NGU Rapport 2012.070

Marine grunnkart i Sør-Troms: Rapport om biotopmodellering

NGU
Norges geologiske undersøkelse
Geological Survey of Norway

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315 Sluppen
7491 TRONDHEIM
Tlf. 73 90 40 00
Telefaks 73 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr.: 2012.070 | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen

Tittel:
Marine grunnkart i Sør-Troms: Rapport om biotopmodellering

Forfatter:
Margaret F.J. Dolan, Sigrid Elvenes, Liv Plassen, Aave Lepland, Odd Harald Selboskar, Tone Rasmussen, Helena Michelsen, Oddvar Longva, Børge Arvesen

Oppdragsgiver:
Astafjordprosjeket, NGU

Fylke:
Troms

Kommune:
Skånland, Gratangen, Kvæfjord, Harstad, Ibestad, Lavangen, Bjarkøy, Salangen, Dyrøy, Tranøy, Torsken, Berg

Kartblad (M=1:250.000)
Narvik, Tromsø, Svolvær

Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)
1232 I (Kvæfjord), 1232 II (Gullesfjord), 1233 II (Dveberg), 1332 I (Andørja), 1332 II (Astafjorden), 1332 III (Tjeldsundet), 1332 IV (Harstad), 1333 I (Gryllefjord), 1333 II (Stonglandet), 1333 III (Bjarkøya), 1333 IV (Ørja), 1334 II (Oksneset), 1432 III (Gratangsbotn), 1432 IV (Sjøvegan), 1433 III (Finnsnes), 1433 IV (Mefjordbotn), 1434 III (Hekkingen)

Forekomstens navn og koordinater:

Sidetall: 31 Pris: 120
Kartbilag:

Feltarbeid utført:

Rapportdato: 17. desember 2012

Prosjektnr.: 334500

Ansvarlig: Reidunn Bøe

Sammendrag:
Denne rapporten oppsummerer arbeidet med framstilling av et kart over marine biotoper i Sør-Troms. Med biotopkartet er det nå utarbeidet 8 forskjellige marine grunnkart i Astafjordprosjektet fase II og III (www.astafjordprosjektet.com). Marine grunnkart gir grunnleggende, stedfestet informasjon om sjøbunnen presentert på en slik måte at informasjon kan legges lag på lag.

En biotop er et område med en bestemt sammensetning av plante- og dyrearter som lever under ensartede miljøforhold. Kartet er basert på biologisk informasjon fra videoobservasjoner, og utbredelsen til biotopene er beregnet ved hjelp av statistisk modellering. I modelleringen brukes informasjon om blant annet dybdeforhold, terreng, bunnsedimenter, landskap, bunnstrøm og temperatur til å finne områder med samme forhold (biotoper) som der videoobservasjonene er gjort. Kartet viser den mest sannsynlige utbredelsen av viktige biotoper i Sør-Troms, og gir dermed et bilde av hvor vi bør finne de vanligste plante- og dyreartene.

Emneord: Maringeologi	Modellering	Marine grunnkart
Biotoper	Maxent	GIS
Astafjordprosjektet	www.mareano.no	www.ngu.no

INNHOLD

1. FORORD / INNLEDNING 5
2. DATA 7
2.1 Dybdedata 7
2.2 Videodata 8
2.3 Bunnsedimenter 9
2.4 Oseanografiske data 10
3. DATAANALYSE 11
3.1 Biotopklassifisering 11
3.2 Terrengvariabler 13
3.3 Oseanografiske variabler 14
3.4 Sedimentkart og landskapskart 15
4. BIOTOPMODELLERING 16
4.1 Inndata 16
4.2 Modellresultater 17
5. DIGITALISERING OG PUBLISERING AV BIOTOPKARTET 22
6. SAMMENDRAG 26
7. REFERANSER 27

FIGURER

Figur 1. Multistråledata-dekning. (a) Dybdedata, (b) backscatter……..7

Figur 2. Plassering av 282 videotransekter (svart) og 127 sedimentprøver (rødt) i Sør-Troms……..8

Figur 3. Kart over bunnsedimenter (kornstørrelse) i Sør-Troms, med detaljert utsnitt av Astafjordene. Data på kontinentalsokkelen er fra MAREANO…….……...…….9

Figur 4. Figur 4. Oseanografiske data - modellområde for Sør-Troms.....10

Figur 5. Sammensatt biotopkart i rasterformat…….18

Figur 6. Eksempler på modellerte utbredelser for enkeltbiotoper, med statistisk representasjon av modellytelse…….……20

Figur 7. Forstørrede detaljer fra det sammensatte rasterkartet, med opprinnelige punktobservasjoner fra videolinjer (i hvite sirkler)……...21

Figur 8. Biotopkart i rasterformat fra www.mareano.no og NGUs karttjeneste……...22

Figur 9. Detalj fra rasterversjonen (venstre) og vektorversjonen (høyre) av det marine biotopkartet fra Sør-Troms……24

Figur 10. Kartbladinndeling for biotopkart i målestokk 1:100 000……..25

TABELLER

Tabell 1. Marine grunnkart……..……...6

Tabell 2. Biotopklasser…….……12

Tabell 3. Oversikt over terrengvariabler generert fra multistråledata……...14

Tabell 4. Oversikt over endelige prediktorvariablene og deres betydning for modellresultatet…….17

Tabell 5. Tegnforklaring til biotopkart…….19

Tabell 6. Oppsummering av digitaliseringsprosessen……..23

VEDLEGG

Marine biotoper, Sør-Troms. Kartblad 1, 2. M1:100 000. (*Forminsket fra A0- til A3-størrelse.*)

1. FORORD / INNLEDNING

Denne rapporten oppsummerer arbeidet med framstilling av et kart over marine biotoper i Sør-Troms. En biotop er et område med en bestemt sammensetning av plante- og dyrearter som lever under ensartede miljøforhold. Kartet er basert på biologisk informasjon fra videoobservasjoner, og utbredelsen til biotopene er beregnet ved hjelp av statistisk modellering. I modelleringen brukes informasjon om blant annet dybdeforhold, terreng, bunnsedimenter, landskap, bunnstrøm og temperatur til å finne områder med samme forhold (biotoper) som der videoobservasjonene er gjort. Kartet viser den mest sannsynlige utbredelsen av viktige biotoper i Sør-Troms, og gir dermed et bilde av hvor vi bør finne de vanligste plante- og dyreartene.

Med biotopkartet er det nå utarbeidet 8 forskjellige marine grunnkart (Tabell 1) i Astafjordprosjektet fase II og III (www.astafjordprosjektet.com). Marine grunnkart gir grunnleggende, stedfestet informasjon om sjøbunnen presentert på en slik måte at informasjon kan legges lag på lag.

Tabell 1. Marine grunnkart

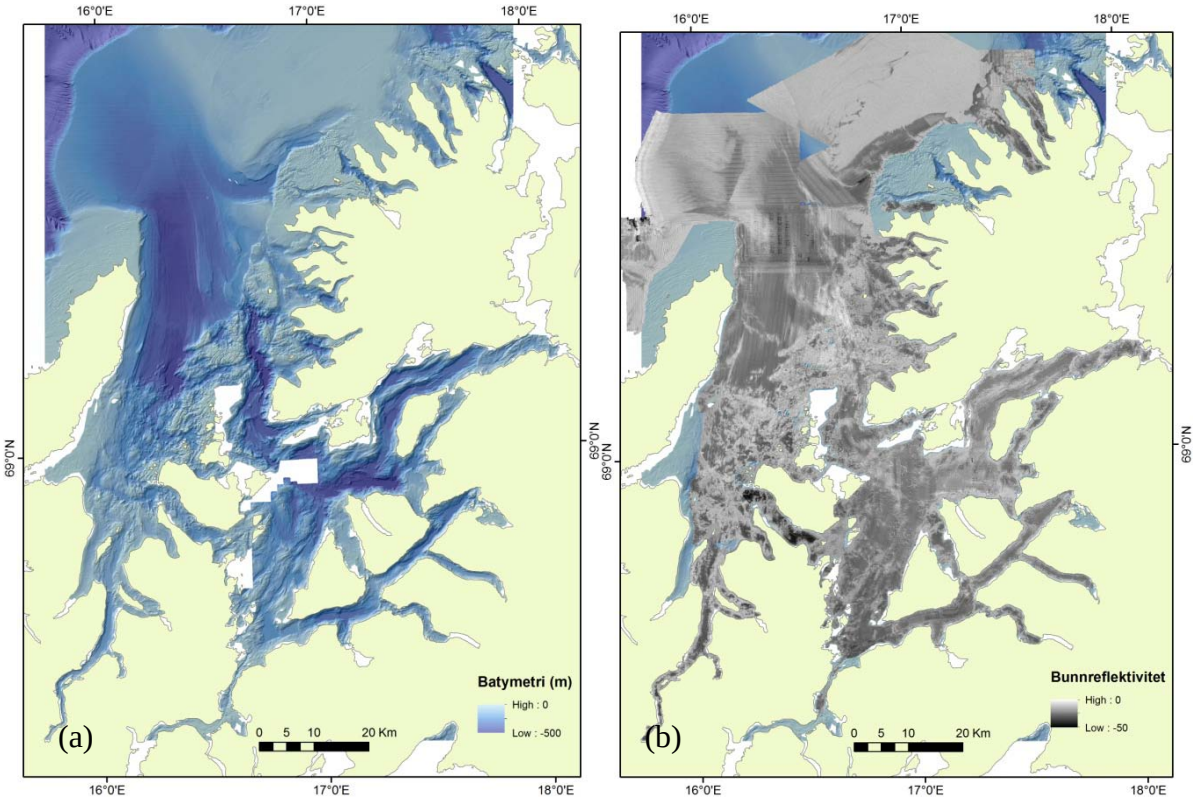
Tema	Beskrivelse
Dybdeforhold	Detaljerte kart over dybdeforhold utgjør en viktig basisinformasjon for planleggere. Terskler, åpne og trange passasjer, dypt og grunt vann kan lett identifiseres. For fiskere som bruker spesielle bunnredskap kan et slikt kart hjelpe med å redusere skader på utstyr og miljø, og minske både drivstoff- og tidsforbruk.
Hard og myk bunn	Et kart som viser den relative hardheten på havbunnen – lyse områder har en hard bunntype (for eksempel fast fjell), mens de mørke områdene har myke sedimenter (for eksempel mudder). Kartet er basert på dataene som samles inn med multistråle-ekkolodd under detaljert sjøkartlegging, styrken på lydsignalene som blir reflektert fra havbunnen avhenger da av hardheten til bunnen.
Bunnsedimenter (kornstørrelse)	Detaljerte kart over kornstørrelsen til bunnsedimentene – inndelt i slam, sandholdig slam, sand, grusholdig sand, sandig grus samt grus, stein og blokk. Et viktig basisdatasett for de andre karttypene.
Skråning	Et kart som viser skråning i grader. Kartet er brukt som informasjon for biotopkart, samt for analyse av ankringsforhold og gravbarhet.
Ankringsforhold	Kartet viser ankringsforhold tolket ut ifra bunntype og dybde. I tillegg til å identifisere områder på bunnen med relativt godt hold for anker, vises også områder der dykkere kan montere festebolter (fast fjell ned til ca. 30m dyp). Dette er et nyttig datasett både for de som planlegger lokaliteter for fiskeoppdrett, og for havnemyndigheter.
Gravbarhet	Kartet er basert på sedimentfordeling, og angir både hvor enkelt det er å grave i bunnen og den forventede stabiliteten til det utgravde området. For eksempel vil sandige sedimenter gjerne kollapse fortere etter utgravning enn hva mer finkornig materiale vil.
Bunnfelling	Kartet viser akkumulasjonsbassenger, som ofte er karakterisert av finkornige sedimenter på bunnen. Slike områder kan være oksygenfattige, og forråtnelsesprosesser på bunnen kan avgi giftig svovelgass. Ved utplassering av oppdrettsanlegg bør slike områder vanligvis unngås. Forøvrig forekommer også noen ganger lokale sildestammer i slike oksygenfattige områder.
Biotoper	En biotop er et område med en bestemt sammensetning av plante- og dyrearter som lever under ensartede miljøforhold. Kartet er basert på videoobservasjoner, og utbredelsen til biotopene er beregnet ved hjelp av statistisk modellering. I modelleringen brukes informasjon om blant annet dybdeforhold, terreng, bunnsedimenter, landskap, bunnstrøm og temperatur til å finne områder som tilsvarer stedene der videoobservasjonene er gjort. Kartet viser den mest sannsynlige utbredelsen av viktige biotoper i Sør-Troms, og gir dermed et bilde av hvor vi bør finne de vanligste plante- og dyreartene.

2. DATA

2.1 Dybdedata

I studieområdet har NGU, FFI og Statens Kartverk samlet inn dybdedata gjennom flere år og med flere forskjellige multistråleekkolodd, forskningsfartøyer og posisjoneringssystemer (Fig. 1). Som følge av dette er de tilgjengelige dybdedataene fra Sør-Troms av varierende tetthet og kvalitet. I de fleste kartlagte områdene er både dybde- og bunnreflektivitetsdata (*backscatter*) samlet inn. I noen eldre datasett mangler imidlertid backscatterdata.

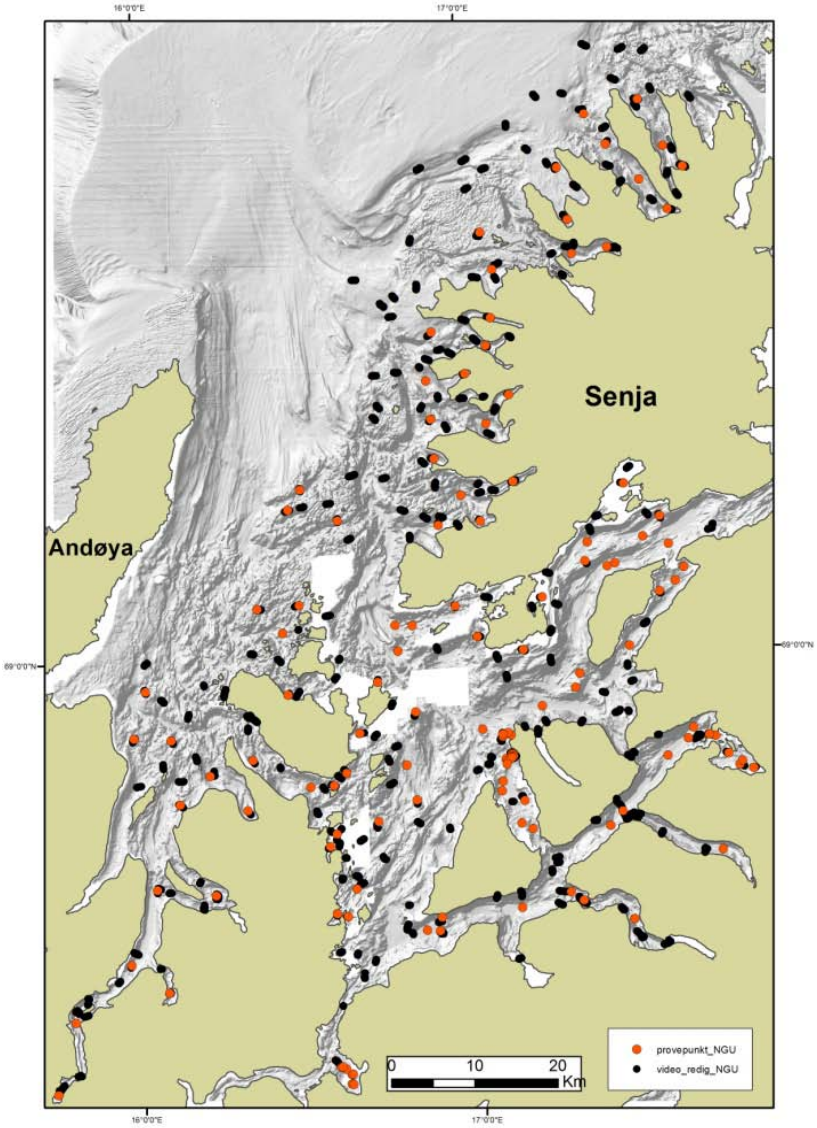
De ulike dybdedatasettene fra studieområdet ble satt sammen til ett rasterdatasett med 25x25 meters oppløsning. For store deler av studieområdet var det også mulig å lage et backscatterdatasett med samme oppløsning. Multistråledataene har god kvalitet og ville kunne brukes i høyere oppløsning, men 25 m ble valgt for å få et datasett som enkelt kan integreres med de innsamlede videodataene i den videre prosessen med biotopmodellering. Det er to grunner til at dette er hensiktsmessig: For det første får usikkerheten i videoposisjonering (se avsnitt om videodata) mindre påvirkning på resultatet, og for det andre holdes datavolumet på et håndterbart nivå slik at modelleringen kan foregå på en vanlig datamaskin.



Figur 1. Multistråledata-dekning. (a) Dybdedata, (b) backscatter.

2.2 Videodata

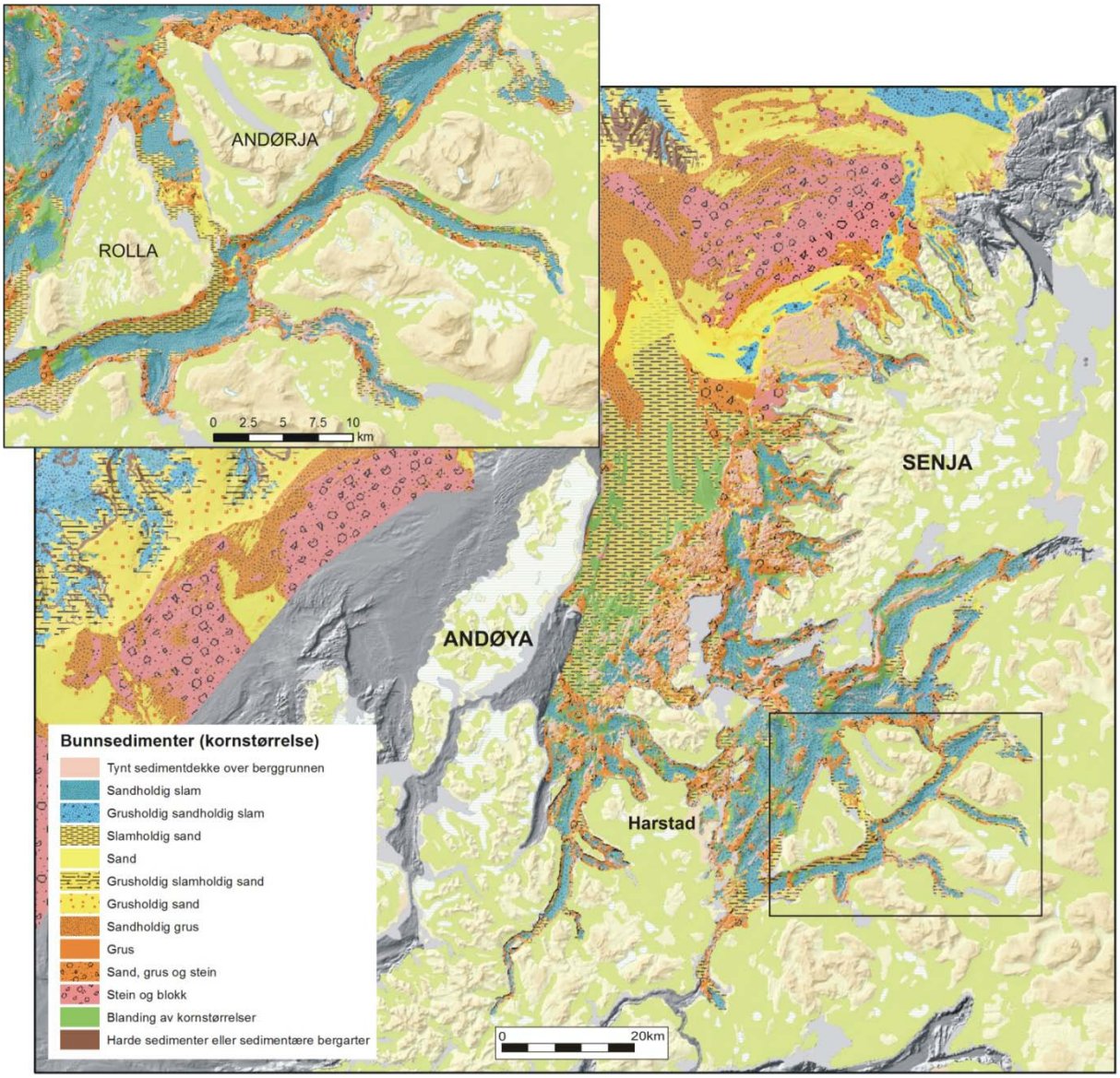
Videodata ble samlet inn med et undervannskamera som ble slept etter NGUs forskningsfartøy F/F *Seisma*. Til sammen ble det tatt 282 videotransekter i studieområdet, og Figur 2 viser plasseringen av disse. Siden fartøyet oftest driver fritt mens opptakene gjøres er det ingen standardlengde på videotransektene, men de vil ofte være 400-600 m lange. Videodataene er av moderat oppløsning tilpasset identifikasjon av sedimenter og bunntyper, men kan også benyttes til biotopklassifikasjon (se Michelsen og Rasmussen, 2012), noe som ble gjennomført for totalt 221 av transektene. Det ble ikke benyttet eget posisjoneringsutstyr på videokameraet, og posisjonen til videotransektene er tatt fra båtens posisjon. Plasseringen av videotransektene er korrigert manuelt etter toktet.



Figur 2. Plassering av 282 videotransekter (svart) og 127 sedimentprøver (rødt) i Sør-Troms

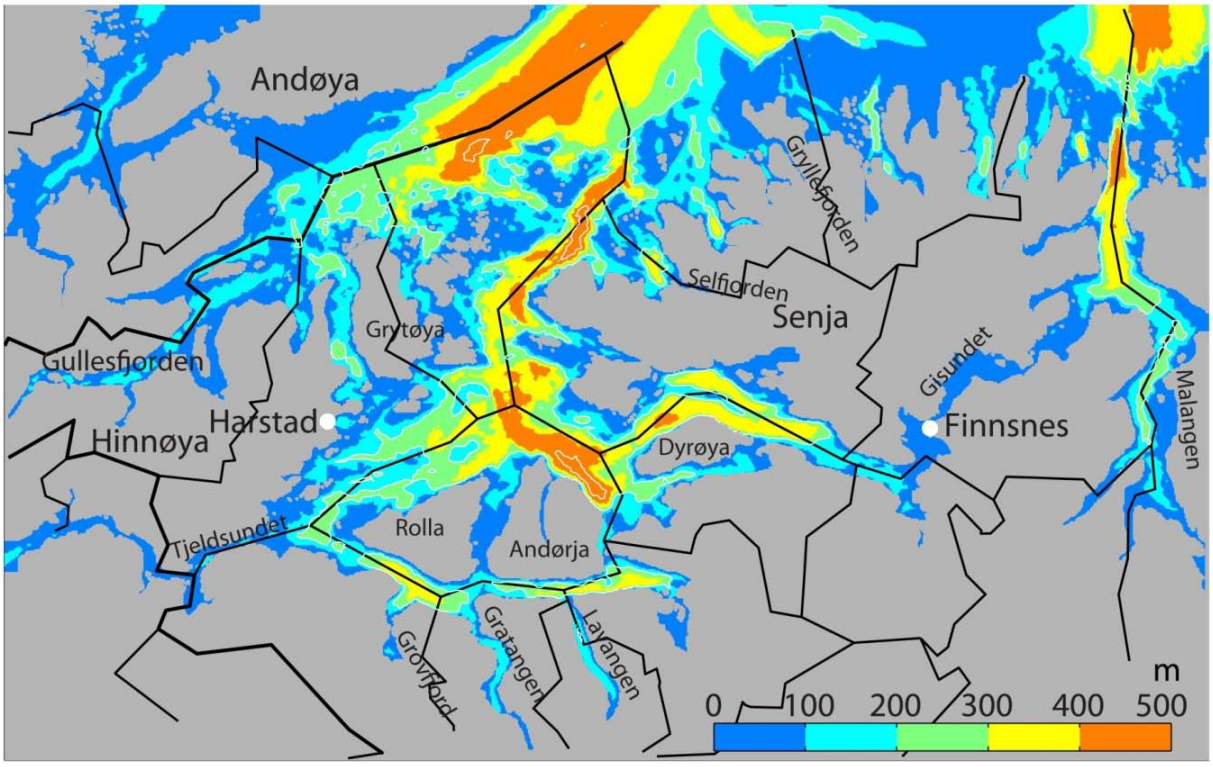
2.3 Bunnsedimenter

Kartet over bunnsedimenter (kornstørrelse) viser forskjellige kornstørrelsesklasser (Fig. 3). Grunnlaget for kartet er nøyaktig tolkning av multistrålebatymetri, som viser terrengformer, og backscatter, som viser bunnreflektivitet. Verifisering av de ulike bunnforhold er basert på data fra video og prøvetaking. Prøvetakingen er gjort med grabb, og kornstørrelsessammensetningen av bunnsedimentet er visuelt beskrevet på dekk. Et mindre antall prøver er senere kornfordelt i laboratoriet for kontroll. Kartet er beregnet presentert i en målestokk på 1:20 000, men er digitalisert i målestokk ca. 1:10 000.



Figur 3. Kart over bunnsedimenter (kornstørrelse) i Sør-Troms, med detaljert utsnitt av Astafjordene. Data på kontinentalsokkelen er fra MAREANO.

2.4 Oseanografiske data



Figur 4. Oseanografiske data - modellområde for Sør-Troms. Kilde: SINTEF, Slagstad og Knutsen (2012).

Oseanografiske data til bruk i biotopmodelleringen kommer fra SINTEFs 3D-havmodell SINMOD, som dekker kysten av Sør-Troms med høy oppløsning på 160 m. Modellen er kjørt for 2009 og gir informasjon om strøm, saltholdighet og temperatur på opptil 31 ulike dyp gjennom den simulerte perioden. Nærmere informasjon finnes i Slagstad og Knutsen (2012).

I tillegg ble det gitt tilgang til en bølgemodell fra NIVA, der bølgeeksponering på overflaten regnes ut fra avstand til land, vindstyrke og vindretning. Denne bølgemodellen har en oppløsning på 25 m, ble opprinnelig utviklet for Stockholms skjærgård (Isæus, 2004), og er tatt i bruk i flere studier (f. eks. Bekkby et al., 2009; Bekkby og Moy, 2011).

3. DATAANALYSE

3.1 Biotopklassifisering

Metodikken for videoanalyse og bestemmelse av biotopklasser er beskrevet i Michelsen og Rasmussen (2012), og i Tabell 2 oppsummeres hva som kjennetegner hver av de identifiserte klassene i studieområdet. Klassifiseringen er basert på Naturtyper i Norges (NiN) retningslinjer for klassifisering på natursystem-nivå (Halvorsen et al., 2009), men følger ikke disse til minste detalj på grunn av observasjonsmetodens begrensninger (se Michelsen og Rasmussen, 2012). Det framgår av Tabell 2 hvilke NiN-klasser som svarer til hver enkelt av Astafjordprosjektets biotopklasser. Utover det utvalget som ble benyttet i biotopmodelleringen har også Michelsen og Rasmussen (2012) identifisert flere andre biotopklasser, men disse forekommer ikke hyppig nok i datamaterialet til å kunne brukes til modellering.

Biotopklasser ble fastslått for hvert minutt i de 221 videotransektene som inngikk i modelleringsdatasettet. Dette ga totalt over 4000 punkter til bruk i modellering.

Tabell 2. Biotopklasser.

Biotopklasse	Betegnelse	Vanlige organismer	Bunntype	NiN-kode	Kommentarer til NiN-kode
1	Sterkt strømpåvirket hardbunn	Skorpedannende svamper, mosdyr og røde kalkalger	Hardbunn eksponert for sterk strøm	M 9	
2	Tareskogsbunn	Stortare og sukkertare, sjøstjerner, skorpedannende svamper og mosdyr	Harbunnsområder i den eufotiske sonen med tareskog	M 10.1, M 10.2	Begge underkategoriene ble slått sammen, siden klart adskilte sukkertareskoger ikke ble observert
3	Bergvegg	Sekkedyr, svamper og dødmannshånd	Vertikale og overhengende bergvegger (grotter) i den eufotiske og afotiske sonen	M 8.1, M 11.5	Disse underkategoriene ble slått sammen på grunn av få observasjoner og små forskjeller mellom dem
4	Hardbunn med sollys (eufotisk)	Rød-, grønn- og brunalger, skorpedannende svamper, mosdyr og fisk	Hardbunn og blokk i den eufotiske sonen	M 11.1, M 11.2, M 11.3, M 11.4	Disse underkategoriene ble slått sammen siden klassifiseringen er basert på videodata der strømstyrke og salinitet ikke er observerbart
5	Hardbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, mosdyr, sjøanemoner	Hardbunn og blokk i den afotiske sonen	M 8.2	Denne underkategorien ble brukt som en egen klasse siden den er synlig forskjellig fra den andre underkategorien
6	Sandbunn med sollys (eufotisk)	Flyndre, sjømus, sjøstjerner og slangestjerner	Fin til grov sand, skjellsand og kalkalgegrus	M 13.1, M 13.2, M 13.5, M 13.6	Disse underkategoriene ble valgt siden de er tydelig annerledes (kornstørrelse og organismer) sammenlignet med de andre underkategoriene, og slått sammen fordi klassifiseringen er basert på videodata der strømstyrke og salinitet ikke er observerbart
7	Grusbunn med sollys (eufotisk)	Sjøpølser, sekkedyr og sjøanemoner	Grusbunn i den eufotiske sonen	M 13.3, M 13.4	Disse underkategoriene ble valgt siden de er tydelig annerledes (kornstørrelse og organismer) sammenlignet med de andre underkategoriene, og slått sammen fordi klassifiseringen er basert på videodata der strømstyrke og salinitet ikke er observerbart

Tabell 2. Biotopklasser (forts.).

8	Sandbunn uten sollys (afotisk)	Rørbyggende mangebørstemark, trollhummer, sjøstjerner og slangestjerner	Fin til grov sand, skjellsand og korallgrus	M 12.1, M 12.3, M 12.4	Disse underkategoriene ble valgt siden de er tydelig annerledes (kornstørrelse og organismer) sammenlignet med de andre underkategoriene, og slått sammen fordi klassifiseringen er basert på videodata der strømstyrke og salinitet ikke er observerbart
9	Grusbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, trollhummer og mosdyr	Grusbunn i den afotiske sonen	M 12.2	Disse underkategoriene ble valgt siden de er tydelig annerledes (kornstørrelse og organismer) sammenlignet med de andre underkategoriene, og slått sammen fordi klassifiseringen er basert på videodata der strømstyrke og salinitet ikke er observerbart
10	Løsbunn med sollys (eufotisk)	Skjellrygger, sjøpølser, slangestjerner, rørbyggende og frittlevende mangebørstemark	Mudderbunn i den eufotiske sonen	M15.1, M15.2	Disse underkategoriene ble valgt siden de er tydelig annerledes (kornstørrelse og organismer) sammenlignet med de andre underkategoriene, og slått sammen fordi klassifiseringen er basert på videodata der strømstyrke og salinitet ikke er observerbart
11	Løsbunn uten sollys (afotisk)	Svamper, trollhummer, rørbyggende mangebørstemark, reker, sjøstjerner og slangestjerner	Mudderbunn i den afotiske sonen	M 14.2	Denne underkategorien ble brukt som en egen klasse siden den er tydelig forskjellig fra den andre M14-underkategorien
12	Løsbunn med periodisk oksygenmangel (anoksisk)	Mangebørstemark og noen sjøstjerner og slangestjerner	Periodevis anoksisk mudderbunn i den eufotiske og afotiske sonen	M 14.1	Denne underkategorien ble brukt som en egen klasse siden den er tydelig forskjellig fra den andre M14-underkategorien

3.2 Terrengvariabler

Med utgangspunkt i multistråledata er det mulig å generere en rekke kvantitative terrengvariabler, eller datasett som beskriver ulike havbunnsegenskaper som skråning, terrengvariasjon, orientering og lignende. Disse egenskapene kan i visse tilfeller ha direkte innvirkning på utbredelsen av bentisk fauna, men vil oftere kunne brukes i statistisk modellering som erstatninger (”proxyvariabler”) for eventuelle kilder til faunavariasjon som vi ikke har direkte informasjon om. Dolan et al. (2012) og Wilson et al. (2007) gir detaljerte beskrivelser av hvilke terrengvariabler som normalt kan utledes fra multistråledata. Ved å variere dybdedatasettets oppløsning og/eller størrelsen på analysevinduet kan en generert terrengvariabel skreddersys til å fange opp variasjon i ulike målestokker.

Tabell 3 viser alle terrengvariabler som ble vurdert for bruk i biotopmodellering i studieområdet (kun de variablene som viste seg å ha størst relevans for biotopvariasjon ble brukt i den endelige modellen). For å unngå tap av data i kystnære områder var det nødvendig å begrense størrelsen på analysevinduet til 9x9 rasterpiksler, tilsvarende 225x225 m (eksempler på slikt datatap finnes i Dolan, 2012).

Tabell 3. Oversikt over terrengvariabler generert fra multistråledata.

Type variabel	Terrengvariabel	Analysevindu	Metode
Dybde	Batymetri		Originaldata
Akustisk bunnreflektivitet	Backscatter		Originaldata
Skråning	Skråning	n = 3, 9. Multiskala (ms): 3 til 9	Landserf 3.2
Orientering av skrånende bunn	Orientering	n = 3, 9. Multiskala (ms): 3 til 9	Landserf 3.2 Konvertert til kategorisk variabel med 8 klasser (N, NØ, Ø, SØ, S, SV, V, NV)
Relativ posisjon	Gjennomsnittskurvatur	n = 3, 9.	Landserf 3.2
	Profilkurvatur	n = 3, 9. Multiskala (ms): 3 til 9	Landserf 3.2
	Plankurvatur	n = 3, 9. Multiskala (ms): 3 til 9	Landserf 3.2
Variabilitet	Rugositet	n = 3	Jenness
	Fraktaldimensjon	n = 9	Landserf
	Standardavvik av multiskala-skråning	Multiskala (ms): 3 til 9	Landserf 3.2

3.3 Oseanografiske variabler

De følgende oseanografiske variablene ble hentet fra SINTEFs strømmodell:

1. Bunnstrømmens gjennomsnittshastighet
2. Bunnstrømmens maksimumshastighet
3. Minimumstemperatur ved bunnen
4. Gjennomsnittstemperatur ved bunnen
5. Maksimumstemperatur ved bunnen

Siden en oppløsning på 25 m var ønsket i den endelige biotopmodelleringen, ble alle oseanografiske data resamplet fra 160 til 25 m. Bølgeeksponeringsmodellen fra NIVA ble levert med 25 meters oppløsning og kunne brukes til modellering direkte.

3.4 Sedimentkart og landskapskart

Fordelingen av overflatesedimenttyper i studieområdet er kartlagt som et ledd i produksjonen av marine grunnkart. Sedimentkartene er flatedekkende og høyoppløselige og er klassifisert i henhold til SOSI-standard for kornstørrelse (Bøe et al., 2010). Marine landskapstyper i studieområdet er også identifisert og kartlagt i samsvar med NiNs landskapstypeinndeling (Halvorsen et al., 2009). Både sedimenttyper og landskap ble konvertert fra vektor- til rasterdata med 25 meters oppløsning for å skulle kunne brukes som kategoriske variabler i biotopmodelleringen.

4. BIOTOPMODELLERING

For å kunne si noe om utbredelsen til ulike observerte biotoper utover de punktene som er observert, kreves en form for modellering eller annen klassifisering av data. I denne studien har vi brukt den statistiske modelleringsprogramvaren Maxent (Phillips et al., 2004), som har vist seg å være velegnet for formålet (Elith et al., 2011; 2006). Maxent har blitt et stadig mer populært verktøy for modellering av marine biotoper verden over, og brukes blant annet i framstillingen av biotopkartene som publiseres på MAREANO-prosjektets nettsider (www.mareano.no; Elvenes et al., 2012). Med Maxent modelleres hver biotop separat, og de resulterende kartene over biotopenes modellerte utbredelse kombineres til ett kart som viser hvor sannsynligheten er høyest for å finne hver enkelt biotop.

4.1 Inndata

Maxent modellerer geografisk utbredelse med utgangspunkt i klassifiserte punktdata som representerer biotop-observasjoner, kombinert med et sett av prediktorvariabler som gir flatedekkende informasjon om terreng, oseanografiske forhold, bunntype eller lignende for hele området som skal modelleres. Prediktorvariablenes verdi på de punktene der observasjoner er blitt gjort danner grunnlaget for Maxents beregning av ”egnetheten” til alle andre punkt i studieområdet. Variablene rangeres også etter relevans, noe som gjør det mulig å teste flere kombinasjoner av variabler for å vurdere hvilke som bør brukes i den endelige modellen. Maxent kan håndtere et stort antall prediktorvariabler, men siden risikoen for samkorrelasjon mellom variablene kan være stor er det sannsynlig at et representativt utvalg av variabler vil gi et riktigere modellresultat.

I denne studien ble totalt 28 variabler testet for bruk i den endelige modelleringen. Innledende undersøkelser gjorde det klart hvor mye hver av variablene påvirket modellen, både med tanke på deres statistiske relevans og det visuelle sluttresultatet. For eksempel ble både bølgeeksponering og backscatter rangert av Maxent som viktige, men begge ble utelatt fra det endelige utvalget av prediktorvariabler på grunn av problemer knyttet til artefakter og manglende dekning i deler av studieområdet (Figur 1).

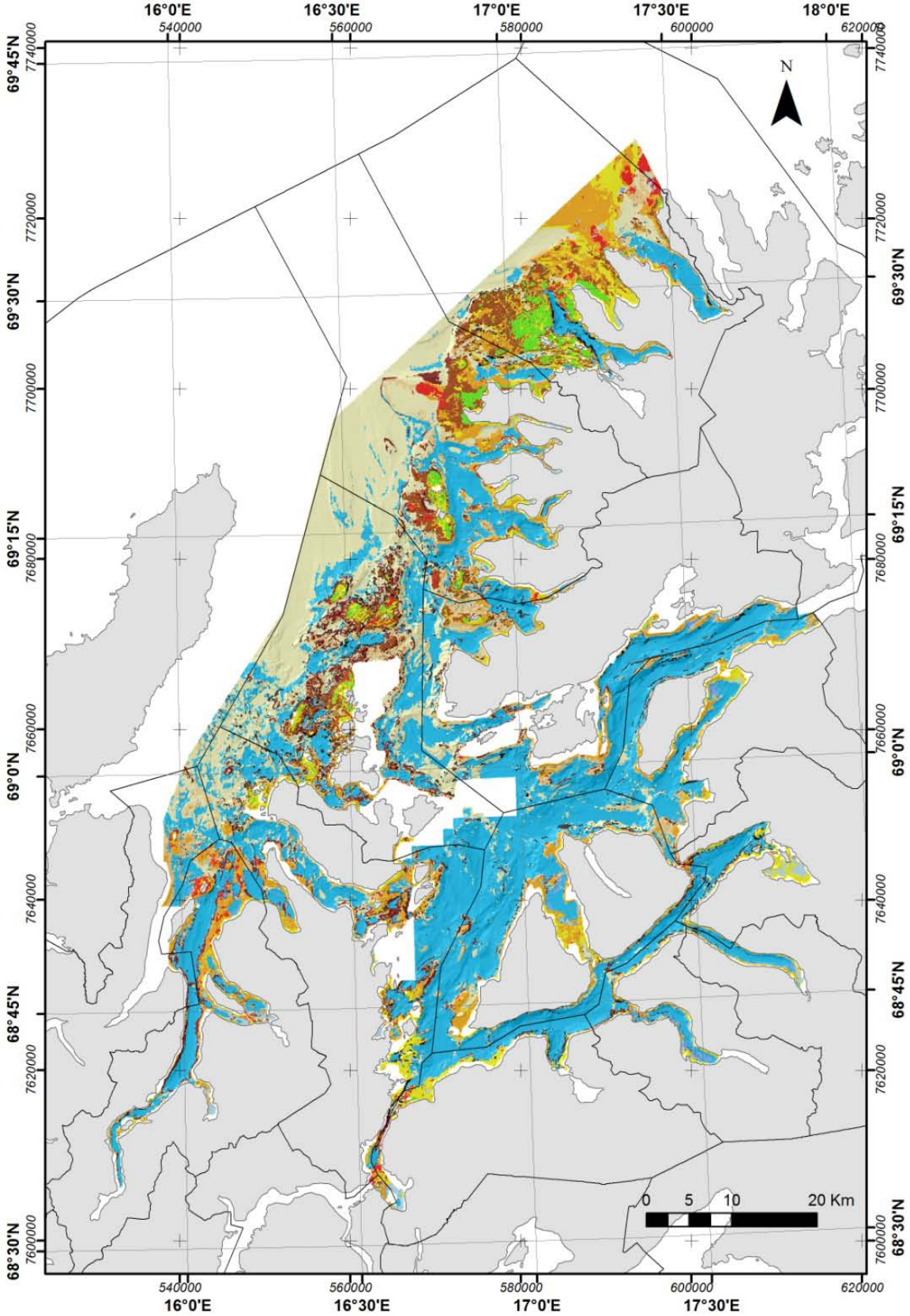
Tabell 4 viser de 14 variablene som ble brukt i den endelige modelleringen, med hver variabels innvirkning på modellresultatet uttrykt som gjennomsnittet av hvor viktig denne variabelen viste seg å være for hver biotopklasse.

Tabell 4. Oversikt over endelige prediktorvariabler og deres betydning for modellresultatet.

Prediktorvariabler	Bidrag til modellen (%)
Batymetri	37
Sedimentkornstørrelse	14
Maksimal bunnstrøm	7
Gjennomsnittstemperatur	7
Landskap	6
Minimumstemperatur	5
Maksimumstemperatur	5
Gjennomsnittlig bunnstrøm	5
Skråning (ms9)	4
Standardavvik av skråning (ms9)	4
Orientering (ms9)	2
Profilkurvatur (ms9)	2
Gjennomsnittskurvatur (ms9)	2
Plankurvatur (ms9)	1

4.2 Modellresultater

I all modellering er det vesentlig å vite om modellresultatet er pålitelig, det vil si om modellen klarer å gi et representativt bilde av de virkelige forholdene. Maxent-programvaren gir brukeren mulighet til å holde en del av observasjonspunktene utenfor modelleringsprosessen, slik at disse kan fungere som testdata for å vurdere det endelige resultatet. I denne studien ble 25 % av observasjonspunktene holdt av til modelltesting mens prosessen med utvelgelse av prediktorvariabler foregikk. Etter at vi hadde kommet fram til det settet av variabler som ga mest pålitelig modellresultat for alle biotopklasser (med ROC-AUC-verdier nær 1 - se Phillips et al., 2006) ble modelleringen gjennomført en siste gang med alle tilgjengelige data. Resultatene fra denne endelige modelleringen var individuelle kart over hver av biotopenes utbredelse, uttrykt som en egnethet mellom 0 og 1 for hver piksel. Disse kartene ble satt sammen til ett ved hjelp av ArcGIS (*Spatial analyst*) slik at hver piksel i det endelige kartet representerer den biotopklassen som har høyest sannsynlighet (best egnethet) for å forekomme der. For å bedre lesbarheten til det sammensatte kartet ble dataene filtrert noe (*Majority filter*, *Boundary clean*), og modelldata utenfor studieområdets grenser og/eller for langt fra de opprinnelige videoobservasjonene ble fjernet. Figur 5 viser det endelige, sammensatte biotopkartet i rasterformat, med tegnforklaring i Tabell 5.

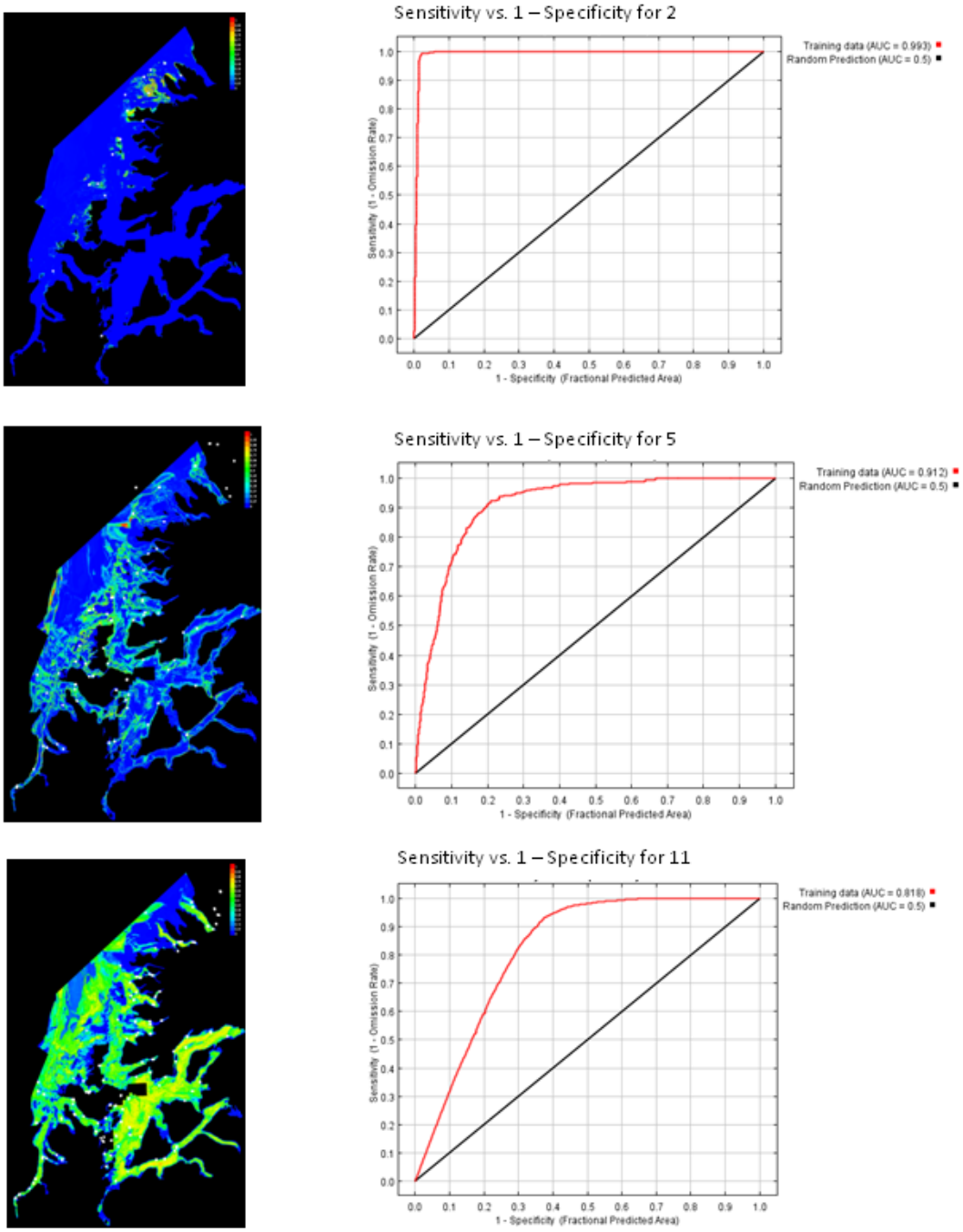


Figur 5. Sammensatt biotopkart i rasterformat (tegnforklaring i Tabell 5).

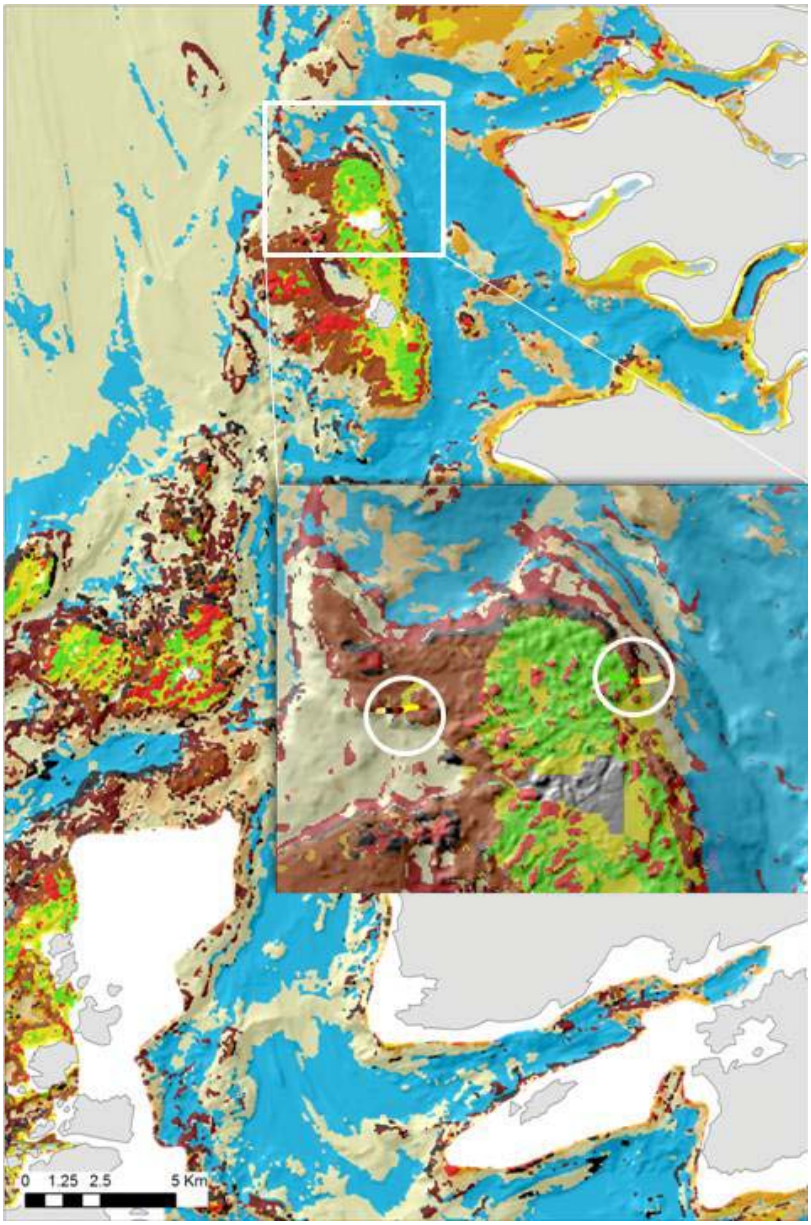
Tabell 5. Tegnforklaring til biotopkart.

Biotopklasse	Betegnelse	Vanlige organismer
1	Sterkt strømpåvirket hardbunn	Skorpedannende svamper, mosdyr og røde kalkalger
2	Tareskogsbunn	Stortare og sukkertare, sjøstjerner, skorpedannende svamper og mosdyr
3	Bergvegg	Sekkedyr, svamper og dødmannshånd
4	Hardbunn med sollys (eufotisk)	Rød-, grønn- og brunalger, skorpedannende svamper, mosdyr og fisk
5	Hardbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, mosdyr, sjøanemoner
6	Sandbunn med sollys (eufotisk)	Flyndre, sjømus, sjøstjerner og slangestjerner
7	Grusbunn med sollys (eufotisk)	Sjøpølser, sekkedyr og sjøanemoner
8	Sandbunn uten sollys (afotisk)	Rørbyggende mangebørstemark, trollhummer, sjøstjerner og slangestjerner
9	Grusbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, trollhummer og mosdyr
10	Løsbunn med sollys (eufotisk)	Skjellrygger, sjøpølser, slangestjerner, rørbyggende og frittlevende mangebørstemark
11	Løsbunn uten sollys (afotisk)	Svamper, trollhummer, rørbyggende mangebørstemark, reker, sjøstjerner og slangestjerner
12	Løsbunn med periodisk oksygenmangel (anoksisk)	Mangebørstemark og noen sjøstjerner og slangestjerner

Det sammensatte rasterkartet gir en oversikt over fordelingen av ulike biotoper i studieområdet, og det er dette kartet som konverteres til vektorformat for publisering. Likevel er det viktig å være oppmerksom på at kartet er et resultat av de individuelle utbredelsesmodellene til 12 ulike biotoper. Figur 6 viser noen eksempler på enkeltbiotopers modellresultater, og som det framgår av figuren kan biotoper være både klart geografisk avgrenset (for eksempel biotopklasse 2) og ha et vidt utbredelsesmønster som kan overlappe andre biotoper (for eksempel biotopklasse 11).



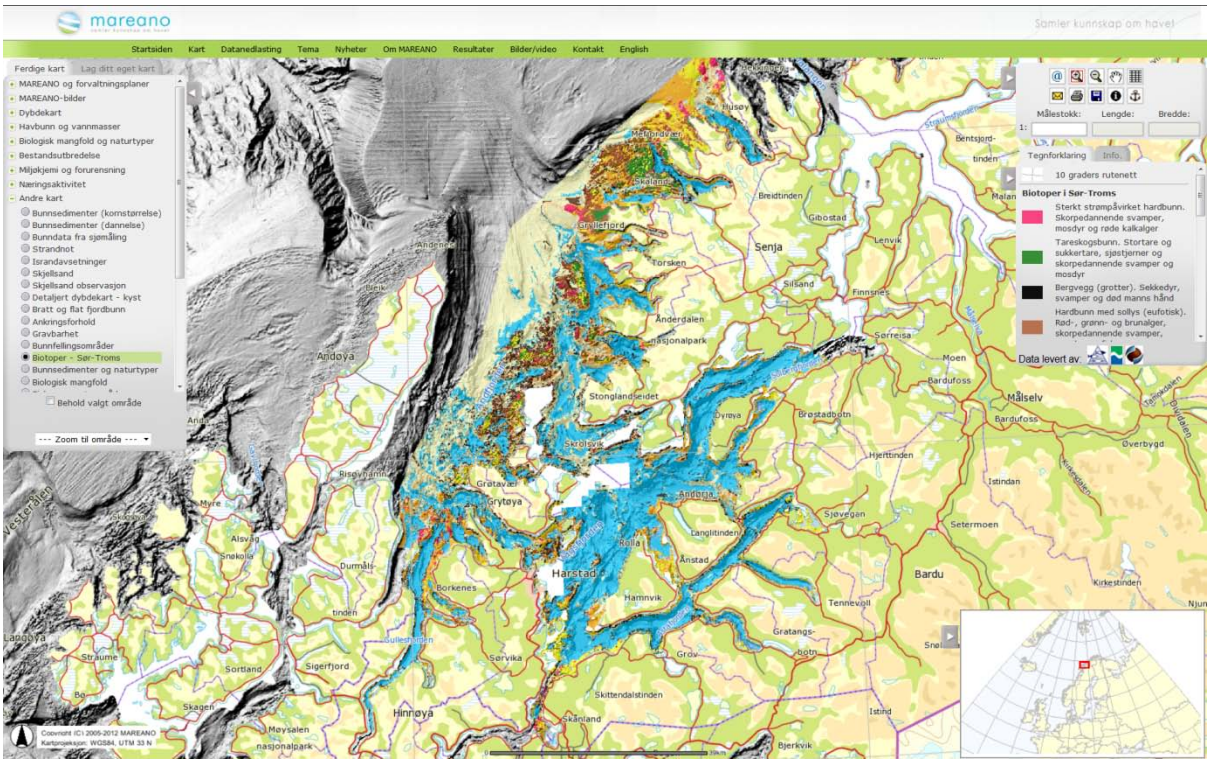
Figur 6. Eksempler på modellerte utbredelser for enkeltbiotoper, med statistisk representasjon av modellytelse. Biotopklasse 2 (tareskogbunn), biotopklasse 5 (hardbunn uten sollys) og biotopklasse 11 (løsbunn med periodisk oksygenmangel).



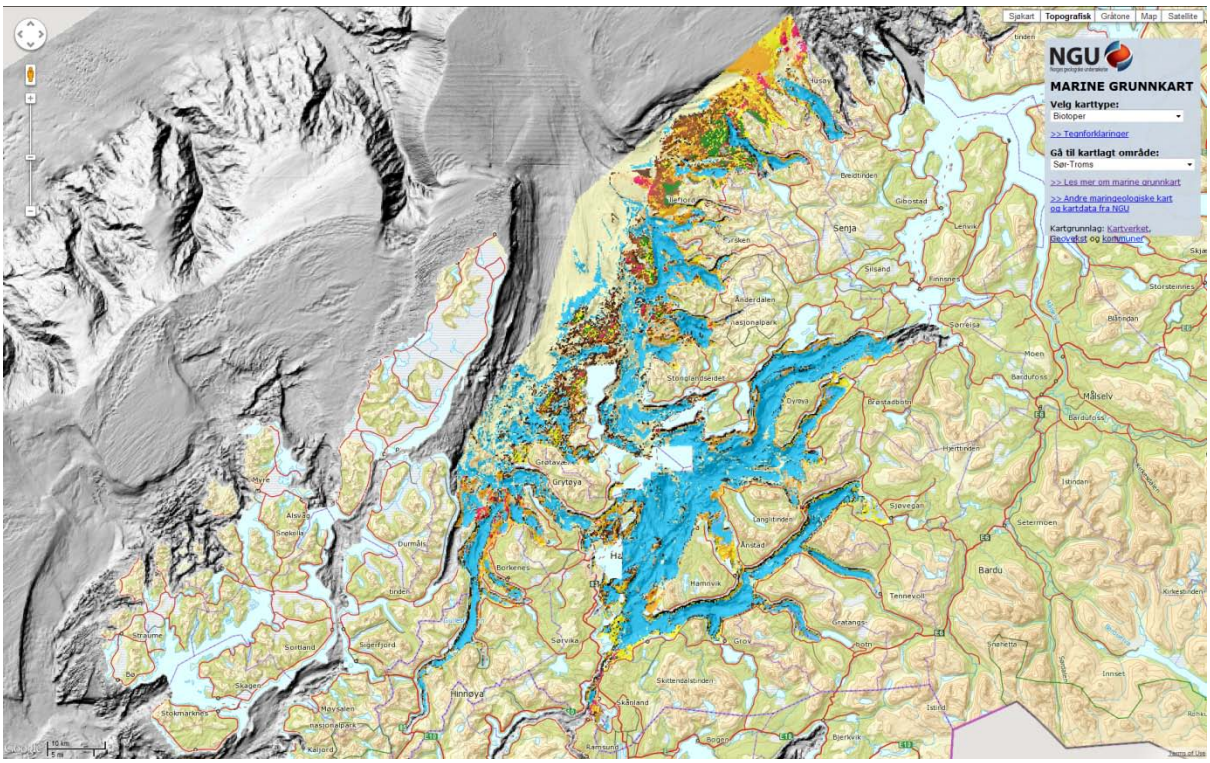
Figur 7. Forstørrede detaljer fra det sammensatte rasterkartet, med opprinnelige punktobservasjoner fra videolinjer (i hvite sirkler).

5. DIGITALISERING OG PUBLISERING AV BIOTOPKARTET

Rasterversjonen av kartet over marine biotoper i Sør-Troms ble publisert på www.mareano.no og www.ngu.no i juni 2012. Figur 8a og b viser eksempler på visualiseringen av kartet.



Figur 8a. Biotopkart i rasterformat fra www.mareano.no ("Andre kart").



Figur 8b. Biotopkart i rasterformat fra NGUs karttjeneste ("Marine grunnkart").

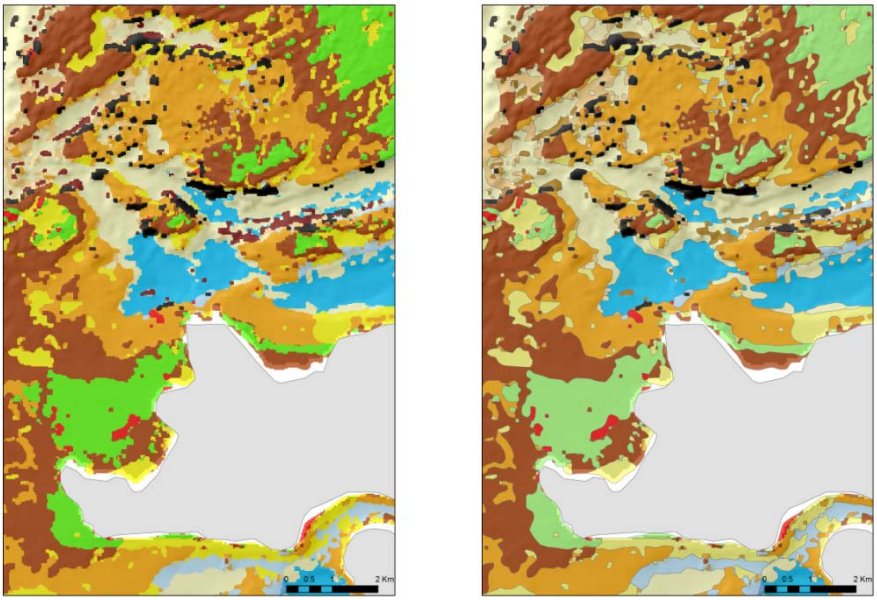
For å konvertere kartet fra raster- til vektorformat benyttet vi automatiske digitaliseringsverktøy i ArcGIS. Manuell digitalisering vil ofte være mer egnet for fremstilling av tolkede geologiske kart (se for eksempel sedimentkartet i Figur 3), men i modeller vil automatisk digitalisering sikre objektivitet og sporbarhet tilbake til det opprinnelige modellresultatet. Digitaliseringsmetoden ble nøye testet og tilpasset datasettets oppløsning og karakter slik at sluttresultatet ble en vektorpolygonfil som viser marine biotoper i målestokk 1:50 000. Dette er en høy detaljeringsgrad med utgangspunkt i et rasterdatasett med oppløsning på 25 m, men målestokken ble valgt for å beholde mest mulig av variasjonen i det opprinnelige modellresultatet. Den automatiske digitaliseringsprosessen er oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6. Oppsummering av digitaliseringsprosessen.

Trinn	Formål	Metode
1	Valg av metode	ArcGIS Conversion Tools: Raster to Polygon
2	Fjerne polygoner som er for små for et kart i målestokk 1:50 000	ArcGIS (ArcInfo) Data Management Tools: Slett alle polygoner mindre enn 2500 m^2 (kvadratet av 50 m, som er minimumsstørrelse for objekter som kan representeres i 1:50 000)
3	Forenkle polygoner	ArcGIS Cartography Tools: Forenkle polygoner ved hjelp av Bend Simplify-algoritmen, med grunnlinje (baseline) = 50 m og minimumsareal = 2500 m^2. Velg Resolve errors for å unngå topologiske feil
4	Gjenta trinn 2 for å fjerne små polygoner som kan ha oppstått i trinn 3	
5	Jevne ut polygoner	ArcGIS Cartography Tools: Jevn ut polygoner ved hjelp av Paek-algoritmen, med toleransegrense = 150 m (3 x minimumstørrelsen på objekter)
6	Gjenta trinn 2 for å fjerne små polygoner som kan ha oppstått i trinn 5	
Videre prosedyre for å lage kart tilpasset trykking i målestokk 1:100 000 (Vedlegg 1)		
7	Fjerne polygoner som er for små for et kart i målestokk 1:100 000	ArcGIS (ArcInfo) Data Management Tools: Slett alle polygoner mindre enn 10 000 m^2 (kvadratet av 100 m, som er minimumsstørrelse for objekter som kan representeres i 1:100 000)

Figur 9 viser et detaljeksempel i målestokk 1:50 000 (men redusert til 30 % av egentlig størrelse) der det digitaliserte vektorbiotopkartet kan sammenlignes med rasterbiotopkartet fra samme område. Vi ser at vektorkartet har beholdt detaljeringsgraden, men at grensene mellom

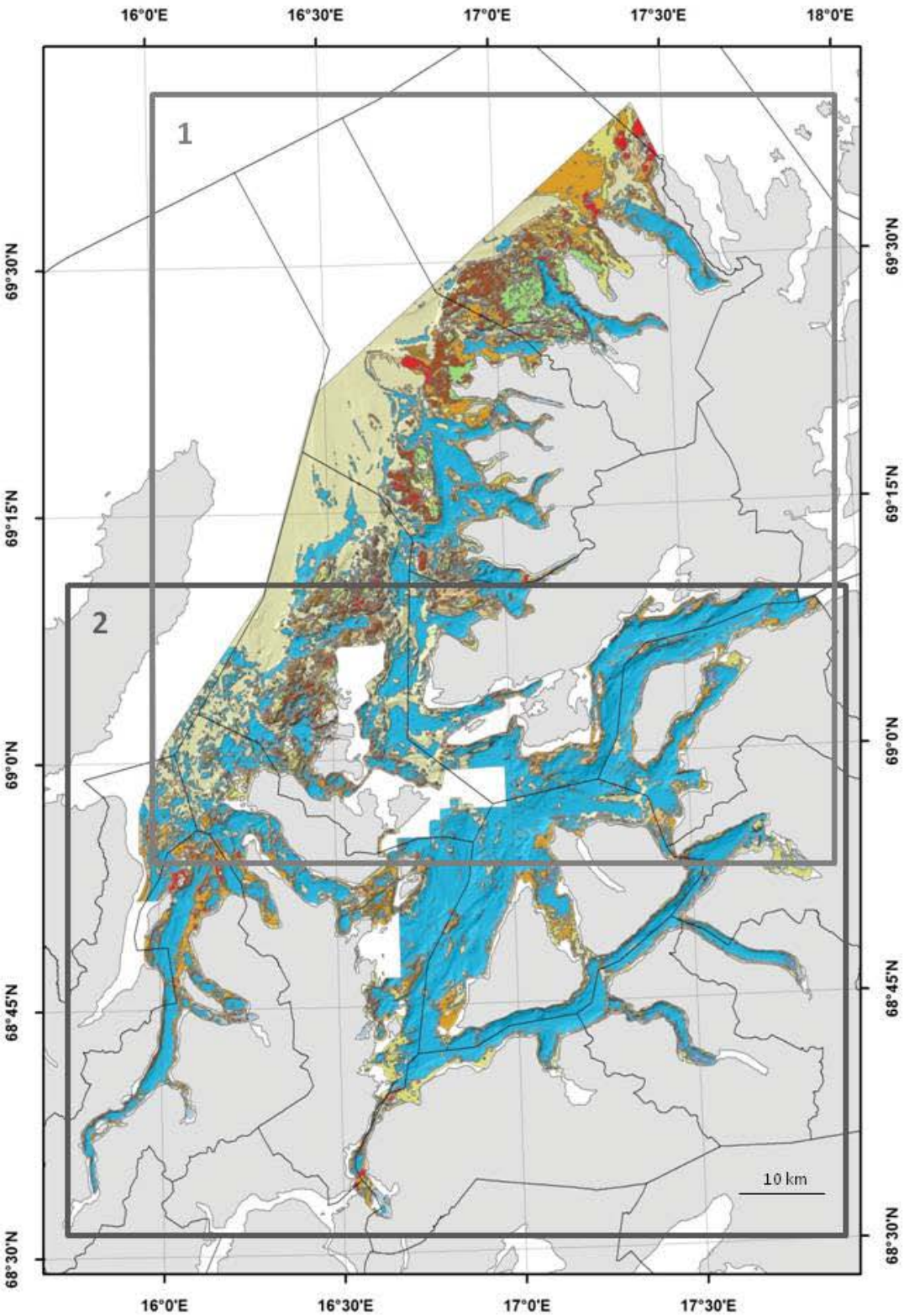
de ulike biotopene fremstår som ryddigere. Merk at de virkelige grensene mellom biotoper i naturen sjelden vil være like skarpe som kartet fremstiller dem. Dette kartet viser hvilken biotop som med størst sannsynlighet vil dominere et område, men det kan likevel godt forekomme andre fysiske og biologiske særtrekk i det samme området.



Figur 9. Detalj fra rasterversjonen (venstre) og vektorversjonen (høyre) av det marine biotopkartet fra Sør-Troms (1:50 000, redusert til 30 % av full størrelse).

I desember 2012 vil vektorkartene erstatte rasterversjonen av kartet over marine biotoper i Sør-Troms i karttjenestene på www.mareano.no og www.ngu.no.

Kartet over marine biotoper i Sør-Troms produseres også i en trykt versjon som utgjøres av to kartblad i målestokk 1:100 000. De trykte kartene viser biotopene i henholdsvis nordre og søndre del av studieområdet, og gir hver kommune en oversikt over fordelingen av biotoper i deres kyst- og havområder. Figur 10 viser kartbladinndelingen for 1:100 000-kartene, som finnes i redusert størrelse i Vedlegg 1.



Figur 10. Kartbladinndeling for biotopkart i målestokk 1:100 000 (Vedlegg 1).

6. SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer prosessen med framstilling av en modell for utbredelsen av marine biotoper i Sør-Troms. Modellresultatet inngår som en del av en serie marine grunnkart fra samme område. Biotopkartet er basert på videoobservasjoner som er klassifisert i henhold til metoder utviklet av Michelsen og Rasmussen (2012), som et ledd i Astafjordprosjektets fase 3.

Følgende leveranser er fullført:

1. Digitalt biotopkart i rasterformat (juni 2012)
2. Digitalt biotopkart i vektorformat (desember 2012)
3. Rapport om biotopmodellering (desember 2012)
4. Trykt biotopkart i vektorformat (desember 2012)

TAKK TIL

Takk til Dag Slagstad, SINTEF og Trine Bekkby, NIVA for bidrag med data fra henholdsvis strøm- og bølgeeksponeringsmodeller.

7. REFERANSER

Bekkby, T. Moy, F., 2011. Developing spatial models of sugar kelp (Saccharina latissima) potential distribution under natural conditions and areas of its disappearance in Skagerrak. Est., Coast. Shelf Sci. 95(4), 477-483.

Bekkby, T., Rinde, E., Erikstad, L., Bakkestuen, V., 2009.Spatial predictive distribution modeling of the kelp species Laminaria hyperborea. ICES J. Mar. Sci. 66, 2106-2115.

Bøe, R., Dolan, M., Thorsnes, T., Lepland, A., Olsen, H., Totland, O., Elvenes, S., 2010. Standard for geological mapping offshore. NGU report 2010.033.

Dolan, M. F. J. 2012. Calculation of slope angle from bathymetry data using GIS - effects of computation algorithms, data resolution and analysis scale. NGU Report 2012.041.

Dolan, M.F.J.; Thorsnes, T.; Leth, J.; Alhamdani, Z.; Guinan, J.; Van Lancker, V. (2012). Terrain characterization from bathymetry data at various resolutions in European waters - experiences and recommendations. NGU Report.2012.045.

Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M.S., Zimmermann, N.E., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography 29, 129-151.

Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E., Yates, C.J., 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions 17, 43-57.

Elvenes, S., Buhl-Mortensen, P.B., Dolan, M.F.J., 2012. Evaluation of alternative bathymetry data sources for MAREANO: A comparison of Olex bathymetry and multibeam data for substrate and biotope mapping. NGU Report 2012.030

Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Thorsnes, T., Ødegaard, F., 2009. Naturtyper i Norge - Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling og definisjoner. Naturtyper i Norge versjon 1.0 Artikkel 1. Artsdatabanken.

Isæus, M., 2004. Factors structuring Fucus communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doctoral thesis at the Naturvetenskapeliga Fakulteten, 165 pp. Dept. of Botany, Stockholm University.URL: www.aquabiota.se/publications/pdf/Avhandling_Isaeus.pdf.

Michelsen, H.K. og Rasmussen, T. (2012). Metoder for biologisk kartlegging i kystsonen. Astafjordprosjektet. www.astafjordprosjektet.com

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190, 231-259. http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/

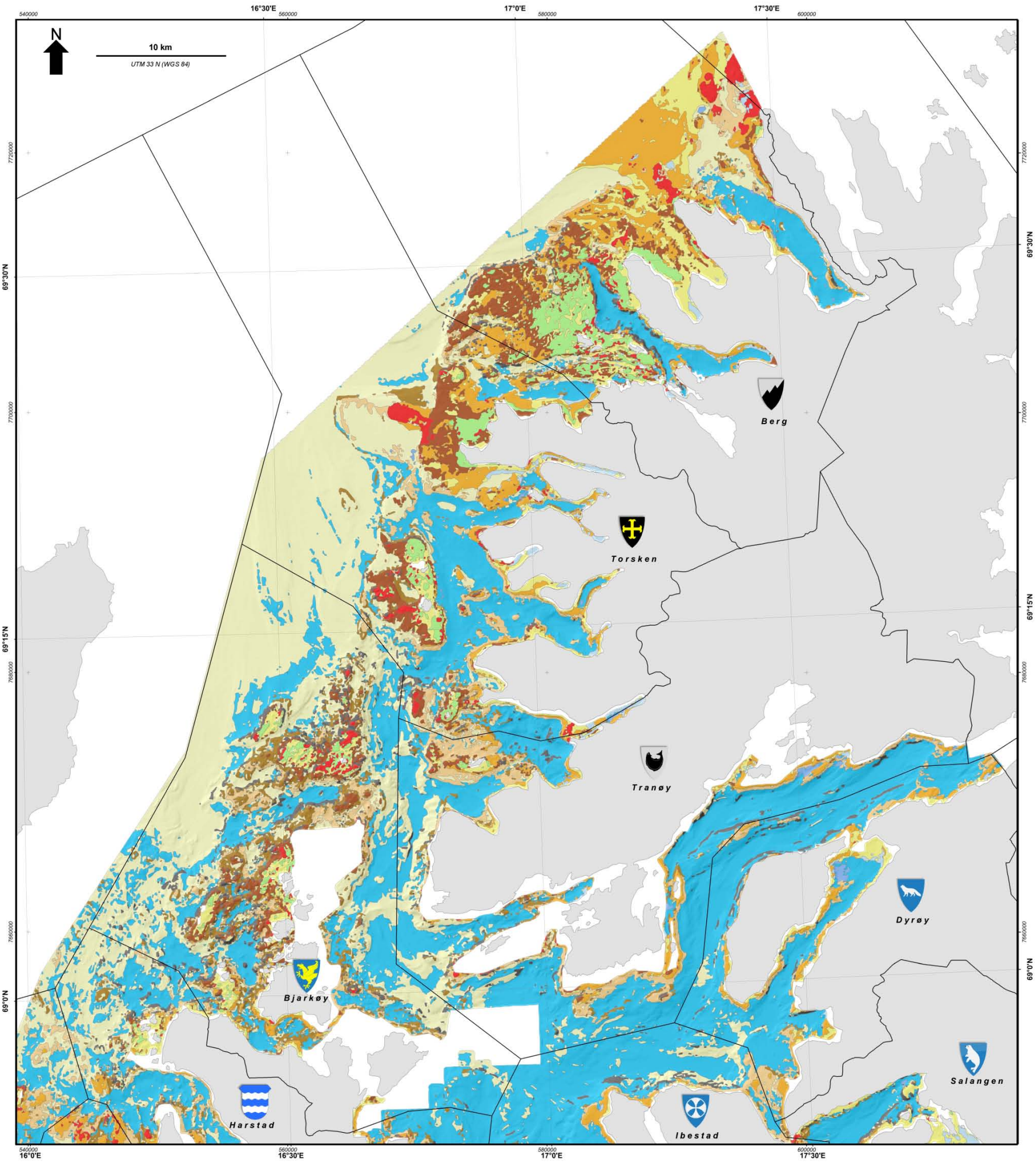
Slagstad, D., Knutsen, Ø., 2012. Modellering av strøm og vannslektspat i Sør-Troms (Malangen-Sør). SINTEF rapport A23092.

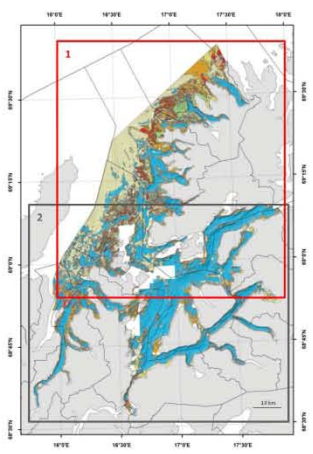
Wilson, M.F.J., O'Connell, B., Brown, C., Guinan, J.C., Grehan, A.J., 2007. Multiscale terrain analysis of multibeam bathymetry data for habitat mapping on the continental slope. Marine Geodesy 30, 3-35.

VEDLEGG

Marine biotoper, Sør-Troms. Kartblad 1, 2. M1:100 000. (*Forminsket fra A0- til A3-størrelse.*)

MARINE BIOTOPER, SØR-TROMS. *Kartblad 1. M1:100 000*





Tegnforklaring

Biotopklasse	Betegnelse	Vanlige organismer
1	Sterkt strømpåvirket hardbunn	Skorpedannende svamper, mosdyr og røde kalkalger
2	Tareskogsbunn	Stortare og sukkertare, sjøstjerner og skorpedannende svamper og mosdyr
3	Bergvegg	Sekkedyr, svamper og dødmannshånd
4	Hardbunn med sollys (eufotisk)	Rød-, grønn og brunalger, skorpedannende svamper, mosdyr og fisk
5	Hardbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, mosdyr, sjøanemoner
6	Sandbunn med sollys (eufotisk)	Flyndre, sjømus, sjøstjerner og slangestjerner
7	Grusbunn med sollys (eufotisk)	Sjøpølser, sekkedyr og sjøanemoner
8	Sandbunn uten sollys (afotisk)	Rørbyggende mangebørstemark, trollhummer, sjøstjerner og slangestjerner
9	Grusbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, trollhummer og mosdyr
10	Løsbunn med sollys (eufotisk)	Skjellrygger, sjøpølser, slangestjerner, rørbyggende og frittlevende mangebørstemark
11	Løsbunn uten sollys (afotisk)	Svamper, trollhummer, rørbyggende mangebørstemark, reker, sjøstjerner og slangestjerner
12	Løsbunn med periodisk oksygenmangel (anoksisk)	Mangebørstemark og noen sjøstjerner og slangestjerner

Biotopkartet er drapert på skyggerelieff med 50 m opplasning. Kartet må ikke brukes til navigasjon.

Marine biotoper i Sør-Troms

En biotop er et område med en bestemt sammensetning av plante- og dyrearter som lever under ensartede miljøforhold. Kartet er basert på videoobservasjoner og bestemmelse av biotopklasser beskrevet i Michelsen og Rasmussen (2012). Utbredelsen til biotopene er beregnet ved hjelp av statistisk modellering. I modelleringen brukes informasjon om blant annet dybdeforhold, terreng, bunnsedimenter, landskap, bunnstrøm og temperatur til å finne områder som tilsvarer stedene der videoobservasjonene er gjort.

Kartet viser den mest sannsynlige utbredelsen av viktige biotoper i Sør-Troms, og gir dermed et bilde av hvor vi bør finne de vanligste plante- og dyreartene. Nærmere informasjon om modellering finnes i Dolan et al. (2012). Kartet er ett av flere kart i Marine grunnkart Sør-Troms-serien som ble laget av NGU under Astafjordprosjektet (*www.astafjordprosjektet.com*). Dette og andre kart er tilgjengelig på *www.mareano.no* (under Andre kart) og på NGUs nettsider (*www.ngu.no/no/hm/Hav-og-kyst/Havbunn/Kyst-og-fjorder/Marine-grunnkart/*).

Referanser:

Michelsen, H.K. og Rasmussen, T. (2012). Metoder for biologisk kartlegging i kystsonen. Astafjordprosjektet. www.astafjordprosjektet.com.

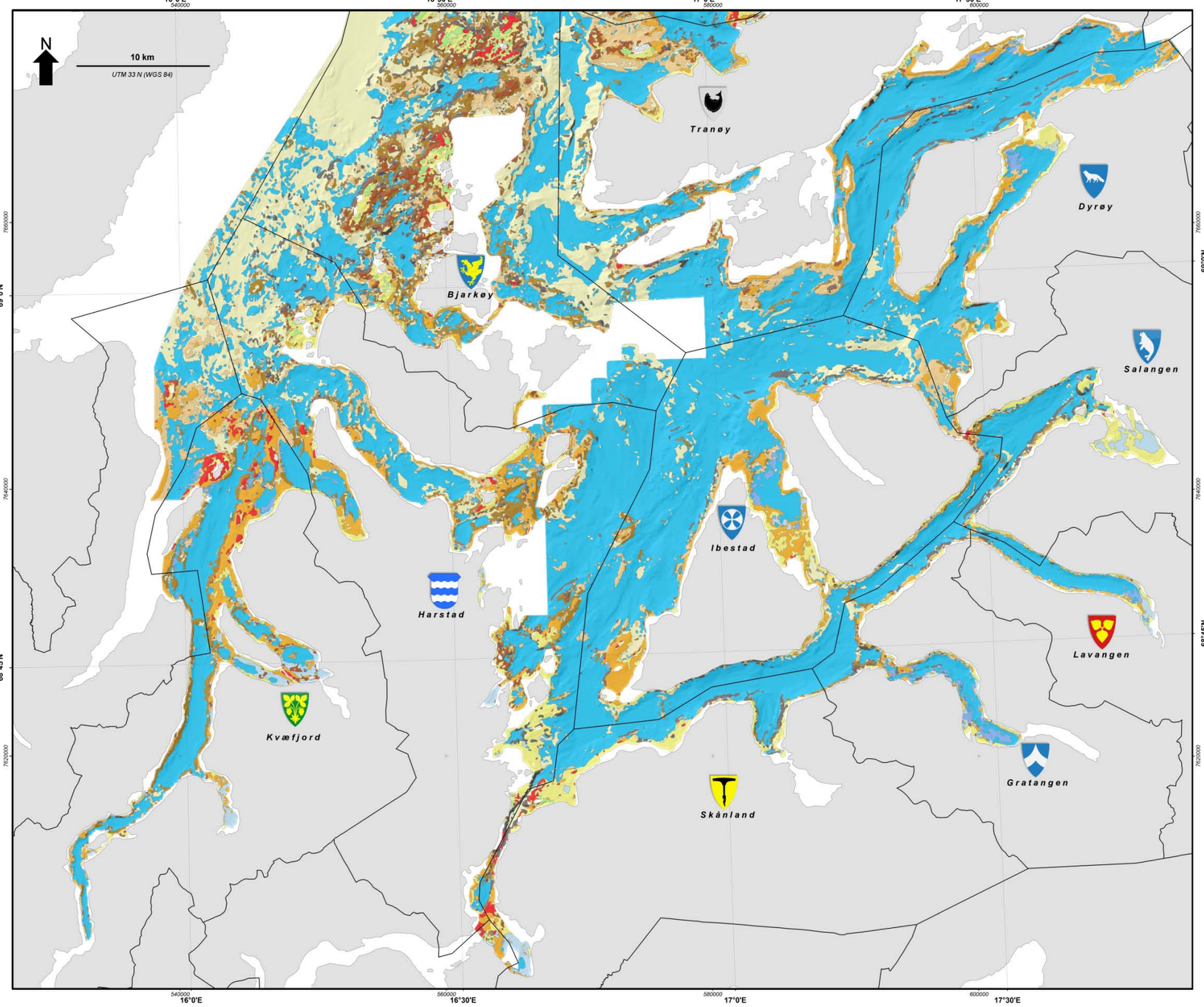
Dolan, M.F.J., Elvenes, S., Plassen, L., Lepland, A., Selboskar, O.H., Michelsen, H.K., Rasmussen, T., Longva, O. og Arvesen, B. (2012). Marine grunnkart i Sør-Troms: Rapport om biotopmodellering. NGU-rapport 2012.070. Norges geologiske undersøkelse.

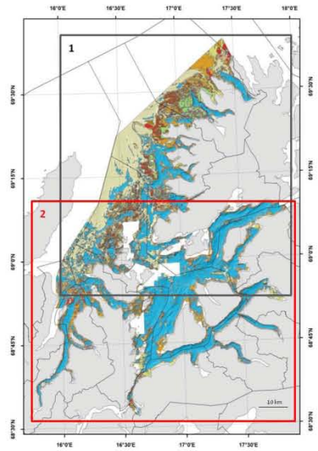
Referanse til kartet: Dolan, M.F.J., Plassen, L., Elvenes, S. Rasmussen, T., Michelsen, H.K., Longva, O. (2012). *Biotoper, Sør-Troms. Kartblad 2. M 1:100 000.* Norges geologiske undersøkelse.

TROMS fylkeskommune
ROMSSA fylkkasuohkan

NGU
Norges geologiske undersøkelse

MARINE BIOTOPER, SØR-TROMS. *Kartblad 2. M1:100 000*





Tegnforklaring

Biotopklasse	Betegnelse	Vanlige organismer
1	Sterkt strømpåvirket hardbunn	Skorpedannende svamper, mosdyr og røde kalkalger
2	Tareskogsbunn	Stortare og sukkertare, sjøstjerner og skorpedannende svamper og mosdyr
3	Bergvegg	Sekkedyr, svamper og dødmannshånd
4	Hardbunn med sollys (eufotisk)	Rød-, grønn og brunalger, skorpedannende svamper, mosdyr og fisk
5	Hardbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, mosdyr, sjøanemoner
6	Sandbunn med sollys (eufotisk)	Flyndre, sjømus, sjøstjerner og slangestjerner
7	Grusbunn med sollys (eufotisk)	Sjøpølser, sekkedyr og sjøanemoner
8	Sandbunn uten sollys (afotisk)	Rørbyggende mangebørstemark, trollhummer, sjøstjerner og slangestjerner
9	Grusbunn uten sollys (afotisk)	Svamp, sekkedyr, trollhummer og mosdyr
10	Løsbunn med sollys (eufotisk)	Skjellrygger, sjøpølser, slangestjerner, rørbyggende og frittlevende mangebørstemark
11	Løsbunn uten sollys (afotisk)	Svamper, trollhummer, rørbyggende mangebørstemark, reker, sjøstjerner og slangestjerner
12	Løsbunn med periodisk oksygenmangel (anoksisk)	Mangebørstemark og noen sjøstjerner og slangestjerner

Biotopkartet er drapert på skyggerelieff med 50 m oppløsning. Kartet må ikke brukes til navigasjon.

Marine biotoper i Sør-Troms

En biotop er et område med en bestemt sammensetning av plante- og dyrearter som lever under ensartede miljøforhold. Kartet er basert på videoobservasjoner og bestemmelse av biotopklasser beskrevet i Michelsen og Rasmussen (2012). Utbredelsen til biotopene er beregnet ved hjelp av statistisk modellering.

I modelleringen brukes informasjon om blant annet dybdeforhold, terreng, bunnsedimenter, landskap, bunnstrøm og temperatur til å finne områder som tilsvarer stedene der videoobservasjonene er gjort.

Kartet viser den mest sannsynlige utbredelsen av viktige biotoper i Sør-Troms, og gir dermed et bilde av hvor vi bør finne de vanligste plante- og dyreartene. Nærmere informasjon om modellering finnes i Dolan et al. (2012)

Kartet er ett av flere kart i Marine grunnkart Sør-Troms-serien som ble laget av NGU under Astafjordprosjektet (*www.astafjordprosjektet.com*). Dette og andre kart er tilgjengelig på *www.mareano.no* (under Andre kart) og på NGUs nettsider (*www.ngu.no/no/hm/Hav-og-kyst/Havbunn/Kyst-og-fjorder/Marine-grunnkart/*).

Referanser:

Michelsen, H.K. og Rasmussen, T. (2012). Metoder for biologisk kartlegging i kystsonen. Astafjordprosjektet. www.astafjordprosjektet.com

Dolan, M.F.J., Elvenes, S., Plassen, L., Lepland, A., Selboskar, O.H., Michelsen, H.K, Rasmussen, T., Longva, O. og Arvesen, B. (2012). Marine grunnkart i Sør-Troms: Rapport om biotopmodellering. NGU-rapport 2012.070. Norges geologiske undersøkelse.

Referanse til kartet: Dolan, M.F.J., Plassen, L., Elvenes, S. Rasmussen, T., Michelsen, H.K., Longva, O. (2012). *Biotoper, Sør-Troms. Kartblad 2. M 1:100 000.* Norges geologiske undersøkelse.

TROMS fylkeskommune
ROMSSA fylkkasuohkan

NGU
Norges geologiske undersøkelse