

Tom Heldal  
NGU

Geologiske ressurser og  
NGUs rolle i forhold til  
en bærekraftig  
forvaltning av  
naturressurser  
og miljø



## ...og jeg skal snakke om...

- NGUs roller
- Mineralressurser i dag og i framtiden
- Noen problemstillinger knyttet til sjødeponi



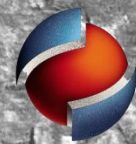
**NGU i gamle dager:  
Kartlegge landets  
geologi og finne  
ressurser**







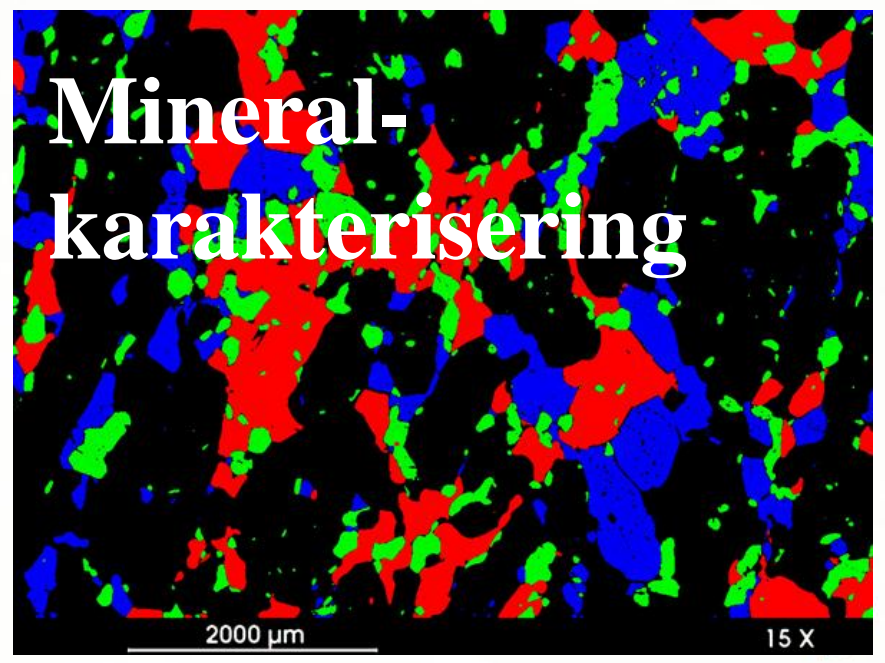
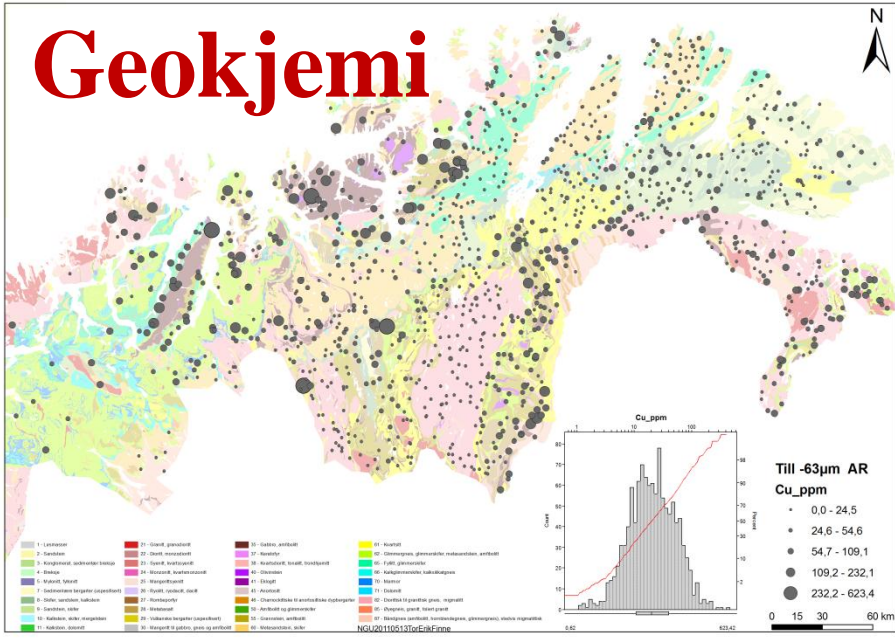
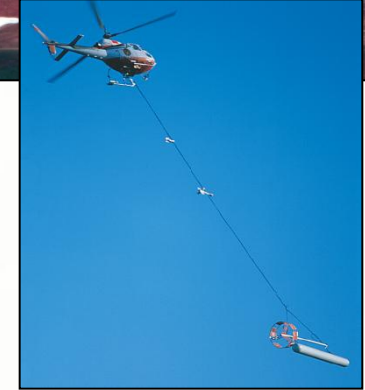
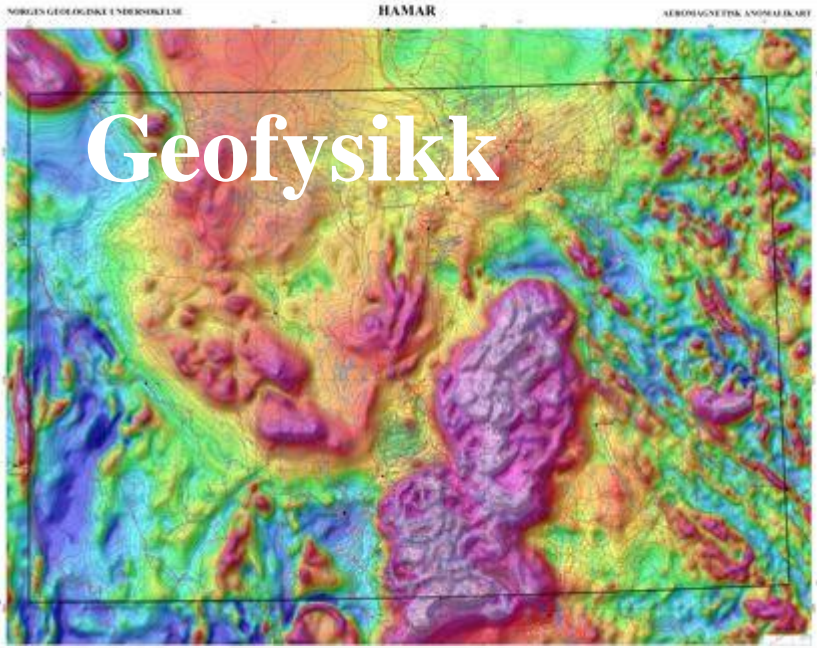




**NGUs rolle i dag  
Kartlegge landets  
geologi og finne  
ressurser (riktignok  
med nye metoder)...**







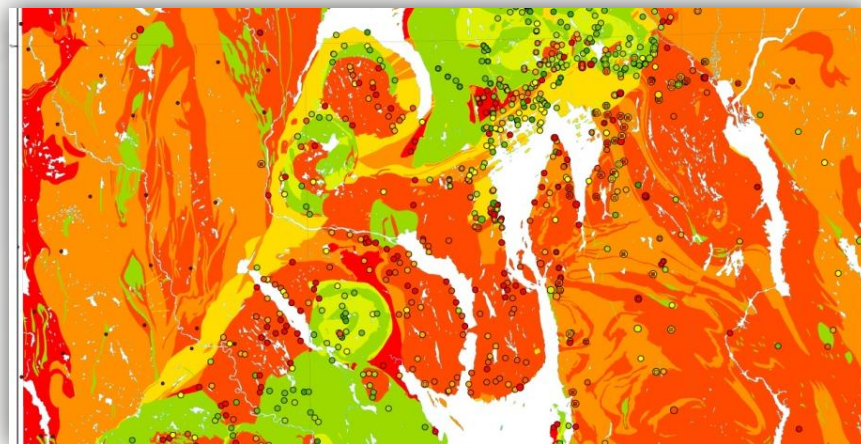


**...men i tillegg har  
en rekke andre  
roller kommet til**

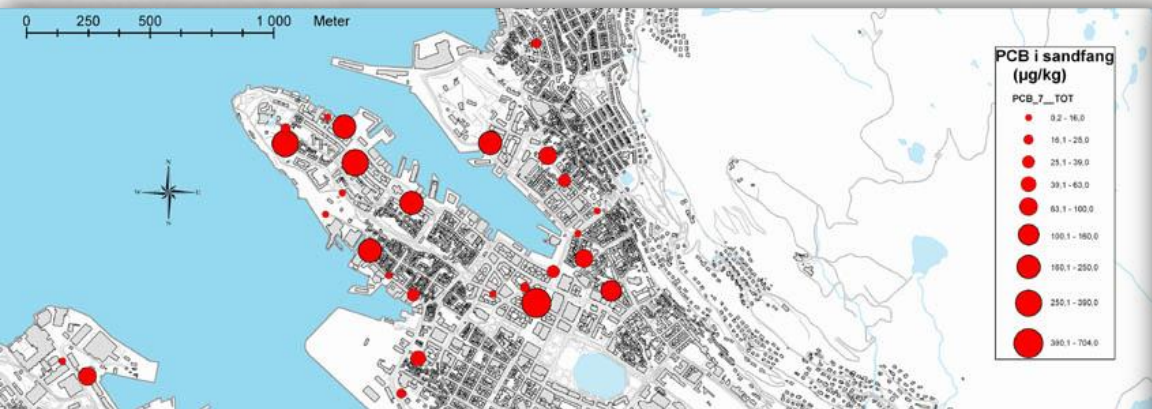




Grunnvann



Grunnvarme



Miljøgeokjemi









## Nye kart for bedre oljeleting

Forfatter: Gudmund Løvø

01. mars 2011

**NGU har publisert to nye geofysiske kart over Norge og tilgrensede områder. Kartene gir informasjon om de dypere delene av landet og kontinentalsokkelen, og brukes aktivt av blant annet oljeindustrien.**

- Denne kunnskapen er viktig for å kunne definere de mest lovende områdene for eventuelle funn av olje og gass, og for å oppnå målet om å skape størst mulige verdier fra petroleumsvirksomheten, sier forsker Odleiv Oles



størst: mayor

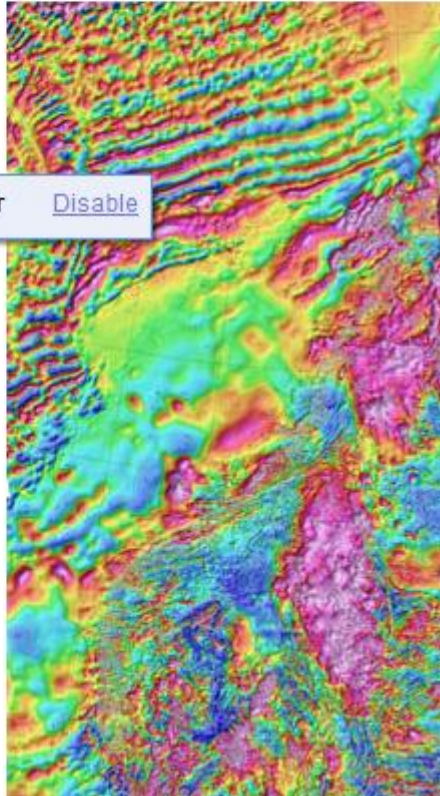
[Disable](#)

geologiske undersøkelser. Han er ansvarlig for de nye kartene som ble trykket senhøstes i fjor, men både datainnsamlingen og forskningen er utført i nært samarbeid med industripartnere, andre institusjoner og universiteter.

### Tyngde og magnetisme

Norges geologiske undersøkelse (NGU) er ansvarlig for de nasjonale databasene for både gravimetri, altså tyngdekraft, og jordens magnetfelt, såkalt magnetometri.

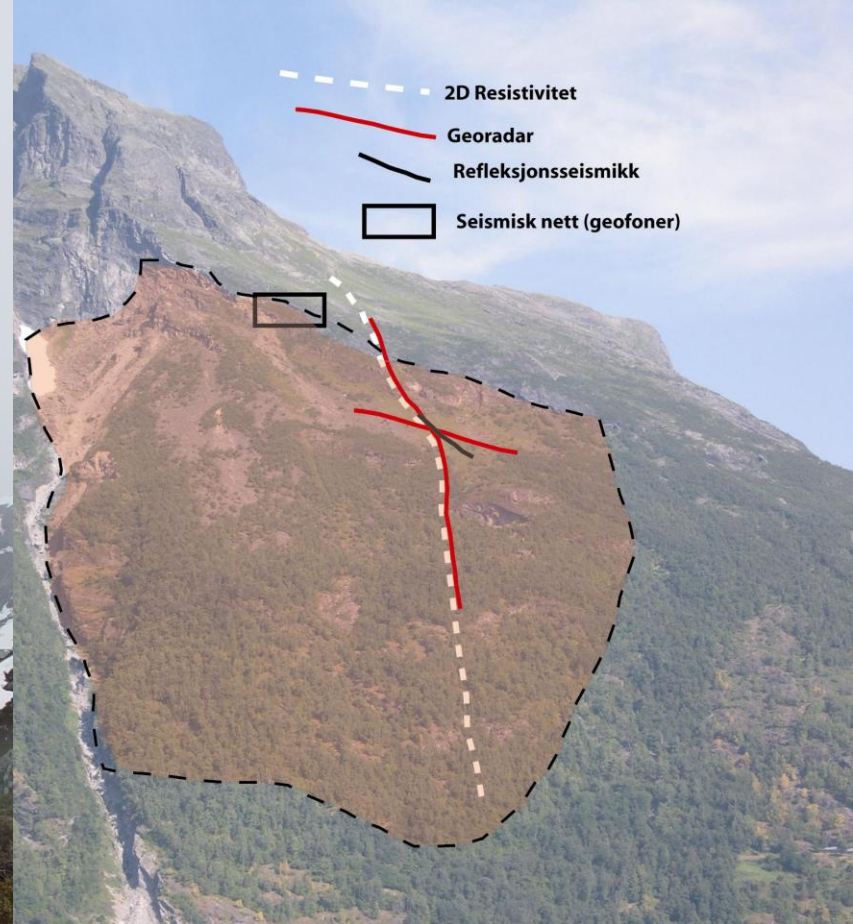
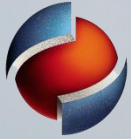
- Slike geofysiske data brukes aktivt for å øke kunnskapene om strukturer og utvikling av blant annet kontinentalsokkelen.



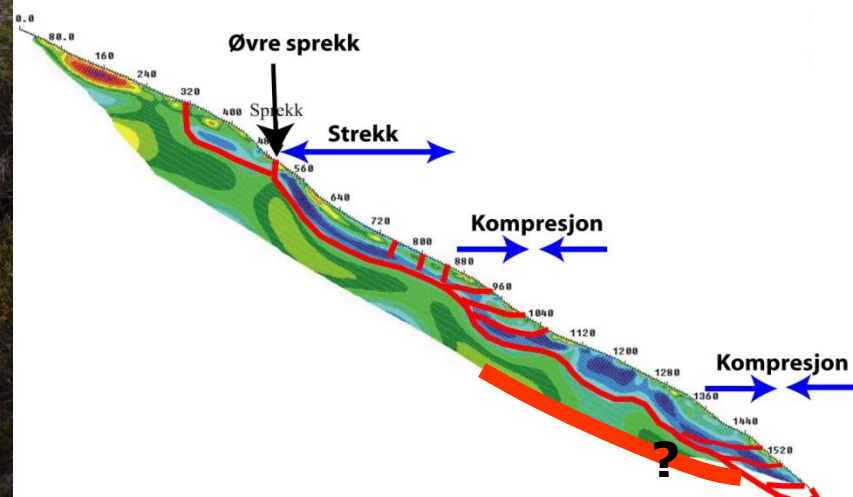
## Kontinentalsokkelen





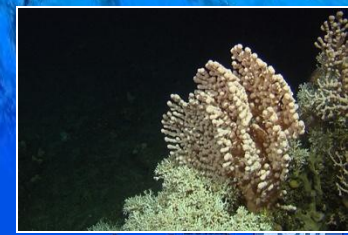
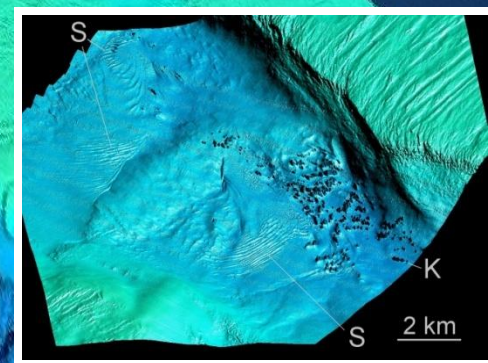


# Skredkartlegging





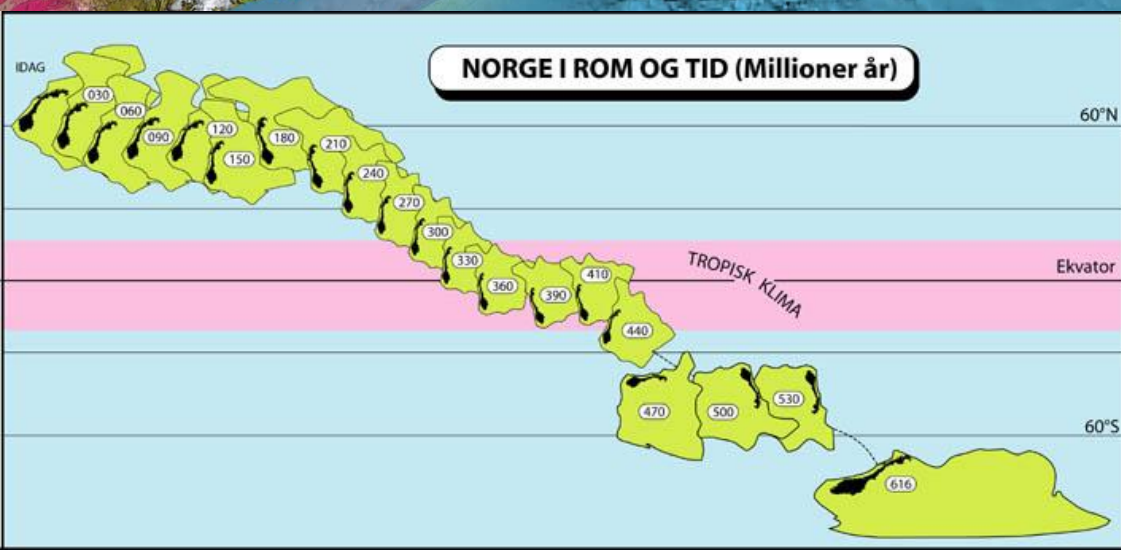
# Marin arealdatabase for norske havområder - MAREANO





# Forskning

## Norge i 3 og 4 dimensjoner



# Mineralressurser

- Vi trenger mat for å leve
- Samfunnet trenger mineralressurser for å fungere





# Verdikjeden for mineralbasert industri i Norge ( 2008) (inkl. kull) (tall fra SSB)

Mineralproduksjon  
Verdi: NOK 11,4 mrd.  
Sysselsatte: 4 800 + leverandører

Handel i mineralske ressurser  
Import: NOK 31,1 mrd.  
Eksport: NOK 7,2 mrd.

Produksjon av bearbejdet mineraliske /metalliske produkter  
  
-Metaller  
-Ikke-metalliske mineral prod.  
-Andre  
  
Verdi: NOK 100 mrd.  
Sysselsatte: 22 800  
+ leverandører  
Eksport: NOK 66,1 mrd.

Industrier som bruker bearbejdet mineraliske /metalliske produkter  
  
--Papir  
--Gummi/plast  
--Kjemiske produkter (inorganisk)  
-- Metallvarer  
--Maskiner  
--Oljerigger  
--Bygg/anlegg  
  
Verdi: NOK 488 mrd.  
Sysselsatte: 180 250

$$11,4 + 100 + 488 \text{ milliarder} \\ - \text{ Importbalanse } 23,9 = \mathbf{600,5} \text{ milliarder kroner}$$





Økende priser styres av  
global velstandsutvikling og  
urbanisering....



8 kg kobber  
for hver kineser  
som flytter fra landsbygda

*Prisstigning mineralressurser*



### 30 Year Gold Price in USD/oz

Last Close: 1516.60

High: 1516.60 Low: 252.80 ▲1033.60 214.00%



Wednesday, April 27, 2011

**Biddjovagge gruve  
stenges**

**Norges  
gullbeholdning  
selges**





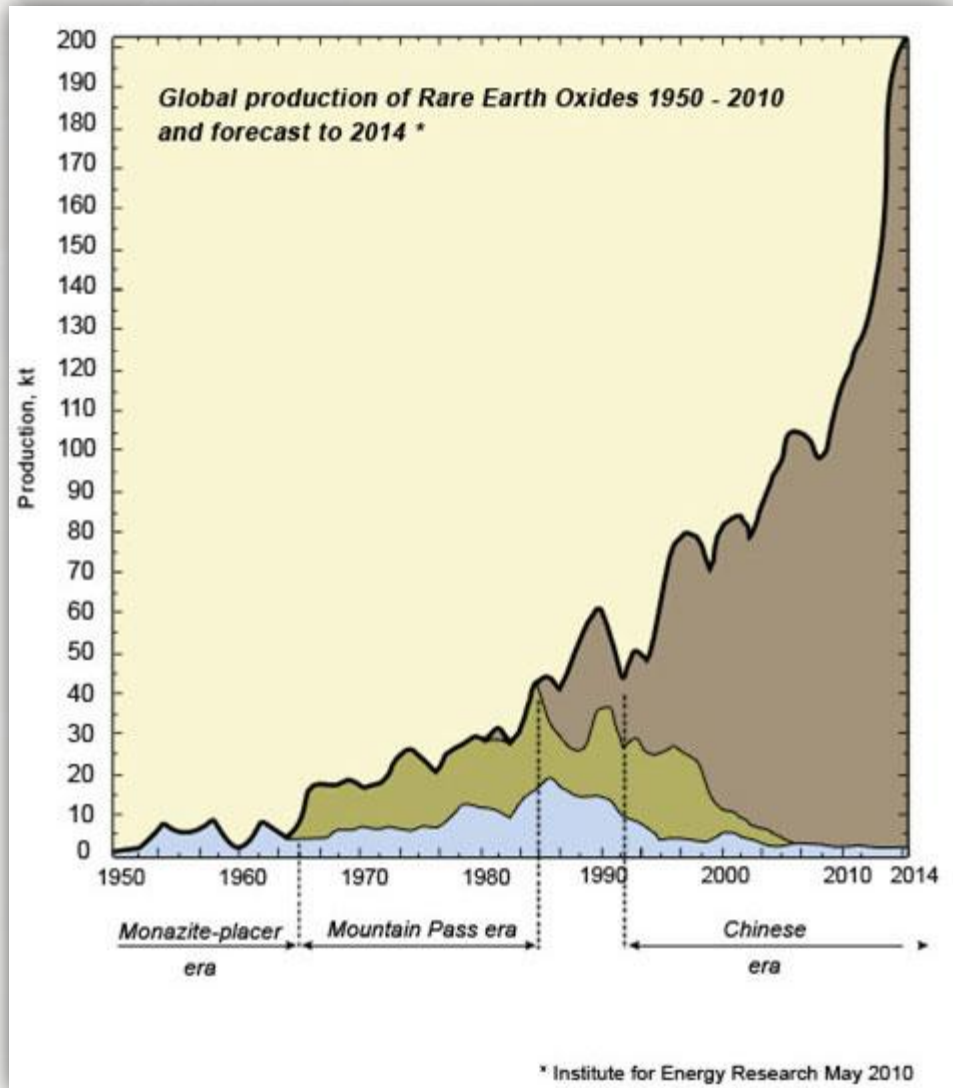
# Ledende produsentland for utvalgte metaller/malmmineraler (2009) (BGS, 2010)

	Første	%	Andre	%	Tredje	%	Σ %	EU%	Norge%
<b>Antimon</b>	Kina	91	Rusland	1,7	Bolivia	1,7	94,4	-	-
<b>Bauxitt</b>	Australia	33	Kina	15	Brasil	13	33	1,2	-
<b>Beryllium</b>	USA	85	Kina	14	Mosambik	0,3	99,3	-	-
<b>Krom</b>	Sør-Afrika	37	India	18	Kazakhstan	18	73	1,3	-
<b>Kobolt</b>	DR Kongo	55	Zambia	9	Australia	8	72	-	-
<b>Kobber</b>	Chile	34	Peru	11	USA	8	53	4,6	-
<b>Gull</b>	Kina	13	USA	9	Australia	9	31	0,5	-
<b>Jern</b>	Kina	39	Australia	18	Brasil	15	72	0,9	-
<b>Bly</b>	Kina	41	Australia	15	USA	10	66	6,3	-
<b>Mangan</b>	Kina	36	Sør-Afrika	14	Australia	13	63	0,3	-
<b>Molybden</b>	Kina	40	USA	22	Chile	15	77	-	-
<b>Nikkel</b>	Rusland	19	Indonesia	14	Australia	12	45	2	-
<b>Nb-Ta-kons.</b>	Brasil	95	Canada	4	Rwanda	0,3	99,3	-	-
<b>PGM</b>	Sør-Afrika	63	Rusland	26	USA	4	93	-	-
<b>REE</b>	Kina	97	Rusland	2	Brasil	0,5	99,5	-	-
<b>Ti-mineraler</b>	Australia	23	Canada	20	Sør-Afrika	17	60	-	6,7
<b>Wolfram</b>	Kina	80	Canada	4	Rusland	4	88	3,2	-
<b>Vanadium</b>	Rusland	38	Kina	36	Sør-Afrika	25	99	-	-
<b>Sink</b>	Kina	27	Peru	13	Australia	11	51	6,9	-

**Norske ressurser som kan få betydning**



# Utvikling i produksjon av sjeldne jordarter - REE



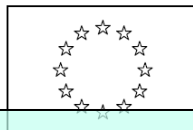


## Finland's Minerals Strategy



Efficiently manage  
of our minerals  
supply of raw  
while creating

regional development  
Expertise in  
sustainable  
within a global  
business context



EUROPEAN COMMISSION

...fare for knapphet gir  
behov for politiske  
strategier...

Brussels, 2.2.2011  
COM(2011) 25 final

**COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN  
PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL  
COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS**

**TACKLING THE CHALLENGES IN COMMODITY MARKETS AND ON RAW  
MATERIALS**

U.S. DEPARTMENT OF  
**ENERGY**

December 2010

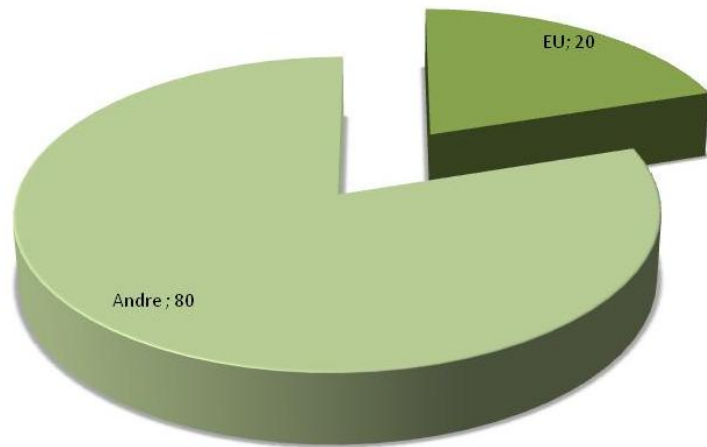


## U.S. DEPARTMENT OF ENERGY **Critical Materials Strategy**

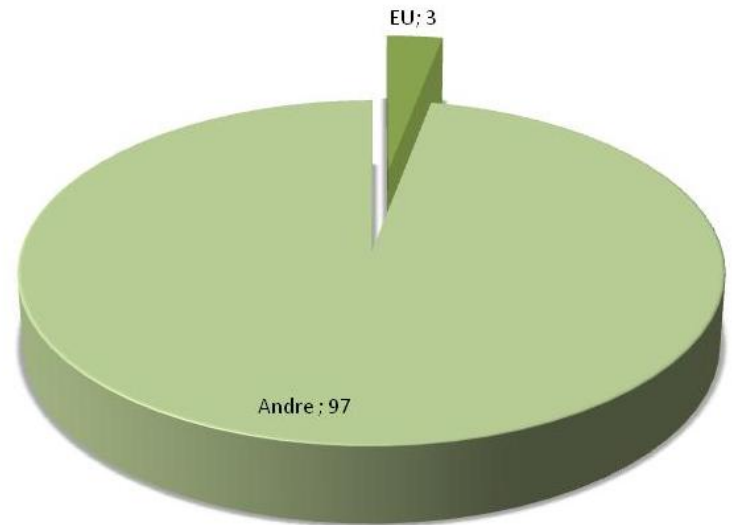


# EU's dilemma

## Forbruk av metaller



## Produksjon av metaller





- Det kan i fremtiden være nødvendig og ønskelig å utnytte mer av våre egne mineralressurser
- Det er nødvendig og ønskelig å utnytte mineralressursene bedre
- Det er nødvendig og ønskelig å resirkulere mineralressurser
- Det er nødvendig og ønskelig å minimere påvirkningene på miljø og helse



# Med geologien i bunn er NGUs svar på disse utfordringene:

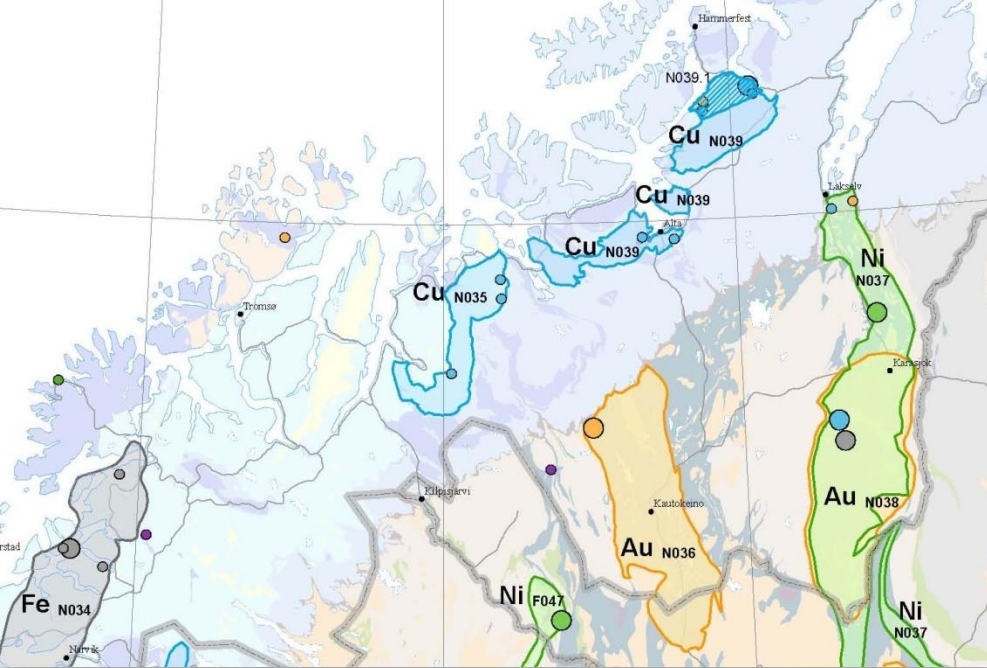
- Samle og formidle kunnskap om hvor ressursene er og hvor store de er
- Utvikle kunnskap som kan bidra til bedre utnyttelse av ressurser
- Utvikle kunnskap som kan bidra til mer resirkulering av ressurser
- Utvikle kunnskap som kan bidra til å minimere miljøpåvirkninger





# MINN

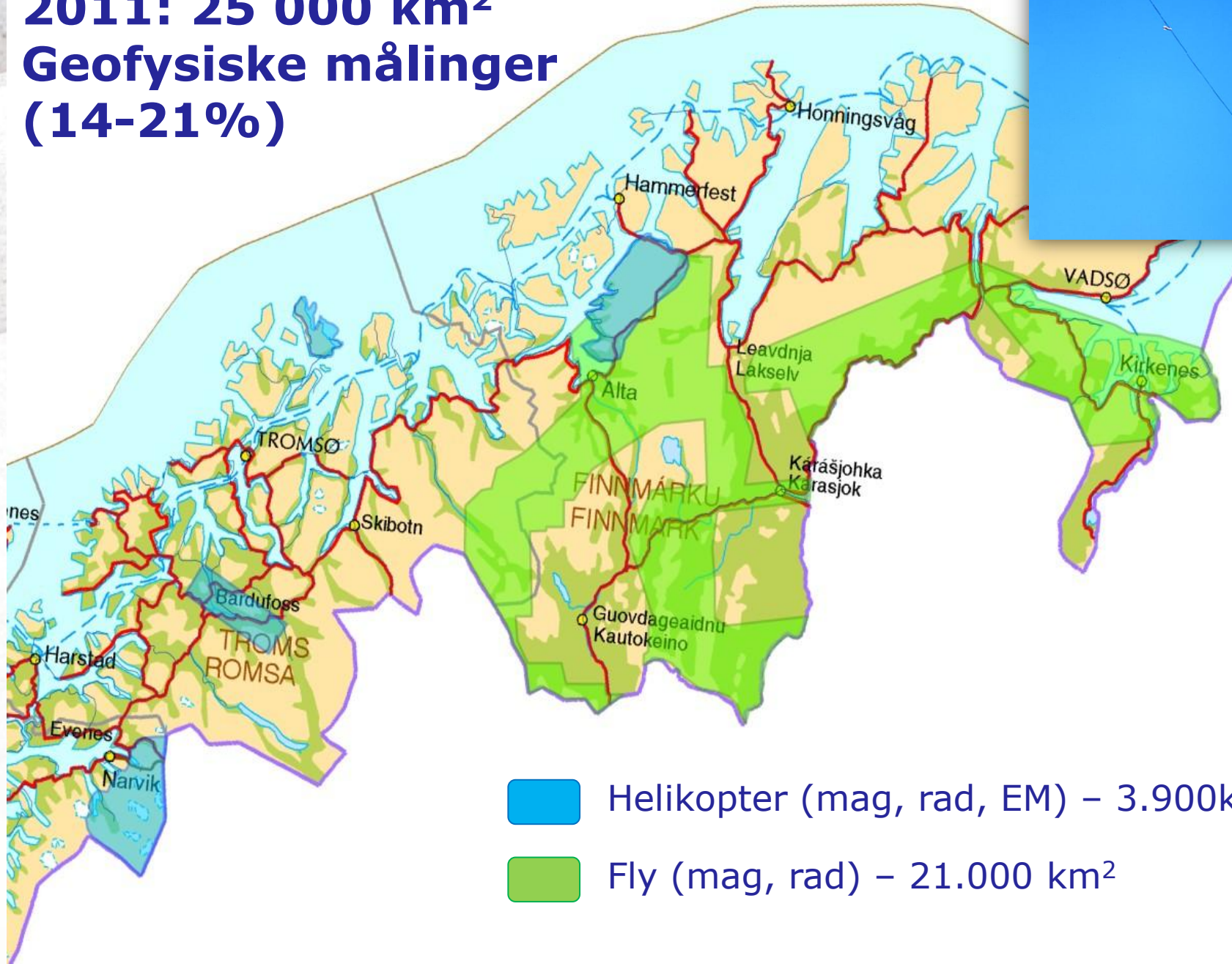
## 100 millioner til kartlegging av mineralressurser I Nord-Norge 2011-2014



1. Økt datainnsamling og kartlegging
2. Styrket FoU-samarbeid med industrien og ulike forskningsinstitusjoner
3. Bedre tilrettelegging av data og informasjon



# 2011: 25 000 km<sup>2</sup> Geofysiske målinger (14-21%)



- Helikopter (mag, rad, EM) – 3.900km<sup>2</sup>
- Fly (mag, rad) – 21.000 km<sup>2</sup>







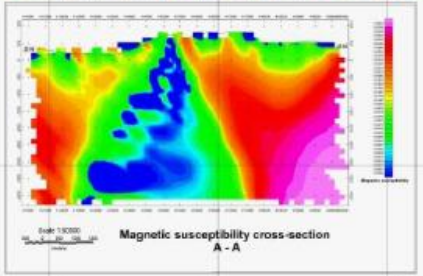
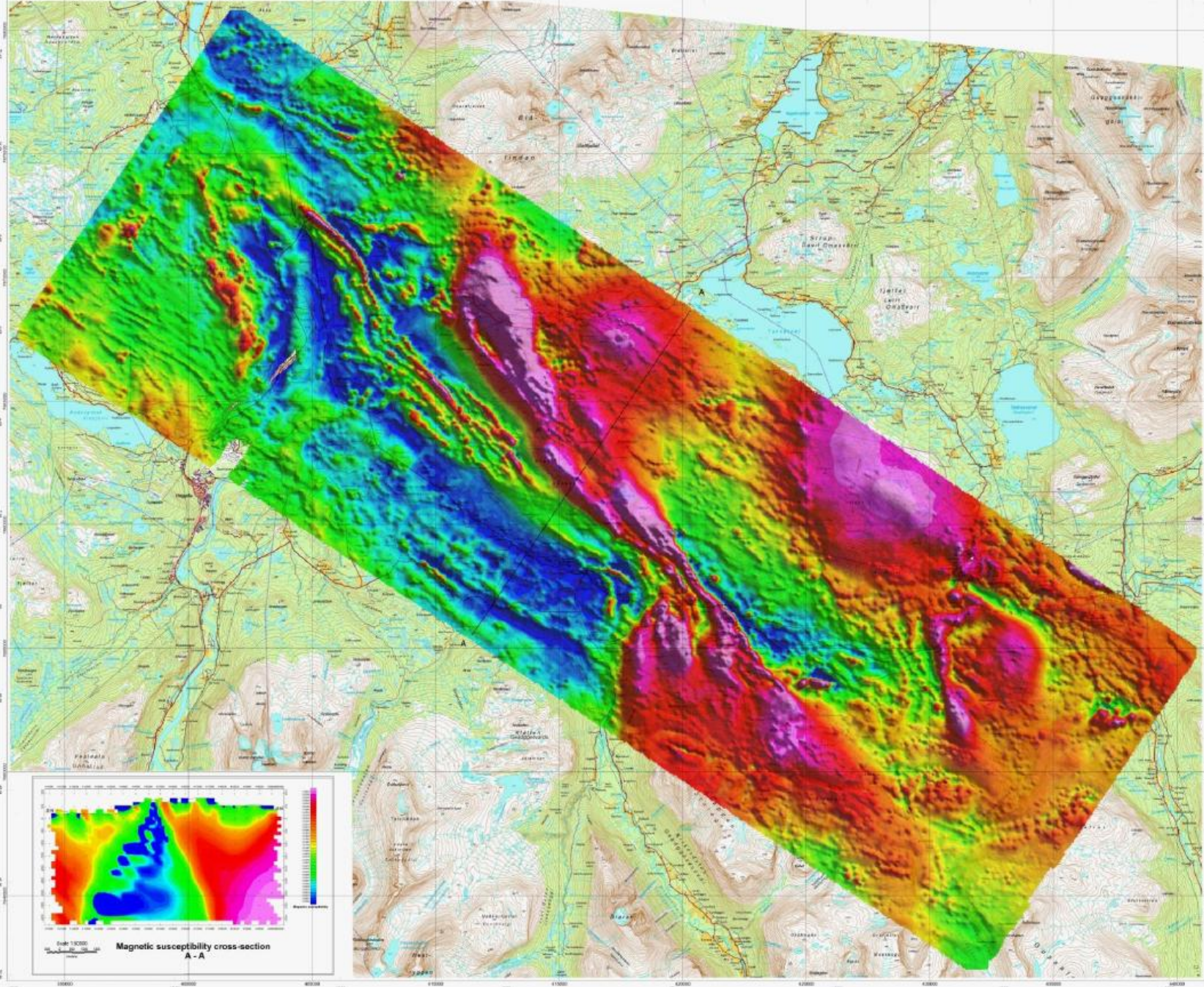
**Metode:**  
Målingstype: Totalt  
Skala: 0,2500 Gauss  
Bærebasis: SCANSYS, CGS, Excel

**ADVARSEL:**  
Kontroller at målingene er korrekt utført og at data er korrekt lagret i Excel-formatet. Det er ikke tillatt å endre dataene i Excel-formatet.

**REVISJON:**  
Dataene er lagret i Excel-formatet og er lagret i Excel-formatet. Det er ikke tillatt å endre dataene i Excel-formatet.

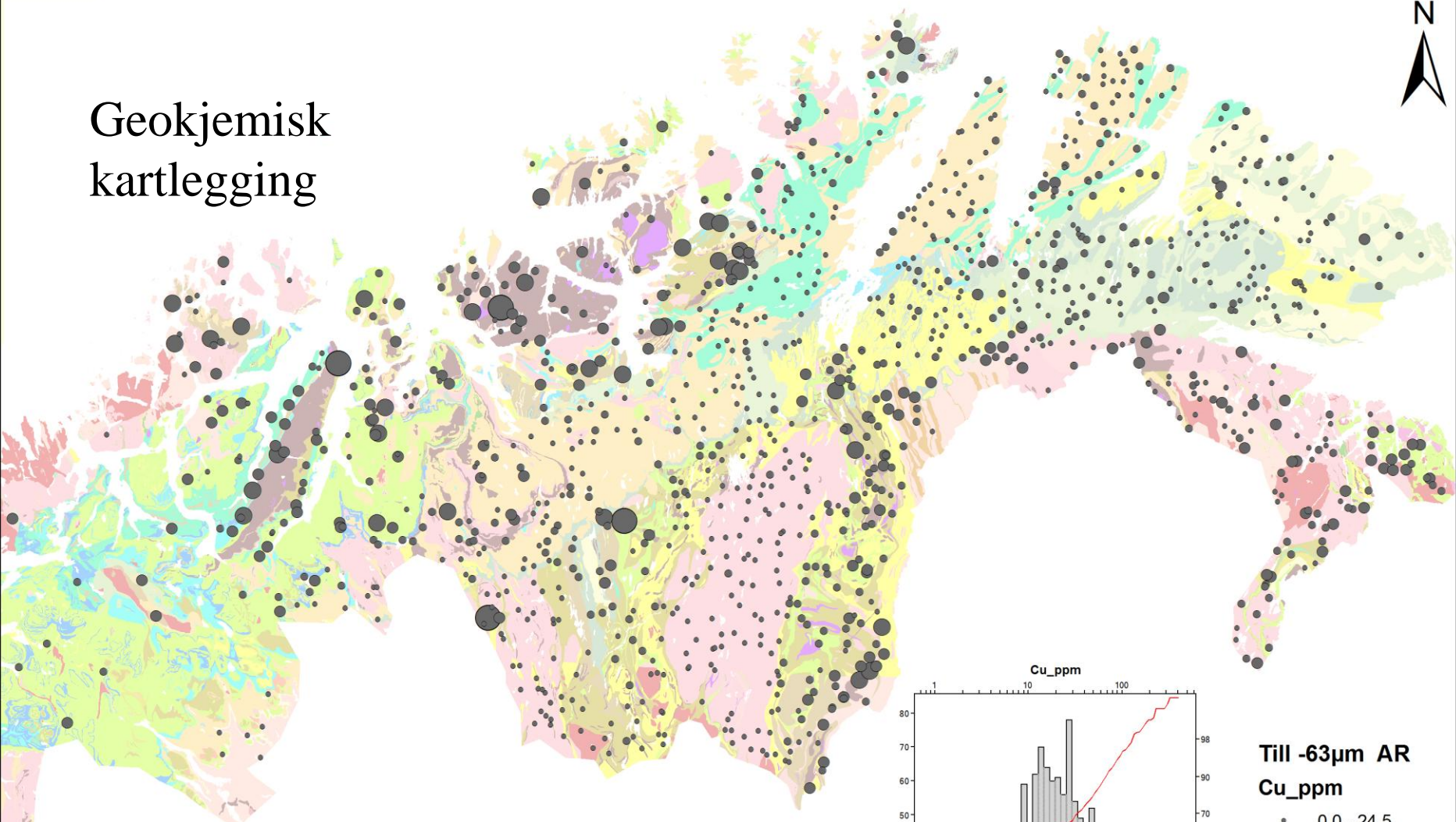
**PROSJEKT:**  
Dataene er lagret i Excel-formatet og er lagret i Excel-formatet. Det er ikke tillatt å endre dataene i Excel-formatet.

**MAPPAKSTILLING:**  
Mappe produsert med ArcGIS Desktop 10.0

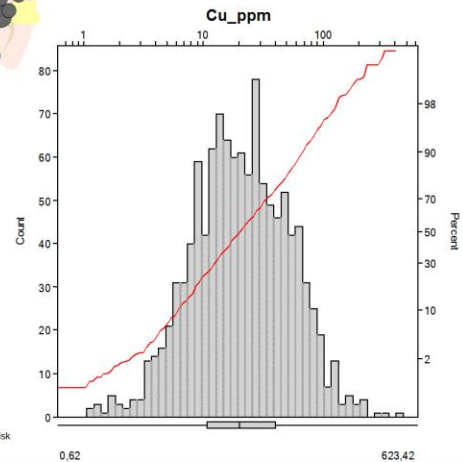




# Geokjemisk kartlegging



- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| 1 - Løsmasser                            | 21 - Granitt, granodioritt                     | 35 - Gabbro, amfibolitt                              | 61 - Kvarstitt   |
| 2 - Sandstein                            | 22 - Dioritt, monzodioritt                     | 37 - Keratofyr                                       | 62 - Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt                      |
| 3 - Konglomerat, sedimentær brekksje     | 23 - Syenitt, kvartssyenitt                    | 38 - Kvartdioritt, tonalitt, trondhjemit             | 65 - Fyllitt, glimmerskifer  |
| 4 - Brekksje                             | 24 - Monzonitt, kvartsmonzonitt                | 40 - Olivinstein                                     | 66 - Kalkglimmerskifer, kalkskiktetgneis   |
| 5 - Mylonitt, fylonitt                   | 25 - Mangerittsyenitt                          | 41 - Eklogitt  | 70 - Marmor  |
| 7 - Sedimentære bergarter (uspesifisert) | 26 - Rhyolitt, ryodacitt, dacitt               | 45 - Anortositt                                      | 71 - Dolomitt  |
| 8 - Skifer, sandstein, kalkstein         | 27 - Rombeoporfy                               | 46 - Charnockittiske til anortosittiske dypbergarter | 82 - Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt                                  |
| 9 - Sandstein, skifer                    | 28 - Metabasalt                                | 50 - Amfibolitt og glimmerskifer                     | 85 - Øyogneis, granitt, foliert granitt  |
| 10 - Kalkstein, skifer, mergelstein      | 29 - Vulkaniske bergarter (uspesifisert)       | 55 - Grønnstein, amfibolitt                          | 87 - Båndgneis (amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis), stedvis migmatittisk |
| 11 - Kalkstein, dolomitt                 | 30 - Mangeritt til gabbro, gneis og amfibolitt | 60 - Melasandstein, skifer                           |  |



**Till -63µm AR  
Cu\_ppm**

- 0,0 - 24,5
- 24,6 - 54,6
- 54,7 - 109,1
- 109,2 - 232,1
- 232,2 - 623,4



NGU20110513TorErikFinne



# Gjenvinning av mineraler: "urban mining"



## Graver gull i avfall

### FEM KJAPPE METALLRETUR

**Navn:** Rolf Tore Ottesen  
**Alder:** 63 år  
**Stilling:** Seniorforsker ved NGU (Norges Geologiske Undersøkelsselskap), professor i kjemi ved NTNU i Trondheim

**Aktuelt:** Tidrett Elreturs miljøpris for 2011. Elretur er et landsomfattende returselskap for elektroniske produkter. Prisen og elektroniske produkter. Prisen på 60.000 kroner går til et prosjekt hvor Ottesen skal utforske hvordan identifisere og gjenvinne spesielt sjeldne metaller. Metallene er viktige i mobiltelefoner, katalysatorer, magnetor, fiberoptikk og oppladbare materialer

Seniorforsker Rolf Tore Ottesen ved NGU graver etter svært sjeldne og verdifulle metaller i avfall. Nå får han en pris for å grave mer.

LARS HENRIK BJØRGUM  
 OSLO

**D**ette har jeg stor tro på. Å lete etter sjeldne metaller i avfall er det ingen som gjør, sier Ottesen. Isår fikk han Elreturs miljøpris på 60.000 kroner for å lede et prosjekt for kartlegging og gjenvinning av sjeldne metaller. 17 grunnstoffer regnes som svært sjeldne metaller. Disse er viktige i høyteknologiske produkter.

**1 Hvordan fant du på denne spesielle forsøkningsen?**  
 - Jeg er jo professor i kjemi og har studenter som jobber med avfall. De har fått øynene opp

for ukjent gjenbruk av materialer. For eksempel gamle bilbatterier som blir til barnesaker stapp fulle av gift.

**2 Hva slags avfall skal dere undersøke nå?**  
 - Vi skal se på og finne sjeldne metaller. Særlig finnes det ikke teknologisk til dette, det finnes industrielle løsninger. Metallene må kjøpes fra Kina som kontrollerer 97 prosent av markedet. Vi kjøper fra Kina og sender avfallet tilbake igjen i

stedet for å gjenvinne og skille ut avfallet.

**3 Her er det mye å hente?**  
 - Ja. Det er veldig mange metaller som er sjeldne og som vil bli i økende grad etter et par år frem til 2014, og enda mer etter den tiden. Det er stor behov for å gjenvinne sjeldne metaller både i Europa og i USA.

**4 Eksempler på verdien av metallene?**  
 - Et tomm kretskort fra 1990-er gir 200 gram gull, mens et tomm god gullmalm gir et gram gull.

Her er det et kjempepotensial som vi ikke utnytter. Og finner vi lutetium blir vi rike. Stoffet brukes blant annet i elbiler og har en kilopris på 250.000 kroner.

**5 Skal prosjektet foregå i Trondheim?**  
 - Det er mange ikke hoder det, og jeg har mange studenter som synes dette er ideelt. Vi skal ha en konferanse for å utvikle konseptet og hvem som kan være naturlige samarbeidspartnere. Så får vi selge prosjektet inn til miljøvernminister Erik

**6 LETER.** - Vi skal lete etter sjeldne metaller i elektroniske produkter. Her ligger det et kjempepotensial. sier seniorforsker ved NGU, Rolf Tore Ottesen.  
 Foto: Gunnar Lier

Solheim. Første resultat må vi ha til juli, det vil si en oversikt over hvor mye metaller som finnes i produktene.

lars.bjorgum@dn.no













## Fjordlandskap i Tafjorden





# Geologens perspektiv på deponering

- Deponering er kort og godt en menneskeskapt geologisk prosess i et miljø der det foregår naturlige geologiske prosesser
- Dette er det lurt å vite en del om, både til lands og vanns
- Med mindre man tar som utgangspunkt at ALL deponering må unngås, bør vi erkjenne at vi ikke vet nok til å si på generelt grunnlag at en måte er bra og en annen dårlig: geologien under vann er like mangfoldig som den på land



# Vi trenger vite mer om

- Hvor det er best å deponere
- Direkte og indirekte konsekvenser av deponering

**= Kunnskap om geologiske bunnforhold i og omkring deponeringsområder**





## **Kartleggingsmetoder**

**Ekkolodd**

**Multistråleekkolodd**

**Sonar**

**Seismikk**

**Prøvetaking**

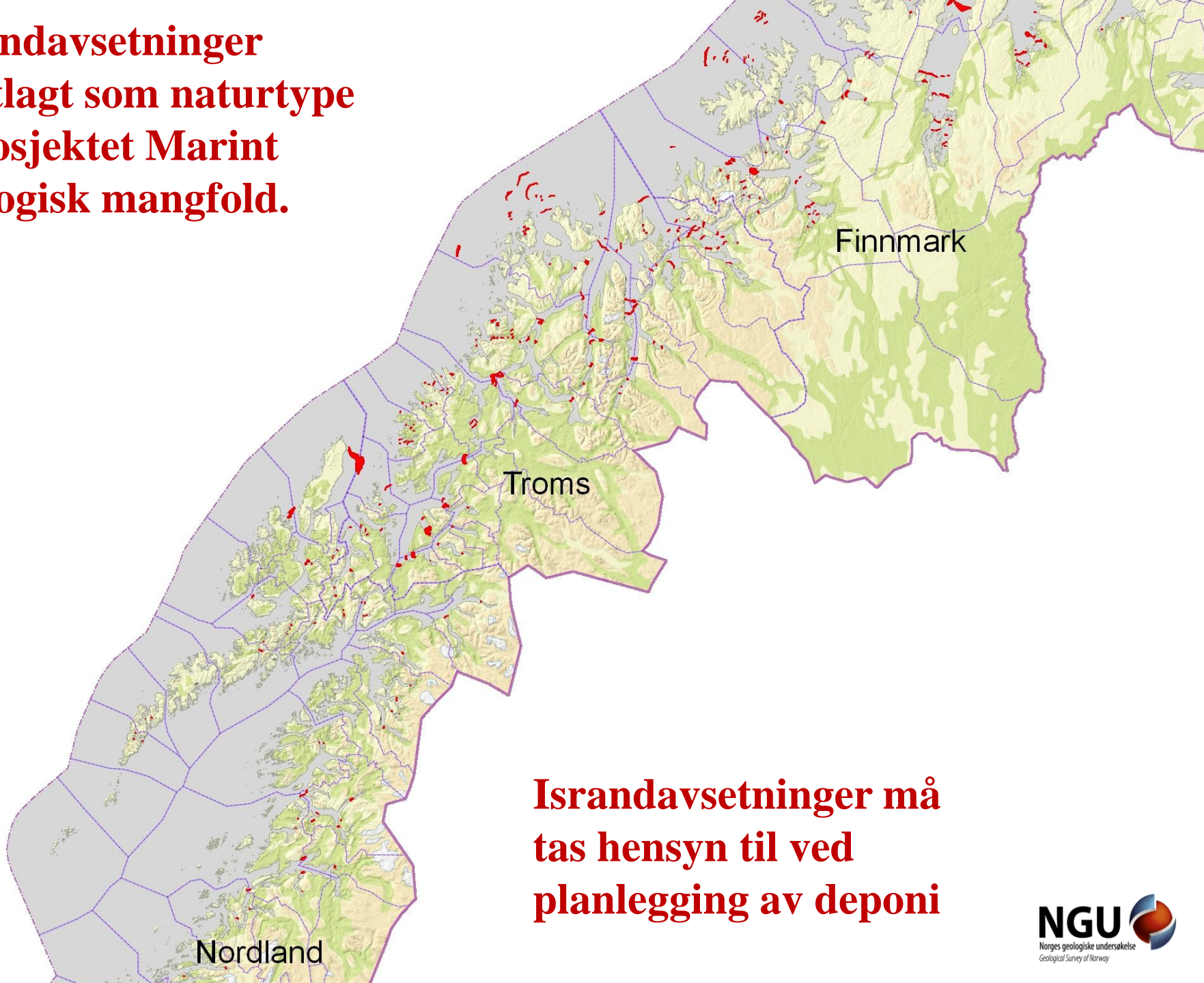
**Fotografering/filming**

**Sedimentanalyser**

**Kjernelegging**



**Israndavsetninger  
kartlagt som naturtype  
i prosjektet Marint  
biologisk mangfold.**



**Israndavsetninger må  
tas hensyn til ved  
planlegging av deponi**



# Eksempler

## **Vanddyp (Batymetri)**

**Bunnreflektivitet (backscatter)** om bunnen er fast eller myk, finkornet eller grovkornet, porøs eller tett: viser sammen med endringer i vanddyp hvor avgangen faktisk sedimenteres

**Bunnsedimenter (kornstørrelse)** Forteller blant annet hvor det er avsetning, erosjon og bunnstrømmer, og vil gi en god indikasjon på hvordan deponert avgang vil oppføre seg

**Bunnsedimenter (dannelse/kvartærgeologi)** benyttes til å tolke hvilken type sedimenter som finnes under havbunnen, og hvordan de er avsatt - vurdering av stabilitet og rasfare



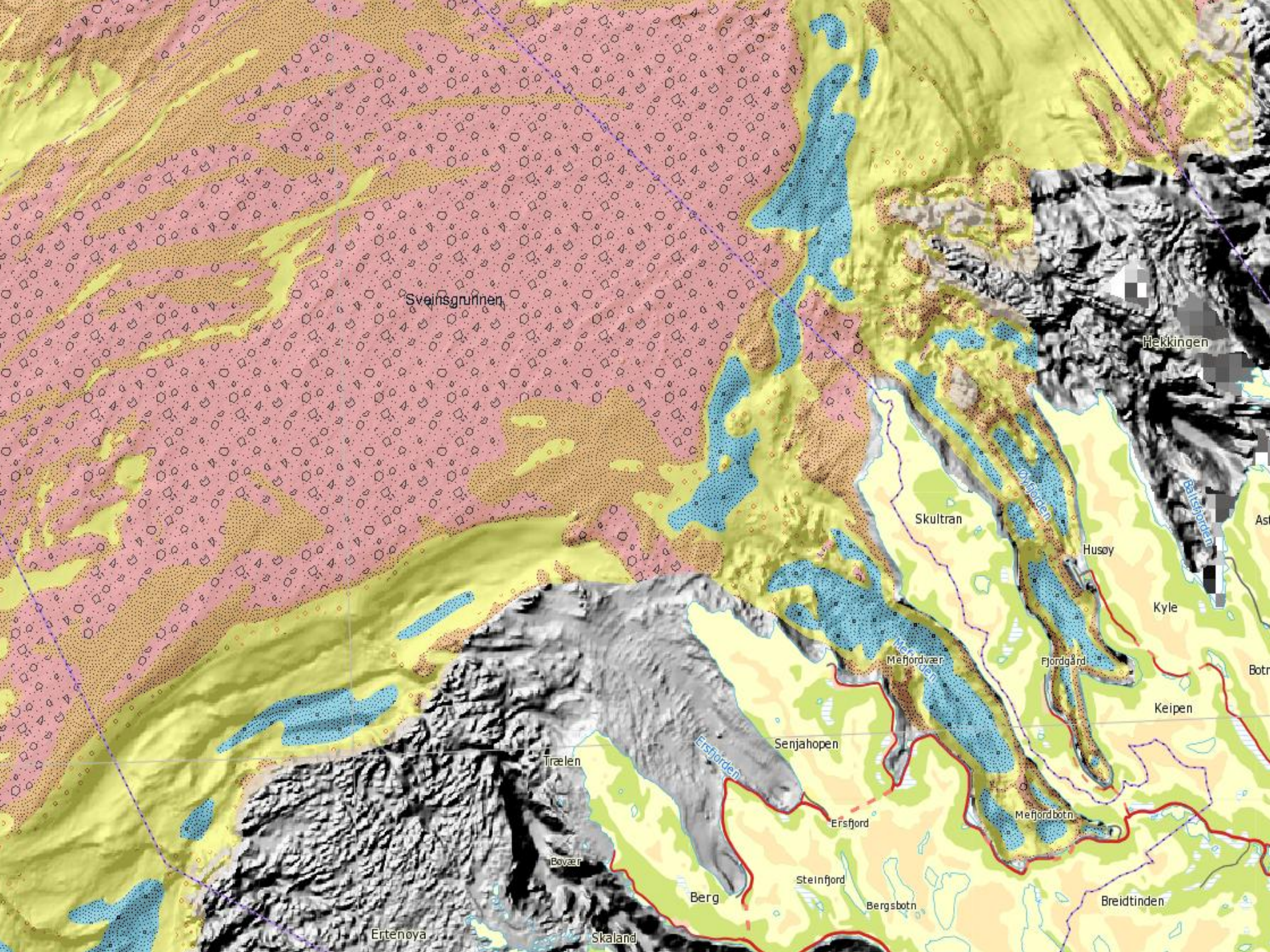
**Gass i sedimentene og pockmark** Forekomst av grunn gass og pockmark tyder på oppstrømmende væske/grunn gass fra lag under havbunnen: kan føre til gjennomstrømming i deponiet, utvasking fra avgangen og ustabile grunnforhold.

**Skred, setninger og forkastninger** Det vil være viktig å utføre en risikoanalyse hvordan skred kan påvirke et deponi og evt. Utløses av deponering

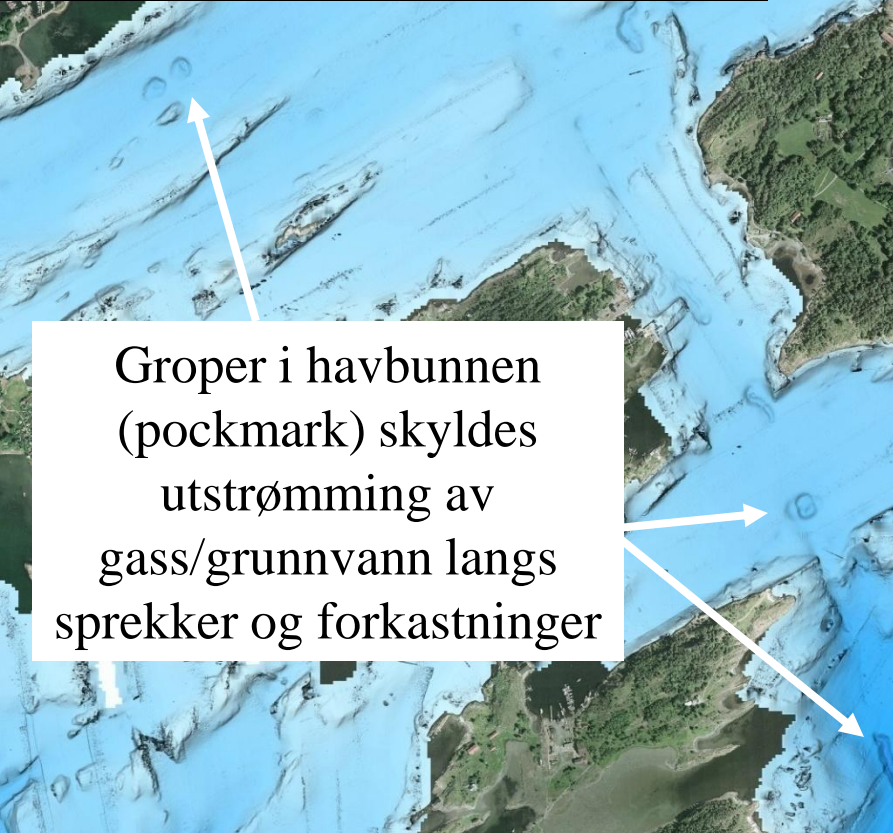
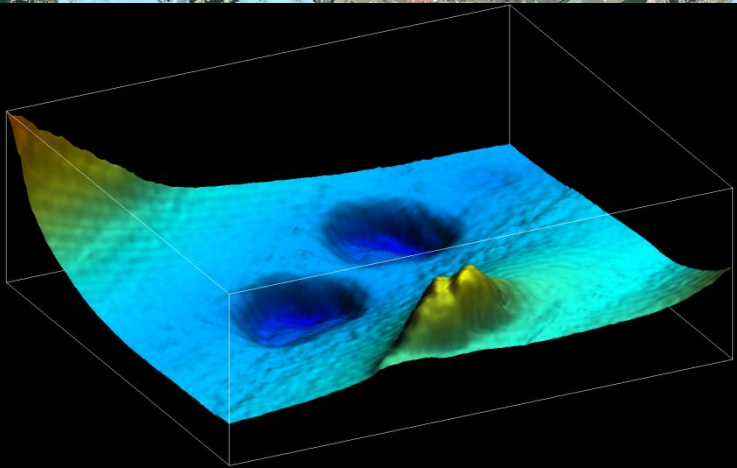
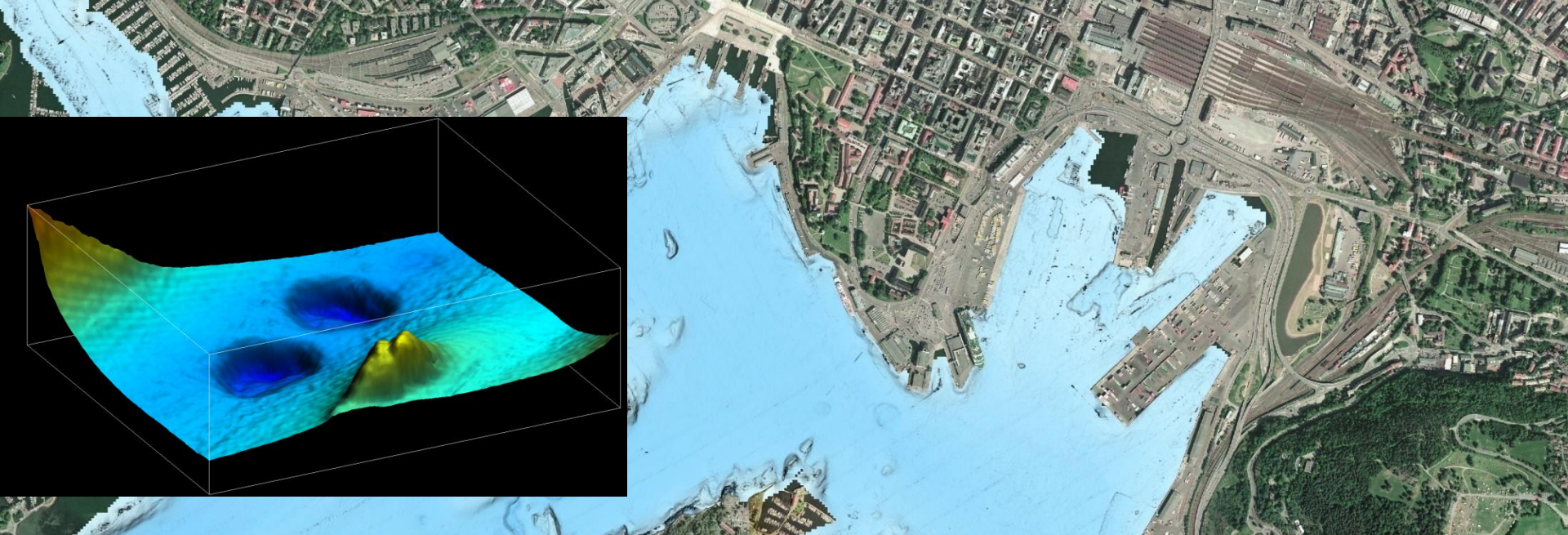
**Fysiske og geotekniske parametre** kalkulere innsynking av havbunnen og utstrømming av porevann fra havbunnen som følge av deponering



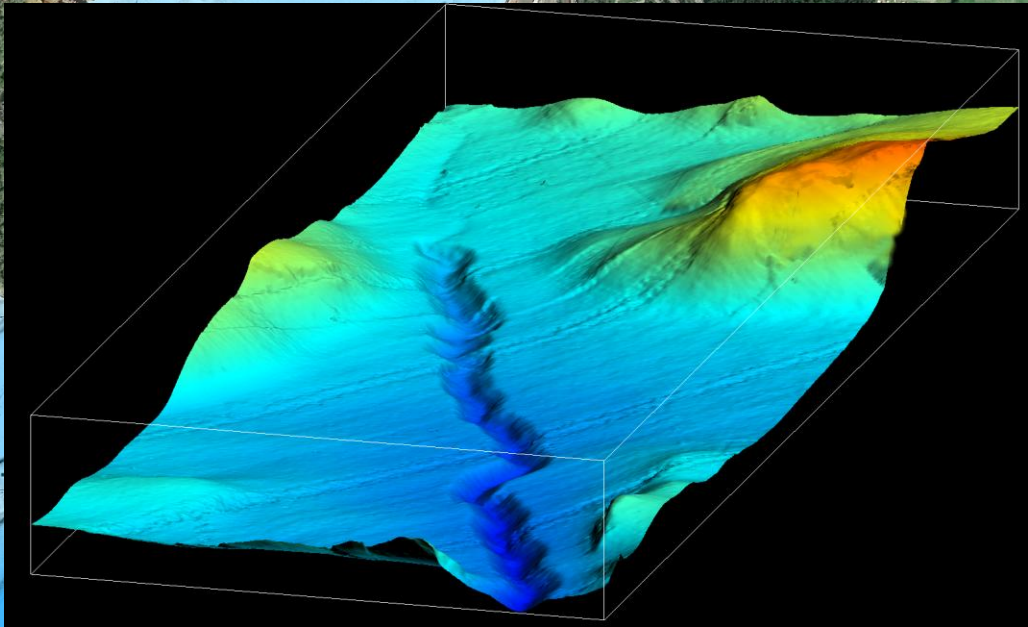








Groper i havbunnen (pockmark) skyldes utstrømming av gass/grunnvann langs sprekker og forkastninger





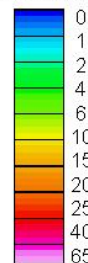
**Løsmassedannelse**

- Marin suspensjonsavsetning
- Marin bunnstrømvsetning/ bunnersjøn
- Fjell
- Skredområde
- Pockmark
- Antropogent materiale

**Sedimenter (kornstørrelse)**

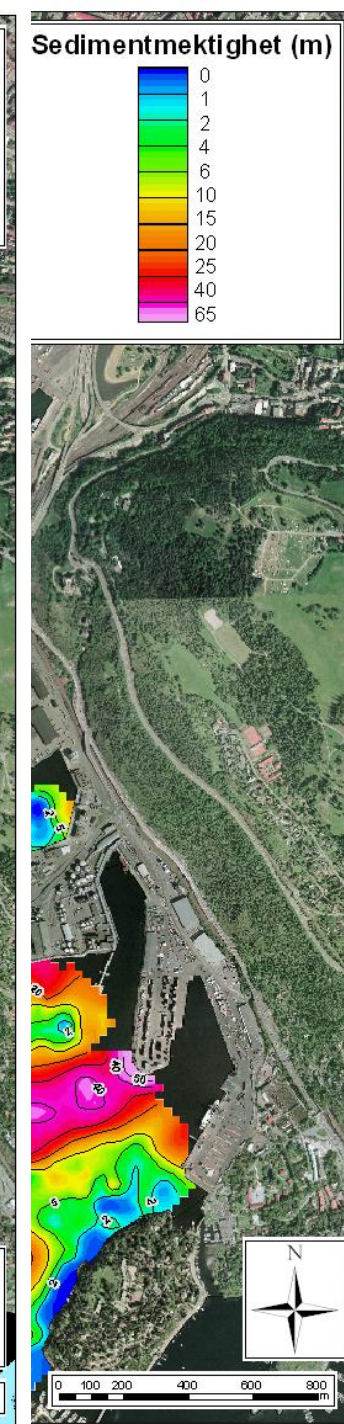
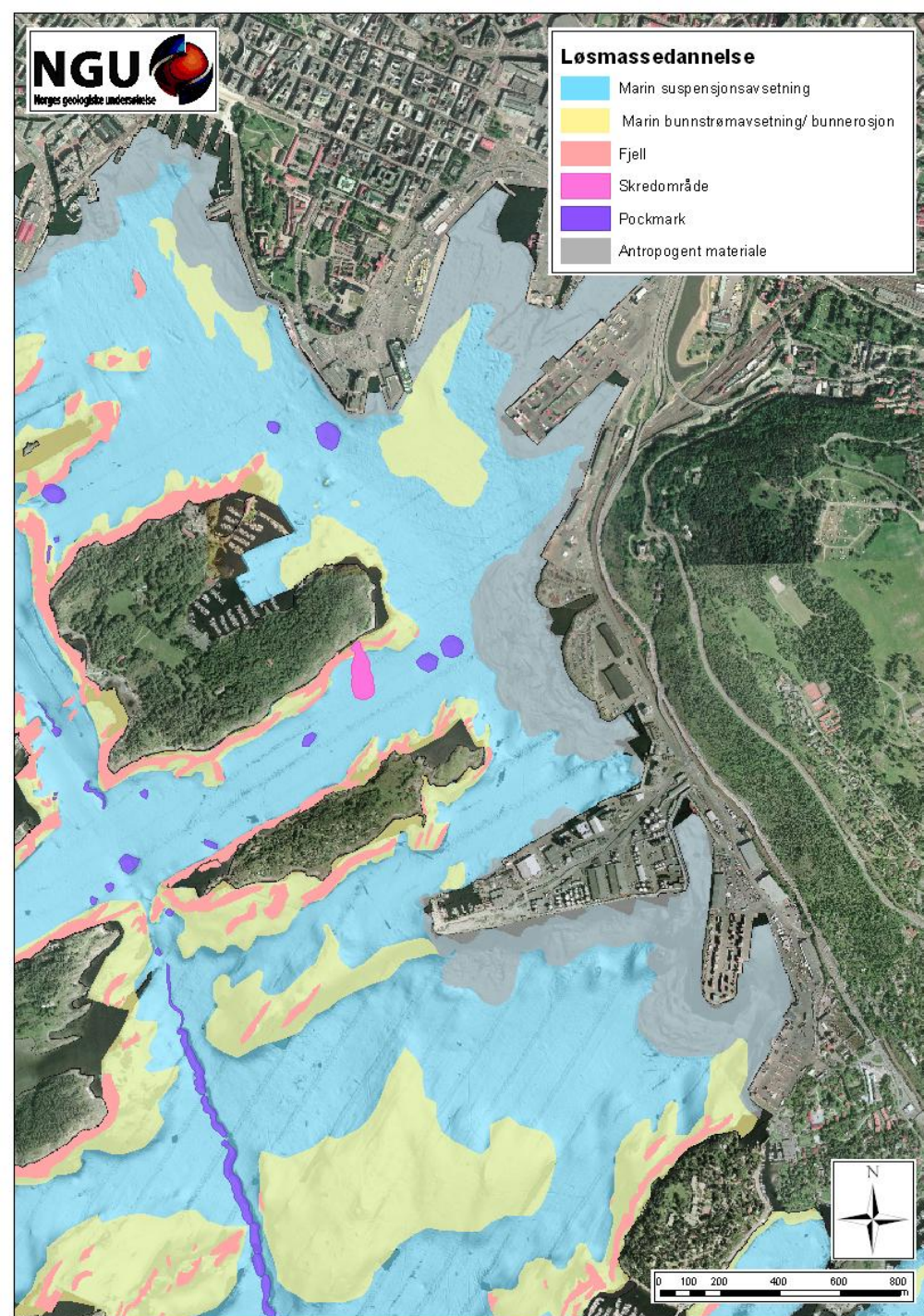
- Slam
- Sand- og grusholdig slam
- Sand- og slamholdig grus
- Diamikton (blanding av kornstørrelser)
- Fjell / fjell med tynt sedimentdekke

**Sedimentmektighet (m)**



**Dybdeforhold**

- 10m dybdekurve
- 5m dybdekurve





# Kyst – strandflata utenfor Lofoten

