktorer.

Kontinuerlig kartlegging og vurdering av faktorer som påvirker hvorvidt en forekomst er økonomisk drivverdig og teknisk utvinnbar, bidrar til å danne et reelt bilde av den mineralske forekomstens verdi til enhver tid.

Det vil være en fordel, både for offentlig- og privat mineralressursforvaltning, at det innføres en felles standard for rapportering av mineralske ressurser og reserver i Norge. En felles standard vil blant annet kreve lik terminologi og føre til bedre forekomstkontroll, noe som vil styrke den norske mineralnæringen.

## **TAKK TIL**

Denne artikkelen er et utdrag fra min masteroppgave i Mineralproduksjon ved Institutt for geovitenskap og petroleum ved NTNU, skrevet våren 2019. I masteroppgaven ble det utviklet et beslutningsstøttesystem for effektiv reserveklassifisering, eksemplifisert ved en sand- og grusforekomst.

Takk til mine veiledere ved NTNU, spesielt hovedveileder Førsteamanuensis Steinar Løve Ellefmo, for god veiledning, innspill og diskusjoner.

## **REFERANSER**

Allington, R. og Sides, E., 2018: FAMMP training course [Utlevert studiemateriell]. Stockholm: PERC, GWP, Orebody Risks

CRIRSCO, 2013: International Reporting Template CRIRSCO

CRIRSCO, u.å.: About CRIRSCO. Tilgjengelig fra: <http://www.crirSCO.com/background.asp>.

DMF, 2019: Harde fakta om mineralnæringen - Mineralstatistikk 2018. Trondheim: Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard

ECON, 1999: Naturavgift og pukk- og grusnæringen - Rapport 60/99. Oslo: ECON Senter for økonomisk analyse

Ellefmo, S., 2015: Rapportering etter vedtatte normer, GEO, 09 10

Finansdepartementet, 2018: Förordning (2018:1635) om fastställande av omräknat belopp för naturgrusskatt för år 2019. Stockholm

Frønsdal, K., 1999: Sirkulære nr. 12/99 - Rapportering for gruveselskaper. Oslo Oslo Børs

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2011: Temaveileder: Uttak av mineralske forekomster og planlegging etter plan- og bygningsloven, Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/temaveileder-mineralske-forekomster-og-p/id652438/>  
(Hentet: 10.11.2019)

Lang, A. M., Ellefmo, S. L. og Aasly, K., 2018: Geometallurgical Flowsheet as a Tool for Designing and Communicating Geometallurgical Programs, Minerals

Langer, W. H., 1988: Natural Aggregates of the Conterminous United States. U.S. GEOLOGICAL SURVEY

Mineralloven, 2009: Lov om erverv og utvinning av mineralressurser

NIST, 1993: Announcing the Standard for Integration Definition for Function Modelling (IDEF0), USA: National Institute of Standards and Technology

Norsk Bergindustri, 2014: En offensiv mineralpolitikk med vekt på lokal verdiskapning. Trondheim/Oslo: Norsk Bergindustri

Norsk Bergindustri, 2016: NOU 2015: 15 Sett pris på miljøet – Rapport fra Grønn skattekomisjon, Høringssvar fra Norsk Bergindustri. Oslo: Norsk Bergindustri.

Norsk bergindustri, 2018: Årsrapport 2017 Oslo: Norsk bergindustri.

PERC, 2017: PERC Reporting Standard Belgia: The Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC).

SGU, 2018: Grus, sand och krossberg 2017 - Periodiska publikationer 2018:2. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.

Simon, J., 2003: Three Australian Asset-price Bubbles, i Asset Prices and Monetary Policy, Kirribilli, New South Wales, Australia. Reserve Bank of Australia, s. 24-29.

Tulcanaza, E., 2013: Crirsco. Tilgjengelig fra:

[http://www.criusco.com/news\\_items/The\\_Role\\_of\\_CRIRSCO-E\\_Tulcanaza\\_Chairperson.pdf](http://www.criusco.com/news_items/The_Role_of_CRIRSCO-E_Tulcanaza_Chairperson.pdf)  
(Hentet: 10.10.2018).