

Økt fokus på energiproduksjon med lavt karbonavtrykk forventes å medføre økt etterspørsel etter gass og fornybar energi. Utviklingen innen fornybare energikilder og batteriteknologi krever tilgang til betydelige mengder mineraler med sjeldne jordarter. Kartlegging har vist at slike mineraler også kan være til stede på norsk territorium. OD vil sommeren 2018 sette i gang egne undersøkelser for å bedre forståelsen av ressurspotensialet på norsk sokkel

Energiproduksjon med lavt karbonavtrykk kan medføre økende etterspørsel etter gass og mineraler med såkalte sjeldne jordarter (Rare-Earth Elements, REE). Fornybar energiproduksjon og tilhørende behov for lagring av energi i batterier antas å øke (faktaboks 8.1). Det har lenge vært kjent at det kan være store forekomster av mineraler med sjeldne jordarter på dyphavene.

HAVBUNNSMINERALER

Den 1. april 2017 fikk OED forvaltningsansvaret for undersøkelse og utvinning av mineralforekomster på kontinentalsokkelen. OD er delegert forvaltningsmyndighet for havbunnsmineraler. Dette inkluderer ressurskartlegging, ressursregnskap og oppfølging av industriens aktiviteter, og teknisk og økonomisk rådgivning til OED. Hittil har norske havområder i liten grad vært utforsket med sikte på mineralforekomster, og gjeldende lovgivning er ikke utformet for slik aktivitet. Departementet arbeider derfor med en ny lov om mineralutvinning på kontinentalsokkelen.

På norsk kontinentalsokkel er det kjent at det finnes havbunnsmineraler i de dype delene av Norskehavet (figur 8.3). Her gjorde Universitetet i Bergen (UiB) de første funnene av svarte skorsteiner for over ti år siden (faktaboks 8.2). På grunnlag av blant annet ODs store datasett med multistrålebatymetri i Norskehavet, påviste UiB flere forekomster av sulfider

(både skorsteiner og grushauger) langs den vulkaniske Mohnsryggen mellom Jan Mayen og Bjørnøya og videre nordover. Siden er det påvist og tatt prøver av flere forekomster av både sulfider og skorper i forbindelse med kartlegging av Norskehavet i et flerårig forskningssamarbeid mellom UiB og OD.

I tillegg til forekomstene i Norskehavet kan det være manganskorper rundt Yermakplatået i Polhavet nord for Svalbard.

OD har gjennomført kjemiske analyser av prøver fra tykke forekomster av manganskorper på brattskrentene av Jan Mayen-ryggen og Vøringutstikkeren. Resultatene viser at manganskorpene i Norskehavet kan deles i to grupper; den ene inneholder omtrent dobbelt så mye lantanoider som i tilsvarende skorper i Stillehavet og resten av Atlanterhavet, mens den andre gruppen inneholder mindre. Begge grupper inneholder betydelig mer litium (20 – 80 ganger) og scandium (4 – 7 ganger) enn tilsvarende skorper i Stillehavet og resten av Atlanterhavet. Litium og scandium er begge metaller som forventes å bli etterspurt.

OD i samarbeid med UiB gjennomførte i 2017 et datainnsamlingsstokt på Mohnsryggen med fokus på sulfider. I 2018 planlegges det et større datainnsamlingsstokt med fokus på massive sulfider fra inaktive hydrotermale systemer og et eget tokt med fokus på jernmanganskorper.

FAKTABOKS 8.1: Hvorfor forventes økt etterspørsel etter mineraler og sjeldne jordarter?

Vekst i etterspørselen etter fornybare energikilder som sol, vann og vind øker behovet for en rekke mineralressurser. Dette gjelder blant annet mineraler som inneholder grunnstoffer i kategorien sjeldne jordarter (definert av IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry). Disse er nødvendige bestanddeler i produksjon av blant annet vindmøller, solcellepanel og el-biler.

Gamle lyspærer skal erstattes med moderne og mer effektive LED-pærer, el-biler skal erstatte biler som bruker diesel og bensin, og samtidig skal verden forbli på et høyt teknologisk nivå med stadig nye mobiltelefoner, TV og datamaskiner, kameraer og enheter som blant annet er avhengig av sterke, men svært små batterier. Dette krever store mengder av blant annet litium, kopper, kobolt, mangan, nikkel, yttrium, lantan, neodym, kadmium.

Tynne, rimelige solcellepanel må ha tellurium (biprodukt i kobber- og bly-raffinering), og i moderne effektive batterier benyttes litium og kobolt. Litium ekstraheres i dag hovedsakelig fra saltinnsjøer (Salar) i Sør- og Nord-Amerika.

Kobolt er et biprodukt i nikkel-, sølv-, bly- og koppermalmer, med Den demokratiske republikken Kongo som største produsent. Platina brukes som katalysator i hydrogenbrennstoffceller, og produseres nesten utelukkende i Sør-Afrika. Neodym benyttes i produksjon av sterke magneter brukt i elektriske motorer til el-biler og vindmøller. Dagens mobiltelefoner kan inneholde opptil 62 forskjellige metaller, med opptil 10 ulike sjeldne jordarter.

Mineraler som inneholder de etterspurte metallene er ikke fornybare ressurser. Og selv om behovet stadig vokser, resirkuleres svært lite av disse metallene. Resirkuleringsprosessene er krevende fordi det gjelder svært små mengder i stadig mer komplekse enheter. Tynne lag av metall og legeringer må separeres fra plast, glass og andre komponenter i krevende og lite miljøvennlige prosesser.

Det er nødvendig å finne alternative kilder til sjeldne jordarter dersom framtidens forventede behov skal dekkes. Tabellen viser en oversikt over ressursrelevante grunnstoffer.

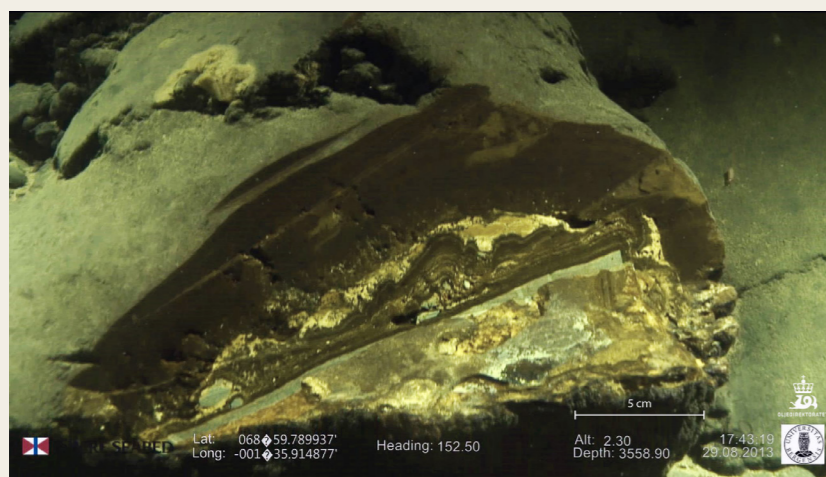
Ressursrelevante grunnstoffer	Bruksområde	Opphav	Hovedeksportør
Platinum	Kjøretøy, utslippskontroll-enheter	Alluviale-, nikkel-kopper-, og kromittavsetninger	Sør-Afrika
Kadmium	Batterier	Biprodukt av raffinering av sulfidiske zinkavsetninger	Kina, Sør-Korea
Titanium	Legeringer (Bærbare PC'er, romfartøy)	Mineraler som ilmenitt, brookitt og anatas	Australia, Canada, Kina
Kobolt	Batterier, superlegeringer	Massive sulfidavsetninger	Kongo
Litium	Batterier, glass og keramikk	Evaporitter, pegmatitt og smektitt	Australia, Chile
Lantan	Øker ytelse av glass og stål	Alkaline bergarter og karbonatitter	Kina
Mangan	Aluminiumlegering, batterier	Karbonater	India, Australia, Kina
Neodym	Permanente magneter	Alkaline bergarter og karbonatitter	Kina
Nikkel	Legeringer, batterier	Forvitrede ultramafiske bergarter	Indonesia, Filippinene
Scandium	Aluminiumlegering	Biprodukt av REE-mineral- og metallraffinering	Kina, Russland, Ukraina, Kazakhstan
Tellurium	Solcellepanel	Biprodukt av kobber- og blyraffinering	Russland, Sverige, Japan
Yttrium	LED, superledere	Forvitret leire	Kina
Kopper	El-biler og medfølgende infrastruktur	Kobberkis	Chile
Dysprosium	Permanente magneter	Alkaline bergarter og karbonatitter	Kina
Europium	Superledere	Alkaline bergarter og karbonatitter	Kina

Tabell 8.1 Oversikt over ressursrelevante grunnstoffer

FAKTABOKS 8.2: Tre hovedtyper dyphavsmineraler

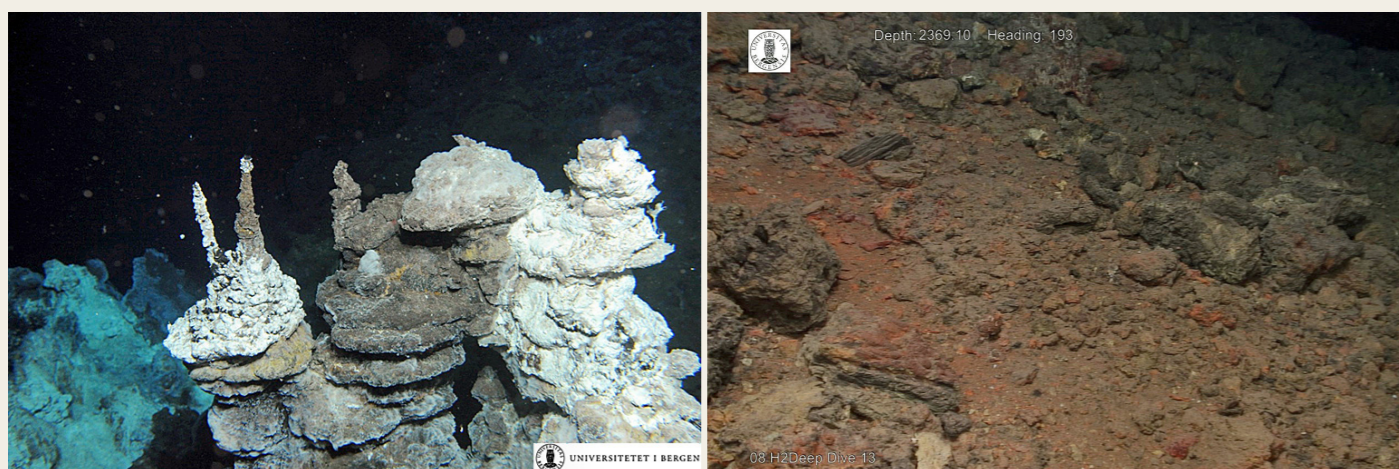
Manganknoller (ofte kalt mangannoduler) ligger på bløt bunn på svært store havdyp og inneholder mye mangan og jern med mindre mengder kobber, nikkel, kobolt, titan og platina. Det forventes ikke forekomster av manganknoller på norsk sokkel.

Manganskorper inneholder også mest mangan og jern, med mindre mengder titan, kobolt, nikkel, cerium, zirkonium og sjeldne jordarter (REE). Skorpene vokser som laminerte belegg på fast fjell der dette stikker opp på havbunnen, typisk på dyp mellom 800 og 2500 meter. På samme måte som for mangannoduler, blir grunnstoff som felles ut fra havvannet konsentrert i skorper.

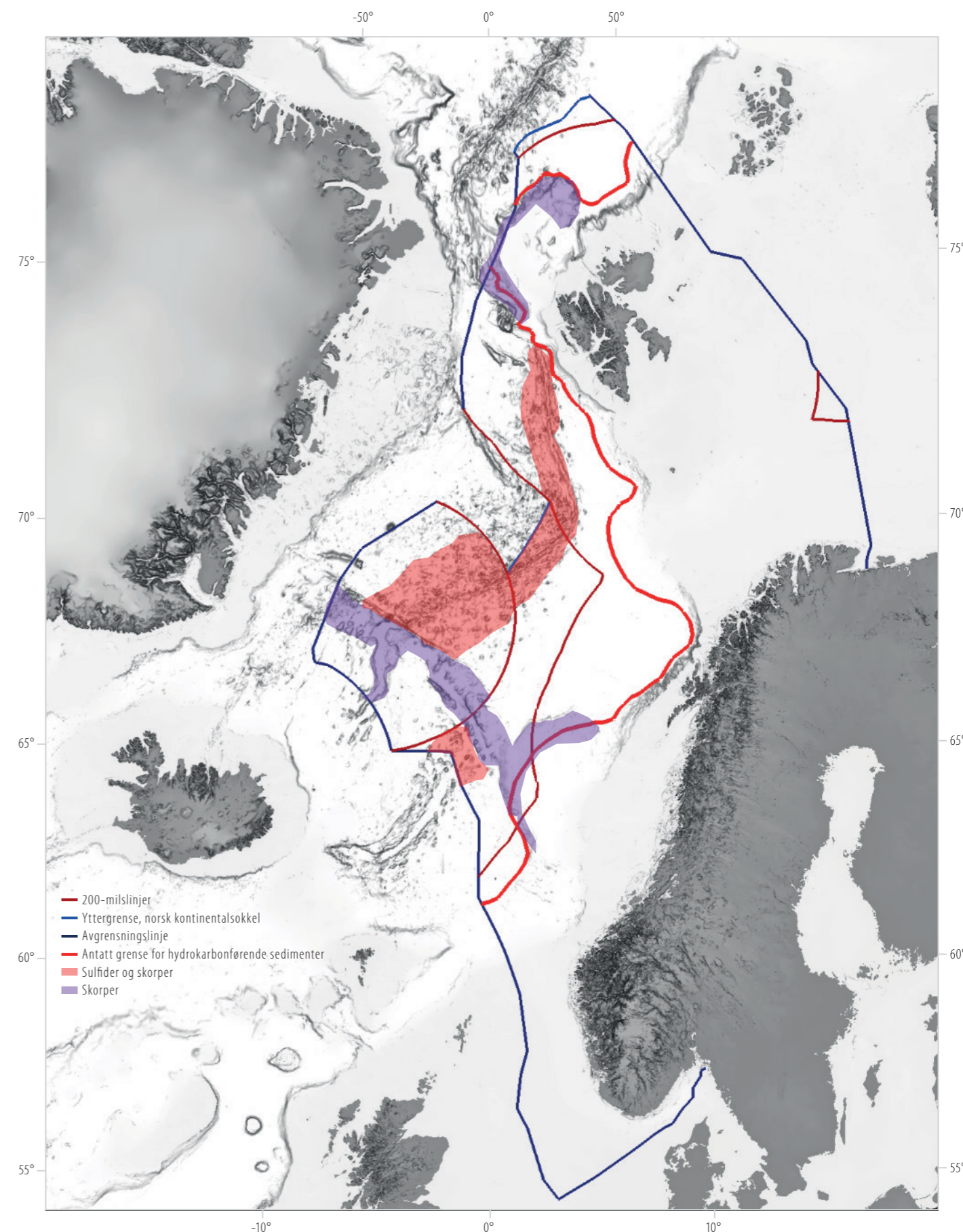


Figur 8.1 Manganskorpe fra Norskehavet

Sulfider inneholder hovedsakelig bly, sink, kobber, gull og sølv. De er knyttet til varme kilder på verdenshavens vulkanske spredningsrygger der de danner svarte skorsteiner (Black Smokers). Slike svarte skorsteiner er aktive i flere tusen år før de dør ut og etterlater seg sulfidgrushauger (mounds). Størstedelen av sulfidmalmressursene ligger i disse forlatte grushaugene (foto nede til høyre)



Figur 8.2 Aktiv sulfidforekomst (t.v) og sammenrast og inaktiv sulfidforekomst (t.h) i Norskehavet



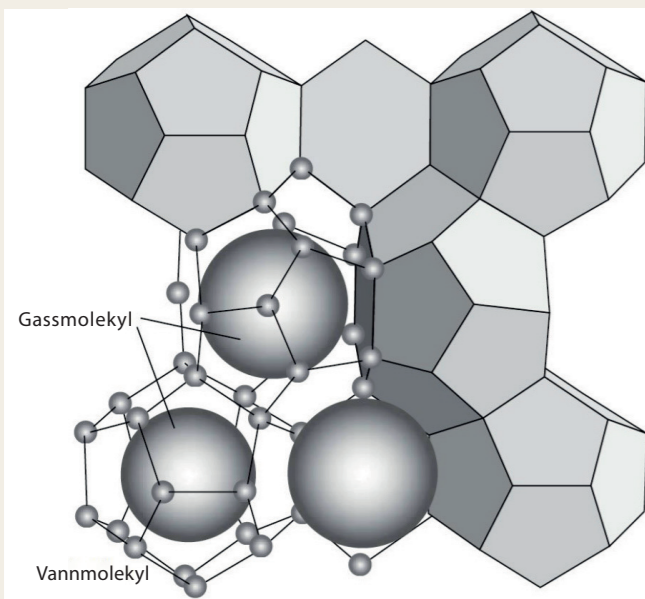
Figur 8.3 Kart over områder med mulige forekomster av havbunnsmineraler på norsk sokkel

GASSHYDRATER

Naturlige gasshydrater kan bli en framtidig energikilde. I enkelte områder i Norskehavet og Barentshavet finnes store mengder gasshydrater like under havbunnen. Utbredelsen av gasshydrater er trolig størst i Barentshavet, der forekomstene ser ut til å strekke seg over store områder.

FAKTABOKS 8.3: Hva er gasshydrater?

Naturlig gasshydrat er gass i fast form som hovedsakelig består av metan og vann. Den har en krystallin struktur der vannmolekylene fungerer som et bur som fanger gassen (figur 8.4). Gasshydrat finnes i arktiske strøk under permafrost og under havbunnen i dypmarine områder med høyt trykk og lav temperatur (typisk over 60 bar trykk og under 10°C celsius). Hydrat er en høykonsentrert form for naturgass som er bundet i vann. En kubikkmeter hydrat tilsvarer om lag 160 kubikkmeter naturgass i atmosfærisk tilstand. Gasshydrater dannes i en sone som kalles Gas Hydrate Stability Zone (GHSZ). I marint miljø ligger gasshydratene under havbunnen, og tykkelsen av GHSZ defineres av vanntemperaturen på havbunnen, havnivået, geotermal gradient, gassammensetning og saltinnholdet i sedimentets porevann (Chand et al, 2012).



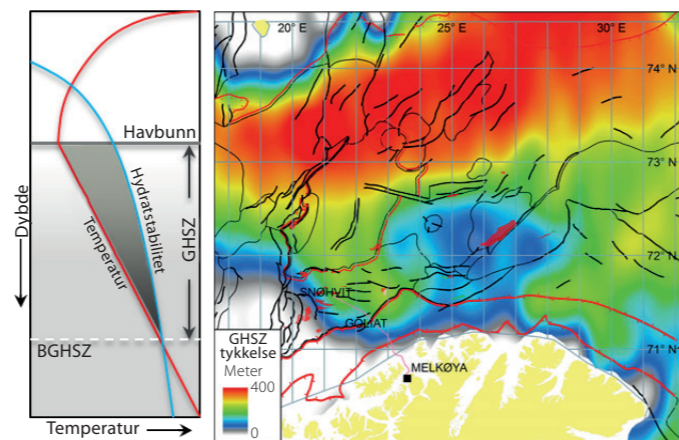
Figur 8.4 Modellen viser den molekulære strukturen av gasshydrat. Vannmolekyler skaper et solid bur for gassmolekylene. (Maslin et al. (2010))

Barentshavet har en kontinentalsokkel med vandedyp på inntil 500 meter. Temperaturen på havbunnen kan bli null grader Celsius eller lavere. Dette gjør at Gas Hydrate Stability Zone (GHSZ) kan være fra noen titalls til 400 meter tykk, avhengig av gasskomposisjonen og geotermal gradient (figur 8.5 etter Chand et al, 2012).^{17 18}

Tykkelsen av GHSZ er vist i figur 8.5. I den sørvestlige delen av Barentshavet sammenfaller den tykkeste GHSZ med de dypeste delene av sokkelen. Her kan gasshydrater opptre som forsegling av hydrokarboner i grunne reservoarer. Det er funnet gasshydrater på Vestnesaryggen vest for Spitsbergen, og det finnes gode indikasjoner på metanhydrater i Bjørnøya-bassenget.

OD er involvert i flere prosjekter relatert til forskning på gasshydrater i samarbeid med CAGE (Senter for arktisk gasshydrat, miljø og klima), et forskningscenter ved UiT Norges Arktiske Universitet i Tromsø. De siste årene har det vært fokus på forståelsen av hvordan gasshydrater påvirker petroleumssystemer og trykk.

Så langt er det ikke funnet noen lønnsom metode for produksjon av gasshydrater, men det forskes internasjonalt på utvinningsmetoder.



Figur 8.5 Kart som viser tykkelsen til gasshydratsonen i Barentshavet (basert på Chand et al., 2012)

¹⁷ Chand, S, Thorsnes, T, Rise, L, Brunstad, H, Stoddart, D, Bøe, R, Lågstad, P and Svolsbru, T (2012). Multiple episodes of fluid flow in the SW Barents Sea (Loppa High) evidenced by gas flares, pockmarks and gas hydrate accumulation. Earth and Planetary Science Letters, pp 331-332, 305-314.

¹⁸ Maslin, M, Owen, M, Betts, R, Day, S, Dunkley Jones, T and Ridgwell, A (2010). Gas hydrates: past and future geohazard? Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 368, pp 2369-2393.