





| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  NTNU | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 1 av 12 |

| | | |
|--|--|--|
|  Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi Adresse: Høgskoleringen 6, NTNU NO-7491 Trondheim NORWAY Telephone: +47 73 59 45 01 Fax: +47 73 59 37 90 Enterprise No.: NO 974 767880 MVA | NTNU/IVT RAPPORT | |
| | TITEL: <p style="text-align: center;"><i>Fagplan 2011 - 2020 Sluttrapport Del: Petroleum og geofag</i></p> | |
| | FORFATTERE: Arbeidsgruppen for fokusområde Petroleum og geofag ved Mai Britt Mørk og Jon Kleppe | |
| PROSJEKTEIER: IVT | | |
| ABSTRAKT: En kort oppsummering av rapportens viktigste punkter: <ul style="list-style-type: none"> • Definisjon av fokusområdet petroleum og geofag: <ul style="list-style-type: none"> ○ Leting etter og utvinning av olje og gass ○ Kartlegging, karakterisering og bærekraftig utvinning av Norges faste mineralressurser på land og på havbunnen ○ Geofarer, klima og bergteknikk ○ Geovarme • Dokumenterer økende behov for mineralressurser, nye utfordringer og behov for ny teknologi innen petroleum og mineralutvinning, miljøaspekter og gjenvinning. • Målsetting om å være internasjonalt ledende innen petroleumsområdet, og i utvalgte deler av landbaserte geofag. • Videreutvikling av laboratoriebasert forskning og forskningssamarbeid mellom de to instituttene der det er relevant. • Opprettholde nåværende organisasjonsstruktur – to institutt som har mye overlapp, men enda større forskjeller (mhp. teknologiutfordringer, geologisk kompleksitet, ulike næringer). • Styrking av landbasert geofysikk i hht. behovet for økt satsing mot mineralleting, i nært samarbeid med NGU. • Vedlikehold og styrking av samarbeid og dialog med industri og samfunn forøvrig. • Forskningsaktivitetene både innen landbaserte geofag og petroleum er i samsvar med IVT fagplanens 4 utvalgte målbilder. | | |

| | | | | |
|--|---|---------------------|-------|-----------|
|  NTNU | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 2 av 12 |

| | |
|---|-----------|
| FAGPLAN FOR PETROLEUM OG GEOFAG | 3 |
| 1 Bakgrunn for forslag for strategiske satsninger | 3 |
| 1.1 Innledning | 3 |
| 1.2 Olje og gass | 3 |
| 1.3 Mineralressurser | 4 |
| 1.4 Globale megatrender i planperioden | 4 |
| 1.4.1 Olje og gass | 5 |
| 1.4.2 Mineralressurser | 5 |
| 1.5 Teknologiske trender, utvikling og gjennombrudd på faggruppens områder i planperioden 5 | |
| 1.5.1 Olje og gass | 5 |
| 1.5.2 Mineralressurser | 5 |
| 1.6 Status pr. juli 2012 | 6 |
| 1.6.1 Olje og gass-området | 6 |
| 1.6.2 Mineralressursområdet | 6 |
| 1.7 Måldefinering 2020 for arbeidsgruppens områder | 7 |
| 1.7.1 Olje og gass: | 7 |
| 1.7.2 Mineralressurser: | 7 |
| 2 Forslag til strategiske forskningsområder | 7 |
| 2.1.1 Olje og gass | 8 |
| 2.1.2 Mineralressurser | 9 |
| 3 Konsekvenser av de strategiske valg av forskningsområder | 9 |
| 3.1.1 Organisasjon og infrastruktur | 9 |
| 3.1.2 Kompetanse og undervisning | 10 |
| 3.1.3 Forskningsområder | 10 |
| 3.1.4 Laboratoriekapasitet og infrastruktur | 10 |
| 3.1.5 Ledelse og administrasjon | 10 |
| 4 Finansiering 10 | |
| 4.1.1 Olje og gass | 10 |
| 4.1.2 Mineralressurser | 10 |
| 5 Strategiske samarbeidspartnere | 11 |
| 5.1.1 Olje og gass | 11 |
| 5.1.2 Mineralressurser | 11 |
| 6 Referanser og bakgrunnsdokumentasjon | 12 |

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 3 av 12 |

FAGPLAN FOR PETROLEUM OG GEOFAG

1 Bakgrunn for forslag for strategiske satsninger

1.1 Innledning

Fokusområdet Petroleum og geofag er omfattende, både når det gjelder samfunnets behov, bransjer og forskningsaktiviteter. Norge er rikt på mineralressurser på land og olje og gass-ressurser på kontinentalsokkelen, men for å finne og utvinne dem på en bærekraftig måte kreves avansert forskning innen ulike områder av geofag og petroleumsteknologi. Geologiske ressurser er en fellesnevner for faggruppens fokus og omfatter forskning på hvordan de dannes og anrikes i naturen, utvikling av modeller og metodikk for å påvise utbredelsen og størrelsen av ressursene, og teknologi for bærekraftig utvinning, d.v.s. av olje og gass på kontinentalsokkelen og av mineralske råstoffer på land. De landbaserte og de offshorebaserte delene av geofagene har i prinsippet flere overlappende forskningsområder (figur 1), men både de geologiske og teknologiske utfordringene er svært forskjellige innen hvert område. Vi har derfor funnet det hensiktsmessig å skille mellom 1) olje og gass og 2) mineralressurser (landbaserte georessurser) i de fleste punktene i rapporten.:




Figur 1

1.2 Olje og gass

Stortingsmelding 38, 2011, "En næring for framtida - om petroleumsvirksomheten", gir en bred fremstilling av norsk olje- og gassvirksomhet, både historisk og av perspektivene fremover. Faktainformasjonen nedenfor er hentet derfra. Petroleumsvirksomheten er Norges største næring, og bidrar med rundt 20% av all verdiskapning og 25% av statens inntekter. Over 200.000 arbeidsplasser er direkte og indirekte knyttet til aktivitetene på sokkelen. Det er snart 50 år siden de første aktivitetene på sokkelen startet, og siden oppstarten av petroleumproduksjon fra norsk sokkel, med Ekofisk i 1971, har verdiene som er skapt kommet opp i rundt 9.000 milliarder kroner. Verdiskapningen er to og en halv ganger den i landbasert industri, og 15 ganger den i primærnæringene. Olje- og gassvirksomheten er beskrevet i stortingsmeldingen som en næring for fremtiden, og planene for langsiktig forvaltning og verdiskapning fra petroleumressursene som meldingen presenterer, legger til rette for at petroleumsvirksomheten vil forbli en nøkkelnæring i Norge i mange tiår fremover. Olje- og energidepartementet og Oljedirektoratets fremstilling av mulige produksjonsforløp de neste 30 år viser et stort mulighetsrom, sterkt avhengig av forskning og teknologiutvikling knyttet til leting etter og utvinning av olje og gass.

Den nylige utgitte IEA-rapporten, "World Energy Outlook 2011", varsler en økning av energiforbruket i verden frem til 2035 med fra 23% til 51%, avhengig av energipolitikken som velges. Grunnlaget er en befolkningsvekst på 1,7 mrd. mennesker, og en 3,5% årlig økning i den globale økonomien. Rundt 90% av befolkningsøkningen, 90% av energiforbrukøkningen, og 70% av økonomisk produktivitetsokning, skjer i ikke-OECD-land. Under scenariet "Current Policy" vil økningen av energiforbruket i perioden frem til 2035 være 51%. På tross av større tilgang på fornybar energi i perioden, vil hydrokarboner i 2035 fortsatt utgjøre fra 62% til 80% av totalforbruket, ned fra 81% i 2009, avhengig av energipolitikken som velges. Olje- og gassproduksjonen forventes under "Current Policy" å øke fra 87 i 2009 til rundt 120 millioner fat i 2035 oljeekvivalenter per dag. Effektiviseringen av energiforbruk i OECD-landene er overskygget av

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 4 av 12 |

økningen i utviklingslandene, og særlig i Kina og India, men også i Afrika. Dette er en ventet utvikling, og reflekterer en "rettferdig" levestandardutvikling. Kina har inntatt posisjonen som landet med størst energiforbruk, med anslagsvis rundt 70% mer enn USA i 2011. I dag lever 1,3 mrd. mennesker i verden uten tilgang til elektrisitet.

Ettersom tilgangen av konvensjonell olje blir mindre, vil ukonvensjonell olje ta over i økende grad. Dette vil kreve ny teknologi for å redusere miljøavtrykket for produksjon av for eksempel olje fra oljesand.

Energitilførselen fra kull forventes i 2035 å fortsatt utgjøre 25% av totalforbruket. I Norge skjer kullproduksjon på Svalbard, men NTNU har relativt liten aktivitet knyttet til kulleting og -utvinning, som derfor ikke diskuteres i denne rapporten.


1.3 Mineralressurser

Landbaserte georessurser inkluderer en rekke fagområder innen geologi og bergteknikk og forskjellige bransjer som bergindustri, bygg- og anlegg, miljørelatert industri, forvaltning og utstysleverandører. Norge er rikt på mange typer geologiske ressurser på land. I henhold til nylig publiserte data fra Direktoratet for mineralforvaltning og Norges geologiske undersøkelse (NGU) omsatte bergindustrien for 10.8 milliarder NOK i 2010 og eksporterte for 6.6 milliarder. Fra 2009 til 2010 har omsetningen av industrimineraler økt fra 2.4 til 2.6 milliarder NOK med et solgt volum på 10.7 millioner tonn. I malmbransjen var det en økning fra 770 millioner i 2009 til 1.8 milliarder i 2010 med en eksportverdi på 1.6 milliarder. Økningen skyldes gode priser og større produksjon av jernmalm. Viktige malmer som produseres for tiden i tillegg til jernmalm og jern-titanoksid er nikkel, titan, molybden, sink-bly-kobber. Det er også stor interesse for leting etter gull, molybden og spesialmetaller. Omsetning av byggeråstoffer hadde en svak økning fra 3.9 til 4.0 milliarder og blokkstein med larvikitt fra 0.46 til 0.50 milliarder. Verdien av kullproduksjonen på Svalbard har imidlertid gått ned fra 2.0 til 1.4 milliarder NOK. Byggeråstoffer som pukk og grus kan ikke lenger betraktes som ubegrenset.

Globalt er det en økende etterspørsel etter mineralressurser i forbindelse med befolkningsveksten og et økende behov for velferdsøkning og ny teknologi. Mineralske ressurser inngår i de fleste produkter som brukes i dagens samfunn i ulike former fra naturstein og byggematerialer, og inngår som metaller eller mineraler i alle typer materialer, inklusive høyteknologiske applikasjoner der sjeldne spesialmetaller er avgjørende (eks. elektronisk utstyr). Flere land utvikler nå egen strategi for utvinning av mineralressurser. NTNU har nylig samarbeidet med SINTEF og NGU om å opprette et nasjonalt strategisk program innen mineralske råstoffer (MinForsk), og deltar også i et annet program (SusMin) som involverer de nordiske landene. Ny interesse for mineralutvinning vises også ved at NGU nylig fikk bevilget 25 mill kroner fra staten til storstilt malmleting i Nord-Norge til flymagnetiske målinger, geokjemisk prøvetaking og forskning. Flere universitet, deriblant NTNU deltar i dette. Institutt for geologi og bergteknikk ved NTNU er en viktig partner innen forskning og utdanning i mineralutvinning og har et spesielt ansvar siden vi er det eneste universitetet i Norge som dekker storskala oppredning av mineralråstoffer, og inkluderer store deler av næringskjeden fra mineral til ferdig råstoff gjennom laboratoriebasert forskning og utdanning.

For å utvinne mineralressurser på en bærekraftig måte kreves avansert forskning og integrasjon av flere fagområder innen geologi og bergteknikk. Forskingen er forankret i flere punkter i FN's Milleniumrapport om globale utfordringer som: Pkt. 1 Bærekraftig utvikling og klimaendring, Pkt. 3 Befolkning og ressurser, Pkt. 2 Rent vann, Pkt. 12 Energi, og pkt. 13 Vitenskap og teknologi. Klimaendringer og ekstremvær har ført til økt fokus på geofarer (geohazards), både menneskepåvirkete og naturlige hendelser, som skred og flom. En ny stortingsmelding er under utarbeidelse innen flom og skred (se også fokusområde Bygg). Effekten av langvarige vulkanutbrudd ser ingen landegrensener og har gitt oss et nytt begrep – "askefast". Forskning på grunnvann og stabilitet av berggrunn og løsmasser er nødvendig også for å ivareta miljøaspekter og sikkerhet ved ressursutvinning, deponering og utbygginger i samfunnet.

1.4 Globale megatrender i planperioden

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 5 av 12 |

1.4.1 Olje og gass

Veksten i verdens energibehov er beskrevet i IEAs "World Energy Outlook 2011", se ovenfor. Norges rolle i tilførselen av energi er udiskutabel; og vår produksjon av olje og gass er uten tvil den mest miljøvennlige i verden. Samtidig er det store utfordringer knyttet til mer effektiv utvinning av olje og gass. Oljedirektoratet anslår at dagens gjennomsnittlig utvinningsgrad av olje fra alle norske oljefelt er 46%, og dette betyr at 54% blir igjen i undergrunnen når feltene er innstengt. I verden ellers er utvinningsgraden lavere.

Forskningsmiljøene internasjonalt, og oljeindustrien, jobber intenst med forskning for å øke utvinningsgraden. Viktig ny teknologi for å oppnå forbedringer inkluderer hurtigere og større datamaskiner, bedre laboratorieteknologi, inkludering av nye teknologier, særlig nanoteknologi og nye kjemiske metoder for reduksjon av overflatespenninger i porestrukturen, ukonvensjonelle fossile ressurser, og nye letemodeller i modne områder.

Norge må knytte seg i sterkere grad til forskningsmiljøer i utlandet, for å kompensere for manglende kapasitet og kompetanse i Norge. Vi er et lite land.

1.4.2 Mineralressurser

Både innen mineral og energiressurser har nordområdene fått økende strategiske betydning, noe som også gir nye geologiske og teknologiske utfordringer. Økende behov for mineralressurser globalt innebærer større konkurranse og forandringer i markedet, som også har strategiske betydning for nordområdene. Sterkere fokus på mineralstrategier i ulike land vil bidra til økt satsing på forskning innen mineralressurser. Som følge av den globale veksten i produksjon og etterspørsel vil også behovet for resirkulering av råstoffer øke. Begrepet "urban mining" brukes særlig på gjenvinning av spesialmetaller, sjeldne jordartsmetaller og edelmetaller fra sekundære kilder. Det er selvfølgelig også behov for ressursanalyser og økonomiske analyser. Utforskning av havbunnen også for andre georessurser enn olje og gass, eks. manganknoller og mineraliseringer i forbindelse med "black smokers" er startet opp i en rekke land, og blir også et tema for Norge som har råderett over store havområder i nord.

Både av miljø og ressurs hensyn vil det også være økende behov for mer forskning innen bærekraftig mineralutvinning og deponering av avgangsmaterialer, klimaeffekter og geofarar, rent vann og alternativ energi som jordvarme.


1.5 Teknologiske trender, utvikling og gjennombrudd på faggruppens områder i planperioden

1.5.1 Olje og gass

Forskningsmiljøene i verden, og oljeindustrien, jobber intenst med forskning for å øke utvinningsgraden. Reduserte bore- og brønnkostnader for å kunne øke antall dreneringspunkter i reservoaret, er en viktig faktor i denne sammenheng. Datateknologi er en viktig nøkkel til bedre geologisk modellering, bedre seismikkprosessering og -tolkning, og til mer nøyaktig reservoarbeskrivelse og reservoarsimulering, og dermed utvinning av reservoarene. Viktig ny teknologi for å oppnå forbedringer inkluderer hurtigere modellering og scenariovurderinger, og bedre laboratorieteknologi, inkludering av nye teknologier, særlig nanoteknologi og nye kjemiske metoder for reduksjon av overflatespenninger i porestrukturen, er sentralt for økt utvinning.

1.5.2 Mineralressurser

Nanomineralogi er et nytt fagfelt med uante muligheter som har anvendelse både mot magnetiske egenskaper, materialkarakterisering og økt oljeutvinning. Teknologitrender innen mineralressurser inkluderer komplekse 3D modeller som integrerer ulike datatyper (geologi og geofysikk), nye geologiske letemodeller for ukonvensjonelle malmforekomster, og utvinningsteknologi for dypere malmer. NGU's satsning illustrerer nødvendigheten av å bruke geofysikk i kombinasjon med geokjemisk prøvetaking og

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 6 av 12 |

geologisk kartlegging i malmløsing. Innen oppredning er det allerede stor fokus på bedre fragmenteringsteknologi og på mer effektiv separering av finstoff. Innovativ deponeringsteknologi og bruk av mer miljøvennlige prosesskemikalier vil også bli helt nødvendige fokusområder. Flere viktige metaller vil i økende grad måtte gjenvinnes fra sekundære råstoffer, dvs. "urban mining". Teknologitvilling vil også være nødvendig i forbindelse med temaet "ocean mining" som ble initiert som mulig forskningstema ved IVT nylig.

1.6 Status pr. juli 2012

1.6.1 Olje og gass-området

Faggruppen Petroleumsteknologi gjennomførte i 2004-2005 en omfattende strategiprosess som la stor vekt på eksterne innspill. Arbeidsgruppen besøkte 49 bedrifter, institusjoner, myndigheter, mm., hvor behovet for forskning knyttet til norsk sokkel ble diskutert. En rapport som sammenfattet innspillene ble presentert i et seminar ved NTNU i 2005. BRU-rapporten har vært petroleumsområdets strategiplan frem til nå, og dagens fagplan bygger i stor grad videre på denne. Det er et godt samarbeid mellom IGB og IPT om undervisning innen studieprogrammet Petroleumsfag, og det er god tilgang på studenter. Forskningen er betydelig, med omfattende samarbeid internasjonalt og med industrien. Eksterne inntekter er betydelig større enn budsjettet fra NTNU. I tillegg er et senter for Integrerte operasjoner i

petroleumsindustrien (SFI) integrert i IPTs daglige drift. Laboratoriesituasjonen er ikke tilfredsstillende, og det mangler sentrale utstyrsenheter for viktige områder i forskningen. Tre evalueringer av deler av områdets forskningsdisipliner har vært gjennomført det siste året (SFI-evalueringen, IVT-evalueringen, NFRs geofagevaluering), og alle har gitt meget gode resultater, men med en påpekning av for lite samarbeid innen geologi, manglende kvinner i lærerstaben, og aldrende stab.

Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk (IPT)

- 17 faste vitenskapelige ansatte
- 15 II-stillinger
- 14 teknisk-administrativt ansatte
- 65 ph.d.-kandidater
- 350 norske og utenlandske studenter i masterstudiet (sammen med IGB)
- NTNU-budsjett: ca. 29 MNOK/år
- Eksterne inntekter: ca. 45 MNOK/år
- SFI: ca. 45 MNOK/år


1.6.2 Mineralressursområdet

Faggruppene innen geologi og bergteknikk (IGB) er midt i en femårsperiode med utstrakt pensjonering og mer enn 40% av staben vil ha vært ansatt kortere enn 2-3 år i løpet av 2012. 2 av 17 vitenskapelige er kvinner, og i forbindelse med nyansettelser økte tallet til 4 kvinner av 18 våren 2012. I de siste årene har det vært betydelig økning i studenttallet, som forventes å stige til 40-50 ferdige mastere pr. år. Faggruppenes kompetanse (ingeniørgeologi og bergmekanikk, mineralteknikk og HMS, og geologi) og sammen-setningen av velutstyrte laboratorier innen oppredning, mineralteknikk, ingeniørgeologi og bergmekanikk er unikt for Norge. Samarbeid med NT-fakultetets elektronmikroskopi-laboratorier (EM-lab) gir også unike muligheter innen avansert mineralteknikk på mikro- og nanonivå. IGB jobber for tiden også med oppgradering av bergmekanikk-laboratoriet for å kunne forske på svært store bergspenninger.

Institutt for geologi og bergteknikk (IGB), tall for 2011

- 17 faste vitenskapelige ansatte
- 7 II-stillinger
- 14 teknisk-administrativt ansatte
- 18 ph.d.-kandidater
- Studenter: Tekniske geofag, realfag og petroleum: ca 250.
- NTNU-budsjett: 22.6 MNOK
- Eksterne inntekter: ca. 9 MNOK

Mineralogisk forskning er spesielt viktig innen malm- og mineralforekomstgeologi, mineralteknikk og oppredning, men også innen petroleum og CO₂-rettet reservoargeologi. Forskning og undervisning i laboratorier og i felt er en fellesnevner for alle faggruppene. IGB er ansvarlig for 2 studieprogram (5-årig Tekniske Geofag, og 3+2-årig BSc+MSc i geologi) og i undervisningen i petroleumsgnologi sammen med IPT. Tekniske geofag ble nylig evaluert i "Fremtidens Bergstudium" med solid forankring i næringslivet. Forskningen ved IGB har imidlertid fått lav poengskåring både i Forskningsrådets og i IVT's evaluering. Dette skyldes blant annet stor undervisningsbelastning i forbindelse med pensjoneringer, og at mye av forskningen tradisjonelt har blitt publisert i symposiebind o.a. som ikke gir poeng i de akademiske

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 7 av 12 |

evalueringene. Evalueringene konkluderer generelt med behov for sterkere fokusering av forskningen, større produksjon av publikasjoner i internasjonale tidsskrifter, samt mer samarbeid med andre avdelinger, for eksempel IGB-IPT. Behovet for geologisk grunnforskning som basis for de mer anvendte fagene nevnes spesielt. IGB har i de siste årene økt sin fokus på publisering gjennom medarbeidersamtaler og lønnspolitikk, årlig publiseringspris, og i forbindelse med nyansettelser.

1.7 Måldefinering 2020 for arbeidsgruppens områder

IVTs visjon er overordnet, og detaljnivået rekker i liten grad ned til fokusområdets viktigste områder. Vår strategi er i stor grad farget av samfunnets og industriens behov. I samtaler med industrien, myndigheter og institusjoner, er strategien utformet. I strategiarbeidet skiller vi mellom energiressurser (olje og gass) og mineralressurser (landbaserte georessurser).

1.7.1 Olje og gass:

Den omfattende prosessen som lå til grunn for BRU-rapporten i 2005 legges i stor grad til grunn for inneværende strategiplan, og vil oppdateres gjennom eksterne besøk i del 2 av fagplanen. Vår visjon "Internasjonal ledende petroleumforskning og -utdanning" styrer vår utvikling, og hovedpunktene blir:

- Bedre leting og utvinning på norsk sokkel
- Internasjonalt ledende i utdanning og forskning
- Samarbeid med de beste forsknings- og utdanningsmiljøer utenlands
- Tverrfaglig samarbeid ved NTNU og i Norge

EU har ikke hydrokarboner som del av rammeprogrammet, men man vil vurdere å delta i prosjekter tilknyttet hovedprofilen, f.eks. innen CO₂-lagring og IKT.

1.7.2 Mineralressurser:

Dette satsningsområdet er forankret i det økende behovet for mineralressurser i samfunnet og for forskning innen bærekraftig utvinning og klima. Utarbeidelse av ny strategiplan inkluderer blant annet:


- Utvikle forskningsstrategier og profilere kjerneområder innen a) Kartlegging, karakterisering og bærekraftig utvinning av Norges faste mineralressurser på land og på havbunnen, b) Geofarer, klima og bergteknikk. Samtidig styrke relevant geologisk grunnforskning.
- Utnytte synergieffektene som ligger i den integrerte geofaglige kunnskapen ved instituttet til økt samarbeid innen større prosjekter på tvers av faggrupper.
- Rykke opp minst en karakter på IVT's kvalitetsskala for forskning innen 2015.
- Skaffe mer tid til forskning ved mer utstrakt bruk av professor 2 fra næringslivet.

Fremover vil vi utrede muligheter for deltakelse mot EU i forbindelse med gjenvinning, og innen ingeniørgeologi som del av Geminisenter-samarbeidet.

2 Forslag til strategiske forskningsområder

Petroleum og Geofag har viktige forskningstema i alle de fire foreslåtte IVT's målbilder som vist nedenfor:

| | Sikker, ren og effektiv energi | Funksjonell og bærekraftig infrastruktur og bygd miljø | Sikre Norges posisjon som ledende i havrommet | Større verdiskapning fra Norges kompetanse og ressurser |
|----------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| Petroleum og Geofag | Finne mer olje og gass | Utnyttelse av undergrunnen i byer | Integrerte operasjoner | Kartlegging og karakterisering av mineralressurser |
| | Økt oljeutvinning | Klima, stabilitet og rasfare | Geologisk/geofysisk kartlegging i arktiske områder | Bærekraftig mineralutvinning |
| | Geovarme | | Ocean Mining | Integrerte operasjoner |
| | Integrerte Operasjoner | | | Økt utvinning /reservoargeologi |

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  NTNU | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 8 av 12 |

2.1.1 Olje og gass

Etter snart 50 år med olje- og gassvirksomhet i Norge, er det viktigere enn noen gang å satse på forskning og teknologiutvikling rettet mot:

- 1) å finne mer olje og gass
- 2) å utvinne bedre fra reservoarene, og det haster særlig for de store, modne feltene som nå er inne i en haleproduksjonsperiode.

De siste store funnene i sørlige Nordsjøen, Aldous og Avaldsnes, viser at selv i modne områder kan ny teknologi og ny forståelse for geologiske prosesser føre til nye funn. Behovet for ny innsats er godt beskrevet og dokumentert i st.mldg. 38, av Åmutvalget, og av OG21.

Forskningen fremover bør inkludere følgende delelementer:

1) Petroleumsgeologi

- Utvikling av nye og bedre geologiske letemodeller
- Bassengmodellering og petroleumssystemanalyse
- Prediksjon og modellering av reservoaregenskaper for bedre utvinning og for lagring av CO₂
- Tektonikk, bassengutvikling og reservoargeologi i nordlige arktiske sokkelområder.

2) Petroleumsgeofysikk

- videreutvikling av metoder for å finne mer olje og gass, inkl. forbedring av seismisk avbildning av komplekse reservoarer, og reservoarer som befinner seg under salt og basalt
- bedre metoder for overvåkning av reservoarer for å oppnå økt utvinning av olje og gass, og for sikker lagring av CO₂ i undergrunnen
- nye metoder for å kombinere seismiske, elektromagnetiske og gravimetrisk metoder.


3) Boring, brønn og produksjon

- forbedring av system og metoder for reduserte bore- og brønnekostnader
- forbedring av produktiviteten til brønner i nye og modne felt
- Kunstig løft av brønnstrøm
- forbedre datainnsamling og produksjonsmodellering, inkl. teknologi for å finne olje mens boring pågår.
- utvikling av mer kostnadseffektive undervannsløsninger med tilhørende systemer for vedlikehold
- brønnintegritet, kostnadseffektiv plugging av brønner
- optimalisering av parametre for økt borehastighet
- underbalansert boring / trykkstyrt boring (MPD)
- boremetoder for geotermisk energi

4) Reservoarteknikk

- bedre reservoarbeskrivelse og bedre og hurtigere reservoarsimuleringsmodeller, med høyere oppløsning for optimalisering av reservoarutvinning.
- mobilisering av olje som er immobil etter vann- eller gassflømming ved bedring av metoder som blandbar gassinjeksjon, CO₂-injeksjon, lav salinitets vanninjeksjon, surfaktantflømming og mikrobiell økt utvinning.
- bedre fortrengning av mobile oljen gjennom forbedret polymerinjeksjon, soneisolering med kjemikalier og vann-alternerende-gass-injeksjon.
- nye metoder for økt utvinning som nå er på forskningsstadiet, slik som nye ”super-kjemikalier” for reduksjon av grenseflatespenningen mellom olje og vann eller eventuelt olje og gass, og bruk av nano-teknologi for å øke utvinningsgraden.

5) Integreerte operasjoner

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  NTNU | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 9 av 12 |

- Utnytte moderne teknologi og sanntids datatilgjengelighet for å styrke tverrfaglig samarbeid mellom nøkkelpersonell involvert i leting og produksjon
 - Utvikle teamarbeid og tverrfaglig kommunikasjon gjennom tilleggsutdanning og case-basert opplæring på tvers av disipliner
- 6) Prosessteknologi og rørtransport (Deler av dette delområdet er også inkludert i Verdikjede energi..)
- På norsk sokkel produsere like mye vann som olje fra reservoarene. Dette medfører store krav til vannrensning.
 - Modellering og overvåking av flerfasestrøm, særlig over lange avstander, dypt vann og kaldt klima
 - Subsea separasjon av olje og/eller gass og vann
 - Belastning fra havstrømmer på subsea rørledninger

2.1.2 Mineralressurser

1) Kartlegging, karakterisering og bærekraftig utnyttelse av faste mineralske råstoffer

Ressursgeologi/geologiske modeller

- Prospektering og geomodellering, skjulte forekomster på store dyp.
- Fin-tuning av 3D geofysiske modeller (EM).
- Malmdannelse – nye genetiske modeller.
- 3D og 4D modellering av geologiske prosesser.
- Nanomineralogi og forskning på bergarters/mineralers magnetiske egenskaper.
- Mineralogi, petrogenese og utvikling av metodikk innen mineral karakterisering.

Effektiv miljøvennlig mineralproduksjon

- Gruvedrift og produksjon av tilslagsmaterialer
- Innovativ oppredning og konsentratbehandling.
- Nyskapende verktøy innen prosessmineralogi og HMS.
- Resirkulering, urban mining og alternativ bruk av avgang
- Avgangsdeponering, spesielt sjødeponering.


2) Geofarer, klima og bergteknikk

- Flom, løsmasseskred og andre geofarer
- Hydrogeologi og geovarme
- Klimaendringer i nåtid og fortid
- Fjellskred
- Borehullstabilitet og geomekanikk ved høye spenninger
- Oil mining og lagring av hydrokarboner i bergrom.

3 Konsekvenser av de strategiske valg av forskningsområder

3.1.1 Organisasjon og infrastruktur

Oppstrøms petroleumsforskningen og -utdanning ved NTNU foregår i dag ved Institutt for geologi og bergteknikk (IGB) og Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk (IPT), og innen mineralressursområdet ved IGB. Det siste års evalueringer har gitt sterke signaler om nærmere forskningssamarbeid innen geologi mellom IGB og IPT. Det er mange viktige koblinger mellom de to instituttene innen flere fagområdene, særlig geologi, geofysikk, petrofysikk og bergteknikk på tvers av bransjer og institutter. IGBs samarbeid med NT's materialteknologi og bygginstituttet ved IVT, og IPTs forskningssamarbeid med flere institutter ved NT- og IME-fakultetene kompliserer bildet. Andre kompliserende faktorer er de ulike laboratoriene som er nødvendig for aktivitetene, ulike bransjer, og at

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 10 av 12 |

IGB ønsker sterkere geologisk fagmiljø blant annet ved mer samarbeid med landbasert geologi (eks. NGU). En instituttorganisering som ivaretar alt dette er vanskelig å tenke seg. Derfor må vi også i fremtiden utvikle samarbeidsformer som går på tvers av instituttgrenser.

3.1.2 Kompetanse og undervisning

De to instituttene samarbeider nært i undervisningen innen petroleumsfagene, og 2 georettede grunnkurs er felles for de tre ulike studieprogrammene (petroleum, tekniske geofag og realfags bachelor). Emner forøvrig som undervises ved de to instituttene er i stor grad bransjeorientert, og masteroppgaver gjennomføres ofte i samarbeid med industrien. Det felles studieprogrammet Petroleumsteknologi og geofag ble for noen år siden delt i to, Petroleumsfag og Teknisk geofag. Dette reflekterer forskjellene mellom mineralressurssiden og energiressurssiden, og ivaretar rekrutteringen til begge områdene. Det er likevel trolig gevinster å hente gjennom noe mer felles veiledning av oppgaver på masternivå, men mindre gjennom ytterligere samordning av undervisning. Studenttilstrømmingen til IGB's realfagsstudium understreker behovet for å styrke og synliggjøre geologisk grunnforskning.

3.1.3 Forskningsområder

Forskningsområdene er også forskjellige for mineralressurser og olje og gass, men med viktig overlapp som nevnt ovenfor innen deler av geologi, geofysikk, petrofysikk og bergteknikk. Økt forskningssamarbeid innen geologi rettet mot leting etter og utvinning av olje og gass, og innen bergteknikk og petrofysikk er en målsetning. Felles stillinger skal vurderes, samt oppretting av felles forskningsprosjekt med stipendiater som samarbeider. Som følge av økt fokus på malmprospektering er det viktig å utvikle nærmere samarbeid innen landbasert geofysikk (som nå er organisert ved IPT). Dette vil bli vurdert i 2012.

3.1.4 Laboratoriekapasitet og infrastruktur

For laboratoriekapasiteten og infrastruktur gjelder de samme koblingene som for forskningsområdene. Innen petroleumsområdet er det et stort behov for styrking av laboratoriene, særlig knyttet mot utvikling av nye metoder for økt oljeutvinning. Her trengs en nasjonal innsats, i nært samarbeid mellom universitetene i Norge. Innen geologi og bergteknikk er det under installering avansert utstyr til testing av svært store bergspenninger, og videreutvikling av mineralogisk laboratorium. Felles laboratoriestyr innen enkelte områder, særlig innen bergteknikk, skal også vurderes. En videreutvikling av modeller for laboratoriesamarbeid med SINTEF er aktuelt for flere institutt.

3.1.5 Ledelse og administrasjon

Ledelse og administrasjon knyttes som regel i stor grad til instituttene, men det er viktig for et universitet å dyrke individualitet. Sterk administrativ styring av forskning ved et universitet fremmer ikke faglig eksellens. Incitamentordninger for å oppnå strategiske dreininger, og premieringsordninger for oppnådde resultater anbefales, fremfor økt administrativ styring.


4 Finansiering

4.1.1 Olje og gass

Staten ved Forskningsrådet gjennom Petromaks gir betydelig støtte til forskning knyttet til petroleumsområdet, og finansierer langsiktig forskning. En utredning av en fortsettelse av programmet gjennom "Petrofuture" foregår, og NTNU har gitt innspill til dette. Likevel er den økonomiske støtten fra industrien det viktigste elementet i finansieringen av forskningen rettet mot leting etter og utvinning av olje og gass. Statoil er den største bidragsyteren. Dette forventes å fortsette i tiden fremover. Man vil satse på å få større bidrag fra industrien til forskning innen petroleumsgeologi. I lys av forskningsevalueringenes anbefalinger anbefaling av strategiske midler til felles forskningsprosjekt med stipendiater fra begge institutt.

4.1.2 Mineralressurser

Med unntak av det avsluttede instituttprogrammet innen "Kvarts", har det vært små muligheter til finansiering fra forskning innen mineralressurser. Samarbeid med bransjen innen stipendiat- og professor II-finansiering er i en positiv utvikling (f.eks. Statens veivesen, Jernbaneverket, Store Norske, NGU). Det

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  NTNU | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 11 av 12 |

bør nevnes at bergindustrien har gått sammen om å støtte et professorat i gruvedrift. Innen bergindustrien har Næringsstipendiatorordningen, som er et samarbeid mellom forskningsrådet og bedrifter, gitt stipendiater.

EU-finansiering har vist seg å være mer ressurs- og arbeidskrevende enn industrifinansiering, som har vært foretrukket hittil. Fremover vil vi utrede muligheten for deltakelse mot EU i forbindelse med gjenvinning, og avventer forøvrig neste rammeprogram. For små grupper kan det være mer relevant å satse på MinForsk programmet som er under utvikling. Nyansettelser og økt internasjonalt samarbeid kan åpne for finansiering gjennom forskningsrådet og EU i fremtiden. Innenfor ingeniørgeologi vil mulig deltakelse mot EU bli fortløpende vurdert som del av Gemini-senter samarbeidet.

5 Strategiske samarbeidspartnere

Internasjonalt samarbeid er instrumentelt for å nå ny kunnskap og strekksmål for vår forskning. Det er viktig at alle faggrupper ved IVT kalibrerer seg internasjonalt, og jobber aktivt for å etablere samarbeid som kan styrke vår forskning. Alle grupper bør identifisere de viktigste forskningsgruppene internasjonalt.


5.1.1 Olje og gass

For olje- og gassområdet har NTNU en lang rekke samarbeidspartnere i Norge og ved universiteter særlig i USA, Canada, Nederland, Brasil og Italia.

Industrien er en sterk støttespiller for å sikre relevans i petroleumsforskningen og -utdanningen, og økonomisk handlefrihet. I dag har IPT formelle avtaler med et stort antall bedrifter som bidrar med forskningsutfordringer, relevante data, og finansiering av utstyr, stipendier og studentprosjekter.

5.1.2 Mineralressurser

Innen mineralressurser og ingeniørgeologi har NTNU utstrakt samarbeid med norsk næringsliv (NGU, Norsk Bergindustri, Jernbaneverket, Statens veivesen etc.) og SINTEF, bl.a. i form av støtte til Ph.d. prosjekter. Vi har samarbeid med forskere fra en rekke universitet, bl.a. i Sverige, Danmark, England, Tyskland, Polen, USA, Australia og Kina. Som nevnt for petroleum er industri og næringsliv viktige støttespillere for å sikre relevans i forskning og utdanning også innen mineralressurser.

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------|-----------|
|  NTNU | Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) | | Dato: | 19.3.2012 |
| | Kunde: | | Rev.: | |
| | Tittel: | Fagplan 2011 - 2020 | Side: | 12 av 12 |

6 Referanser og bakgrunnsdokumentasjon

1. Evalueringsrapporter fra IVTs evaluering 2011
2. Evalueringsrapporter fra NFRs geoevaluering 2011
3. Evalueringsrapporte fra SFI midtveisevaluering 2010
4. Rapporter knyttet til Fremtidens Bergstudium 2010
5. Utredning av behov for nasjonal satsing på forskning for økt verdiskaping basert på mineralske ressurser. Innspill 22.august 2011.
6. Eksisterende strategiplan for petroleumsområdet, BRU-rapporten 2005:
<http://www.ipt.ntnu.no/~kleppe/pub/BRU/BRUreport.pdf>
7. IEA-rapporten, World Energy Outlook 2011
8. The Outlook for Energy - a view to 2050, ExxonMobil, Jan. 27, 2011
9. BP Energy Outlook 2030, January 2011
10. Shell Energy Scenarios to 2050, 2011
11. Økt utvinning på norsk sokkel, En rapport fra utvinningsutvalget, OED, September 2010
12. En næring for framtida - om petroleumsvirksomheten, Mld. St. 28, 2010-2011, 24. juni, 2011
13. OG21 - Olje og gass i det 21. århundre 2010