

# Effekten av skala og kriterier for inndeling i marine substrattyper

Av Trine Bekkby, NIVA; Lars Erikstad, NINA;  
Ole Christensen, NGU, og Oddvar Longva, NGU.

## Oppsummering

Tilgang til substratdata er avgjørende for i hvilken grad det er mulig å klassifisere norskekysten etter etablerte habitatklassifiseringssystemer (f. eks. EUNIS-systemet). Det finnes lite informasjon om substrat for norskekysten, og det er derfor ønskelig å utvikle modeller for utbredelse av marine substrattyper. Siden skala har stor betydning for hvilke terrengkarakterer som kan fanges opp ved hjelp av digitale terrengmodeller, ønsket vi å se på effekten av skala på muligheten for å skille hardbunn fra bløtbunn. Resultatene viste at det detaljerte terrengmønsteret som er synlig med 1 m oppløsning blir mer utydelig etter hvert som dataene blir grovere, og at data med oppløsning på maks 25 m gir best resultat og størst potensial for videre utvikling av modellene. Men resultatene viser også at man ved riktig valg av beregningsvindu kan skille fjell fra løsmasser også på en grovere skala. Utvikling av en indeks som kombinerer modeller for skråning med terrengforhøyning ga oss mulighet til å skille fjell fra sediment ved bruk av 50 m-dataene, og ga dermed dette grove datasettet et større potensial enn tidligere antatt.

## English abstract

Information on sea-bed substrate is essential for classifying the Norwegian coast according to existing habitat classification systems (e.g. EUNIS). As such data is lacking for most of the Norwegian coast, we need tools for modelling. As scale is important for what kind of structures that will be detected using digital terrain models, we wanted to study the effects of scale on the possibility to separate hard rock from soft sediment. The results showed that terrain structures visible at a 1 m scale become more unclear at coarser scales, and that data with a resolution of 25 m provides the best results and the greatest potential for further development of the modelling procedures. However, the results also show that by using the appropriate window for calculation, one can get a good picture of the distribution of hard rock and soft sediment even at a coarse scale. Using a combination of modelled slope and an index of convexity, rock and sediment could be separated even at a 50 m scale.

## Bakgrunn

For følge opp Rio-konvensjonen om biologiske mangfold har norske myndigheter etablert et program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold, både på land og i sjø. Som en del av dette arbeidet har NIVA, i samarbeid med NINA og NGU, benyttet GIS-modellering til å identifisere potensiell utbredelse av et utvalg verdifulle naturtyper og ikke-biologiske faktorer som er sentralt i det europeiske habitatklassifiseringssystemet EUNIS ("European Nature Information System", Rinde et al. 2004).

Tilgang til substratdata er avgjørende for forklaringsgraden til habitatmodellene og i hvilken grad det er mulig å klassifisere norskekysten i henhold til EUNIS-systemet. Det finnes lite slik informasjon for norskekysten, og det er derfor ønskelig å utvikle modeller for utbredelse av marine substrattyper.

Skala har stor betydning for hvilke terrengkarakterer som blir fanget opp av GIS-modeller. Kunnskap om dette er sentralt for å tolke modeller som er basert på regionalt tilgjengelige og relativt grove datasett (som Sjøkartverkets 50x50 m dybdebase). På detaljerte kart (f. eks. med 1 m oppløsning) er det relativt enkelt å manuelt identifisere hvor det er bunnforhold preget av sedimenter med en flat bunntopografi, og hvor fast fjell forårsaker en bunntopografi med stor variabilitet. Vi fokuserte derfor, etter anbefalinger fra Rinde et al. (2004), på å se på effekten av skala og på å finne en egnet skala for å kunne skille hardbunn fra bløtbunn ved hjelp av digitale terrengmodeller. Vi ønsket

også å se hva vi kunne få ut av Sjøkartverkets 50 x 50 m dybdebase.

## Effekten av dataenes skala på muligheten til å identifisere terreng-strukturer

Vi analyserte flere terrengindekser for å finne i hvilken grad muligheten til å identifisere terrengkarakteristikkene blir bevart på de ulike skalanivåene. Utviklingen av indekser ble utført i ArcView, versjon 3.3. I en pilotanalyse av sammenhengen mellom de ulike terrengindeksene, fant vi en stor grad av samsvar mellom ulike indekser for terrengvariabilitet. For å unngå unødvendige feilkilder og for å gjøre målingene så enkle og intuitive som mulig, valgte vi derfor å ta utgangspunkt i enkle skråningsmål og gjennomsnittstall for skråningsmål i analysen av skalaeffekter.

Utgangspunktet for beregningene er dybdetall med romlig oppløsning på 1, 10, 25 og 50 m. Dataene med 1, 10 og 25 m oppløsning er avledet fra NGUs detaljerte datasett for området, 50 m-dataene er hentet fra den nasjonale batymetriske databasen (levert fra Sjøkartverket).

Figur 1 viser skråningsdataene for de fire romlige oppløsningene. Figuren viser at det detaljerte terrengmønsteret som er synlig med 1 m oppløsning blir mer utydelig etter hvert som dataene blir grovere. I 50 m-datasettet blir detaljene så generaliserte at mønsteret i stor grad viskes ut.

## Effekten av beregningsvinduet størrelse på

## **muligheten til å identifisere terrengstrukturer**

Hvis vi beregner middelerdien av skråning for et vindu på f. eks. 10x10 piksler, vil vi få en indeks som er grovere i romlig presisjon enn det som er vist i Figur 1, men som kan tenkes å fange opp terrengkarakteristikker på en god måte. En slik indeks vil være mindre sårbar for feilkilder i dybdemålingene som ofte forekommer i slike datasett. Figur 2 viser resultatet av en slik beregning. For de tre første beregningene (1, 10 og 25 m) må man her regne med en viss kanteffekt, siden det ikke finnes data utenfor det området som er vist i figuren. Det betyr at middelerdien langs kanten beregnes for opptil 50 % redusert areal enn for mer sentrale områder. For siste beregning (50 m oppløsning) gjelder ikke dette, siden dataene er et utsnitt fra kontinuerlige data over et større område.

I Figur 2 gjenkjennes fortsatt det samme relativt detaljerte mønsteret for de to fineste oppløsningene (1 og 10 m), mens det for de to groveste oppløsningene kun gir et inntrykk av områder med generelt forhøyet terrenguro, uten at detaljert fordeling fremgår. Grunnen til dette er ikke at 25 m oppløsning er for grov, men at beregningsvinduet (250x250 m) er for stort til å skille så småskalige mønstre som vi finner i dette området. Dette ser vi ved å sammenligne med Figur 1 som klart viser at 25 m oppløsning har kapasitet til å fange opp disse småskalige variasjonene hvis ikke beregningsvinduet er for stort.

Hvis vi ønsker en indeks som er

mer generalisert enn den vist i Figur 1 og samtidig mindre utsatt for romlig utjevning av detaljene enn den vist i Figur 2, kan vi gjøre dette ved å bruke et mindre beregningsvindu. I analysen bak Figur 3 valgte vi et 25x25 m vindu for skråningsberegning av 1 m-dataene (vi valgte det såpass grovt for bedre sammenligning med de øvrige datasettene), et 50x50 m vindu for 10 m-dataene og det minste mulige vindu (som er 3x3 piksler), 75x75 m og 150x150 m, for hhv 25 m- og 50 m-dataene. I denne figuren ser vi et mønster som ligner svært på det vi ser i Figur 1, bare noe mer generalisert, mindre utsatt for støy i enkelthøydetall for de to fineste oppløsningene og relativt likt for de to groveste.

## **Hva kan datasettet med 50 m oppløsning gi oss?**

Resultatene presentert over viser at skala har stor betydning for hvilke karaktertrekk ved terrenget som blir fanget opp av modellene. Hvis man ønsker mulighet for å skille ut ganske småskalige enheter, så ligger optimal (kosteffektiv) dataoppløsning på ca 25 m. Denne oppløsningen gir mulighet til å jobbe med ulike indekser for å finne terrengstrukturer, og en stor del av terrengets variabilitet fanges opp. Den nasjonale databasen med oppløsning på 50 m blir for grov til å fange opp slike detaljer. 10 m data gir bedre resultater enn 25 m data, men forskjellen er ikke svært stor, 10 m-dataene ga ikke betydelig bedre resultat. Verdien av å bruke 10 m-data må dermed veies mot kostnadene ved å kjøpe slike data (inkludert arbeidet med å få

de frigitt fra Forsvaret), datakapasiteten og muligheten for å skaffe slike datasett regionalt dekkende.

For å teste potensialet til 50 m-datasettet, utviklet vi en indeks som kombinerer modeller for skråning med en modell for forhøyning i terrenget (Erikstad et al. 1998). Algoritmen for å identifisere forhøyninger tar utgangspunkt i at et område ligger i en forhøyning hvis en piksel har dybdeverdi høyere enn middelverdien for pikslene rundt. En forhøyningsmodell vil indikere ulike ting avhengig av hvilket beregningsvindu man bruker. Vi valgte å regne ut middeldypet for 250x250 m for både 25 og 50 m-dataene. Vi definerte en forhøyning som et område der enkeltpunktenes dybde var mer enn 1 m høyere enn middeldypet. Dette ga et relativt stort samsvar mellom resultatene på ulike skalanivåer. Figur 4 og 5 viser at forhøyning basert på 50 m-dataene i stor grad samsvarer med forhøyning basert på 25 m-dataene. Denne indekser gir dermed mulighet for bruk av 50 m-datasettet i større grad enn tidligere antatt.

Figur 4 og 5 viser områder med forhøyning basert på data med hhv 25 og 50 m oppløsning. I områder som ligger i ytterkanten av dataenes dekningsområde (som er tilfelle for dataene med 1, 10 og 25 m oppløsning), vil man kunne få kanteffekter i form av kunstige terrengstrukturer. Dette kan filtreres ved at områder med forhøyning deles inn i områder med hhv lav og høy skråning. Forhøyninger som skyldes kanteffekter er ofte ikke så bratte, og disse kan skilles fra områder med reelle forhøy-

ninger. Problemet med kanteffekter gjelder ikke 50 m-datasettet, da dette er hentet fra et større datasett. Noen forhøyninger kan være slake, ikke fordi de er resultat av kanteffekter, men fordi de er løsmasser.

## **Konklusjon - kan vi skille fjell og sediment?**

Basert på de datasettene vi har hatt tilgjengelig, kan vi i rimelig stor grad skille mellom områder med sediment og områder med fjell. Evnen til, ved bruk av forhøyningsmodellering, å finne fjell endret seg ikke vesentlig ved å gå fra 25 til 50 m oppløsning på dataene. Figur 5 viser at det er relativt bra samsvar mellom hvor modellen beregner at man med størst sannsynlighet vil finne fjell basert på 50 m-dataene og tolkingene (manuelle) som NGU har gjort. Muligheten til å skille ut forhøyninger som ikke er reelle skjærområder ved hjelp av et mål for gjennomsnittlig skråning koblet til polygoner for forhøyning så imidlertid ut til å falle bort på 50 m skala. Selv om data på 50 m oppløsning ga et rimelig godt bilde av fordeling av sediment og fjell, vil nok videreutvikling av modeller og forbedring av indekser være avhengig av bedre datasett, da 50 m-datasettet ga lite evne til å bruke ulike indekser.

Selv om Figur 5 viser at modellen sammenfaller rimelig bra med det NGU manuelt tolker som fjell, så finnes det en del områder som ikke sammenfaller. I hovedsak dreier dette seg om at modellen overestimerer den potensielle forekomsten av fjell. Dette kan skyldes flere ting. Vi kan ha sedi-

ment liggende i skråninger, slik at vi fra terrengkartet og forhøyningsalgoritmen tolker oss fram til fjell selv om det er løsmasser. Vi kan også ha fjell med sediment på toppen. Dette vil kunne gi en terrengform som fjell, men en NGU-tolking av overflaten som sier sediment. I dette tilfellet vil vi også ha en økologisk bløtbunn, selv om det er underliggende fjell.

I noen tilfeller har vi også områder der NGU har tolket det til å være fjell, men der dette ikke er modellert. Dette kan skyldes at noen fjellområder er flate og frie for sediment på grunn av strømmer. For å bedre modellene i forhold til slike feil trenger vi informasjon om strøm.

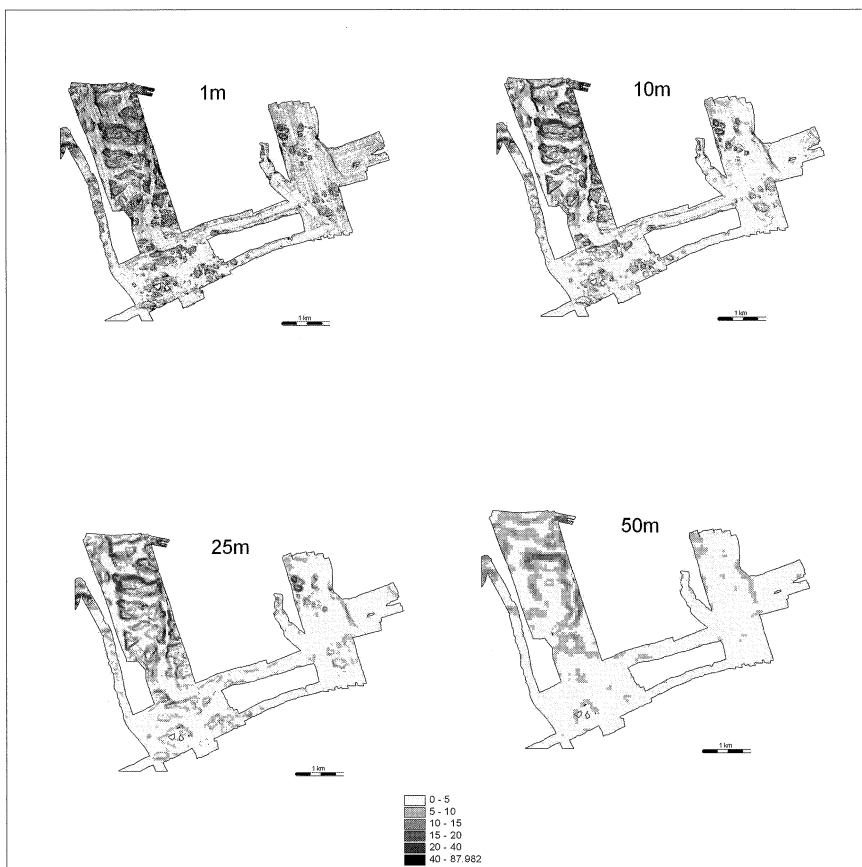
Det er viktig å understreke at sediment kan omfatte morene med stor tetthet av stein. Et slikt område vil på mange måter fungere som et økologisk hardbunnssubstrat. Dette er forhold som det er betydelig vanskeligere å modellere, og vi har ikke gått

videre med dette. Når man går mot en grovere skala, får man også en større variasjon i terrenget, og må da foreta valg i forhold til hvordan denne variasjonen skal tolkes (f. eks. hvor mye stein må det være før vi definerer noe som hardbunn).

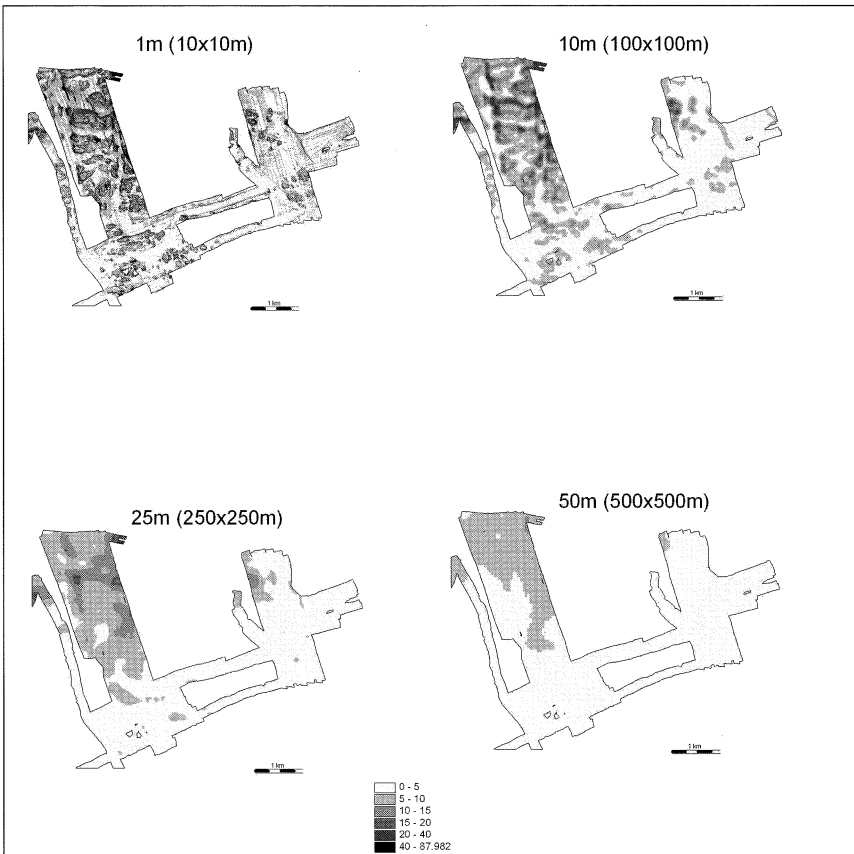
## Litteratur

Erikstad, L., Stabbetorp, O.E. Sloreid, S.-E. 1998. Krokskogen: Sårbare naturtyper i forhold til eventuelle tunnellekkasjer. NINA Oppdragsmelding 513: 1-10.

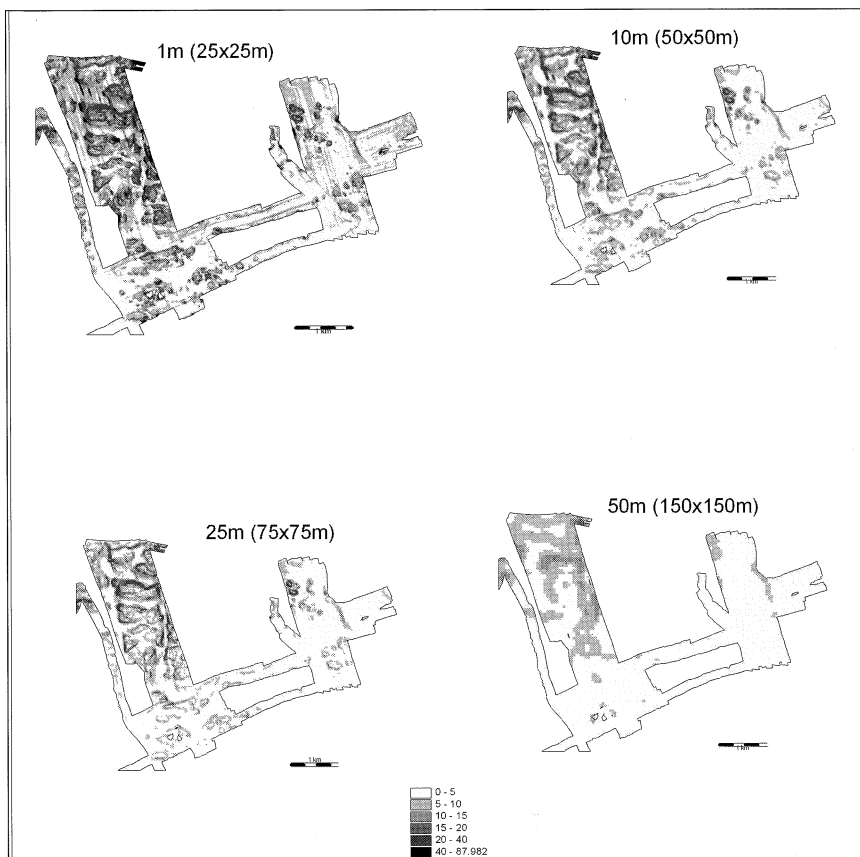
Rinde, E., Sloreid, S.-E., Bakkestuen, V., Bekkby, T., Erikstad, L. & Longva, O. 2004. Modellering av utvalgte marine naturtyper og EUNIS klasser. To delprosjekter under det nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold. NINA Oppdragsmelding 807. 33 pp.



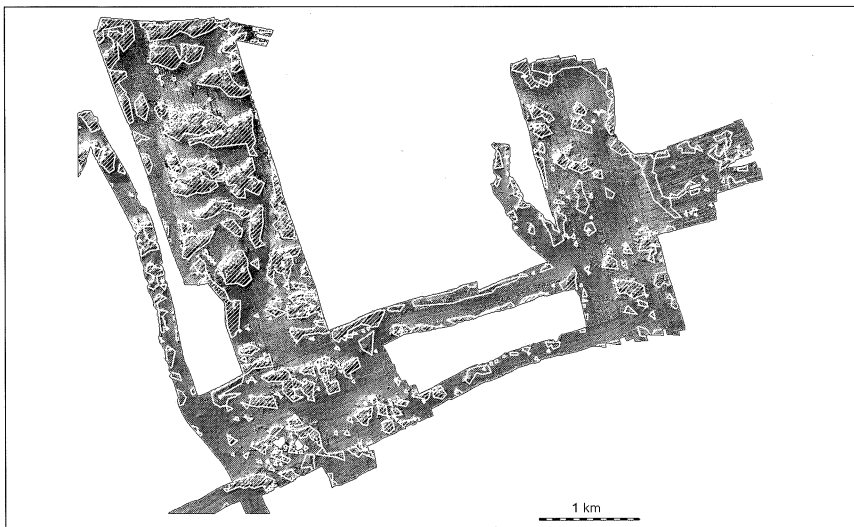
Figur 1. Beregnet skråning (helningsvinkel i grader) for de fire ulike romlige oppløsningene (1, 10, 25 og 50 m) definert som skråningen mellom pikslene med størst dybdeforskjell. Skråning beregnes her for et beregningsvindu på 3x3 piksler, det vil si for 3x3 m for data med 1 m oppløsning, 30x30 m for data med 10 m oppløsning, 75x75 m for data med 25 m oppløsning og 150x150 m for data med 50 m oppløsning.



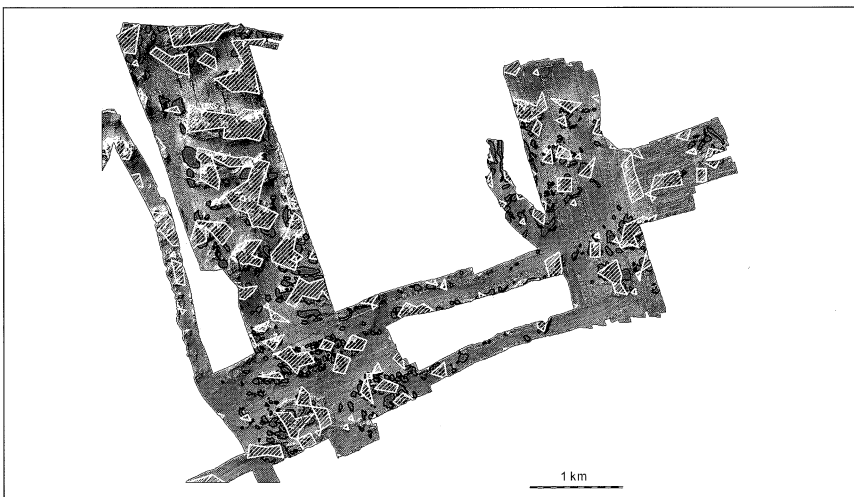
Figur 2. Middelverdi av skråning i et beregningsvindu på 10x10 piksler. For data med 1, 10, 25 og 50 m oppløsning blir middelverdien dermed beregnet for hhv 10x10, 100x100, 250x250 og 500x500 m. Skråning defineres mellom pikslene med størst dybdeforskjell (innen et 3x3 piksels vindu).



*Figur 3. Her er middels skråning beregnet for et 25x25 m beregningsvindu for 1 m-dataene, et 50x50 m vindu for 10 m-dataene, 75x75 m for 25 m-dataene og 150x150 m for 50 m-dataene.*



Figur 4. Modellert forhøyning basert på data med 25 m oppløsning. Algoritmen tar utgangspunkt i at en piksel med dybdeverdi høyere enn middelverdien for pikslene rundt (her i et beregningsvindu på 250x250 m) indikerer en forhøyning (vi satt forhøyning til å være områder der enkeltpunktets dybde var mer enn 1 m høyere enn middelverdien). Hvitskraverte polygoner viser modellerte forhøyninger. Et terrenfskyggekartet med 1 m oppløsning ligger i bakgrunnen.



Figur 5. Hvitskraverte polygoner viser modellerte forhøyninger basert på data med 50 m oppløsning. Algoritmen tar utgangspunkt i at en piksel med dybdeverdi høyere enn middelverdien for pikslene rundt (her i et beregningsvindu på 250x250 m) indikerer en forhøyning (vi satt forhøyning til å være områder der enkeltpunktets dybde var mer enn 1 m høyere enn middelverdien). Sorte områder viser fjell basert på NGUs tolkinger fra interferometrisk, sidesøkende sonar. Et terrenfskyggekartet med 1 m oppløsning ligger i bakgrunnen.