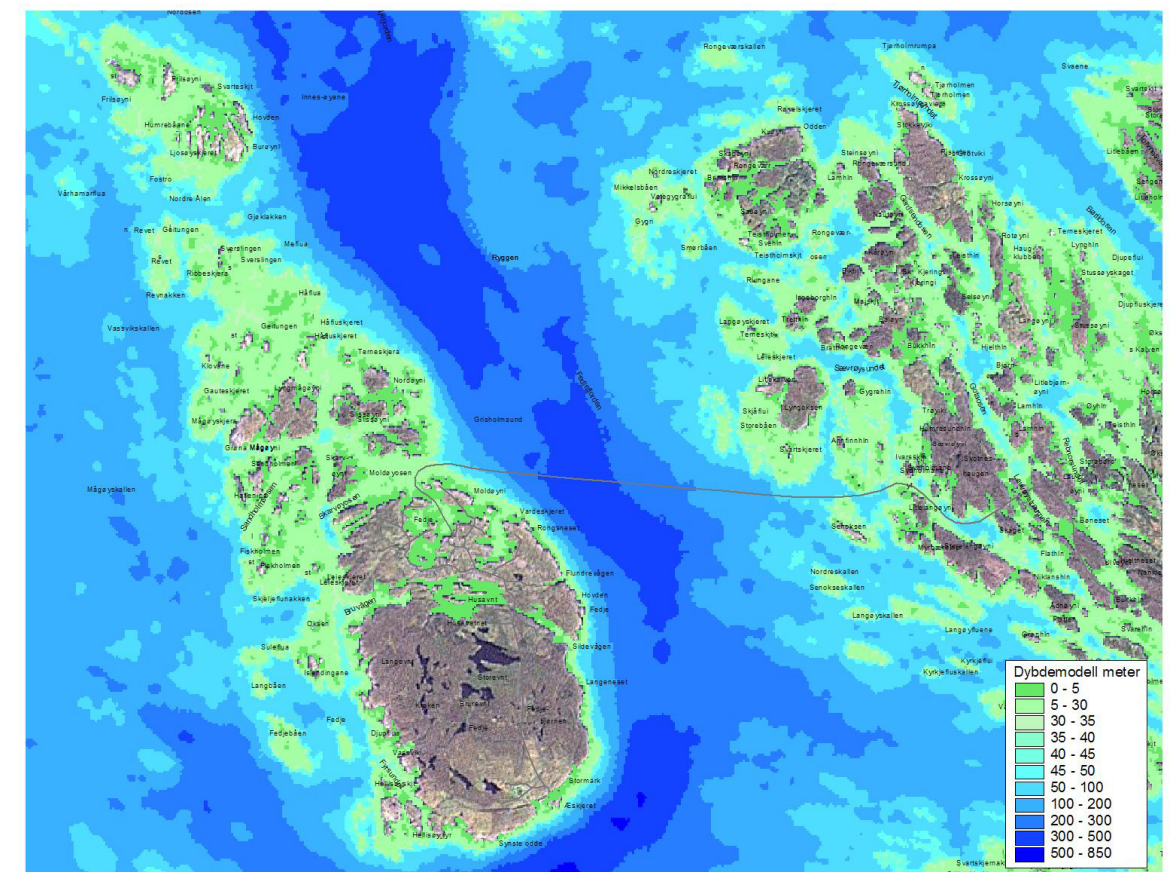




RAPPORT LNR 4779-2004

GIS analyse av eigna sjøbotnareal til havbeite for kamskjel og analyse av interesseremotsetnader

Delprosjekt i "Havbruksanalyse Hordaland".



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel GIS analyse av eigna sjøbunnsareal til havbeite for kamskjel og analyse av interesseområder. Delprosjekt i "Havbruksanalyse Hordaland".	Løpenr. (for bestilling) 4779-2004	Dato Januar 2004	
	Prosjektnr. Undernr. 23530	Sider 27	Pris
Forfatter Inge Døskeland	Fagområde GIS	Distribusjon FRI	
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA 2005	

Oppdragsgjevar Hordaland fylkeskommune. Agnes Mowinkelsgt. 5., 5020 Bergen	Oppdragsreferanse Siri Hanson
---	----------------------------------

Samandrag Det er planlagt etablert anlegg for semiekstensivt havbeite med kamskjel i botnkultur i Hordaland. NIVA har i den samanheng utført ei GIS analyse for å identifisere område som tilfredsstiller gitte djupne- og hellingskrav. Djupne og helling er modellert i størsteparten av fylket med 25 meter oppløysing. Det er til saman identifisert og kartfesta areal på 357,6 km ² i djupneintervallet 5 – 30 meter med mindre enn 15 grader helling i modellområdet. Gjennomsnittleg lokalitetsstorleik er på 16,7 dekar. Samtlege modellar og basiskart er produsert i digital form for vidare bearbeiding. Analysen kan ikkje konkludere med kor godt eigna lokalitetane vil vere for kamskjeldyrking. Til det trengst vidare analysar og undersøkingar i felt som tek omsyn til fleire lokaliseringfaktorar som t.d. eksponering, salinitet og substrat.

Fire norske emneord 1. Kamskjel 2. GIS analyse 3. Lokalisering 4. Hordaland	Fire engelske emneord 1. Great scallop 2. GIS analysis 3. Shell farm siting 4. Hordaland
---	--



Inge Døskeland

Prosjektleder



Dominique DURAND

Forskningsleder



Ansvarlig

ISBN 82-577-4455-7

**GIS analyse av eigna sjøbunnsareal til havbeite
for kamskjel og analyse av interesseområder.**

Delprosjekt i "Havbruksanalyse Hordaland".

Føreord

Hordaland fylkeskommune HFK ynskjer å produsere kartdata som verkty for skjelnæringa ved søknad om konsesjon for havbeite for kamskjel. Vidare er det eit ynskje å betre kommunane sitt datagrunnlag for å leggje til rette for planmessig bruk av sjøområda for akvakultur.

NIVA vestlandsavdelinga utarbeidde i august 2003 metodikk og ein djupnemodell for eit pilotområde i Nordhordland i samband med kartlegging av marint biologisk mangfald for DN. Metodikken ligg til grunn for dette arbeidet.

Basert på skriftleg tilbod frå NIVA datert 8. sept 2003, samt presentasjon av djupnemodell og metode i møte 4. og 9. september, vart det gjeve aksept på oppstart av prosjektet 11. september. Kontaktperson i Hordaland fylkeskommune har vore Siri Hanson.

Fylkeskommunen presiserte følgjande: ”Prosjektet er eit pilotprosjekt og ein test på bruk av GIS-analyse som tilnærming i arbeid med ein fylkesdekkjande havbruksanalyse. Det er føresett at HFK skaffar til vege digitale djupnedata og digitale temadata. Prosjektet bygg på nye metodar og til dels usikre data. Vi ynskjer difor eit tilleggspunkt som gjeld evaluering slik at resultata betre kan nyttast i vidare arbeid med havbruksanalyse.”

Takk til alle involverte!

Bergen, januar 2004

Inge Døskeland

Innhald

Samandrag	5
Summary	6
1. Innleiing	7
1.1 Bakgrunn og målsetting	7
2. Metode	9
2.1 Datagrunnlag	9
2.2 Bearbeiding av kartverket sine grunnlagsdata	9
2.3 Interpolering og raster	9
3. Kort om kamskjels miljøkrav, spesielt for botndyrking	11
3.1 Lokaliseringsparametrar	11
3.2 Andre opplysningar	12
4. Resultat av GIS modell	13
4.1 Tilrettelegging av djupnemodell, grunnlagsdata for djupnemodell	13
4.2 Djupnemodell, interpolering	15
4.3 Helling	17
4.4 Evaluering av eigna areal for kamskjeldyrking	17
4.5 GIS analyse av eigna areal for kamskjeldyrking	18
4.6 Døme analyse med eksponering	20
4.7 Datakvalitet i undersøkte område	22
4.8 Påverknad frå andre bruks- og verneinteresser	24
5. Oppsummering	27
6. Litteratureferansar	28
7. Vedlegg	29

Samandrag

Hordaland fylkeskommune har i samarbeid med partnerar i næringa (kamskjeldyrkarnettverket "FRESA"), Havforskningsinstituttet og Senter for miljø og resursstudiar, starta eit arbeid for å identifisere eigna areal med omsyn til semiekstensiv dyrking av kamskjel i botnkultur etter den nye havbeiteforskrifta. Prosjektet har kartfesta og digitalisert data om 221 eigna botndyrkingsområde basert på informasjon frå næringa, lokalkjende informantar og studiar av analoge sjøkart (i denne rapporten omtalt som "bruttolista", fig. 10). Det er vidare produsert tabellar med eigenskapsinformasjon og klassifisering av kvalitet. Bruttolista er ei oversikt over potensielt eigna område for dyrking. Dette prosjektet har supplert dei kvalitative datasetta ved hjelp av digitale kartdata.

Dette er eit pilotprosjekt på bruk av GIS-analyse som tilnærming i arbeid med ein fylkesdekkjande havbruksanalyse. Prosjektet tar utgangspunkt i modellering av djupne og hellingsgrad som parameter for å identifisere eigna dyrkingsområde. For mindre område i Nordhordland er også eksponering vurdert. Hordaland fylkeskommune har stilt til rådvelde nye djupnedata frå Statens kartverk som gjennom ei interpoleringsprosess er gjort flatedekkande for størsteparten av fylket. Analysen syner på kart areala i Hordaland som både er i djupneintervallet 5 – 30 meter og har ei helling på mindre enn 15 grader. Metoden er eigna til å kvalitetssikre det allereie etablerte datasettet (bruttolista), og til å identifisere nye potensielt eigna område. Eksponeringsdata for Nordhordland er stilt til rådvelde frå NINA.

I andre del av analysen vert areala frå bruttolista samanstillt med kartfesta opplysningar om andre arealbruksinteresser som kan være til hinder for havbeiteaktiviteten. Denne informasjonen er henta frå den regionale "Arealis" databasen i Hordaland.

I tillegg til denne rapporten er leveransen i dette prosjektet nye og reviderte datasett i ESRIs geodata shape og GRID format. Desse omfattar:

- Djupnemodell, raster
- Djupne, punkt
- Område innan gitt intervall, flate
- Djupnemodell klassifisert etter kvalitet, flate
- m.fl..

Kort om resultatata:

- 1) Resultata indikerer at det finst omlag 358 km² sjøbotnområde innanfor dei modellerte områda i Hordaland som kan tilfredsstillte krav om **djupne og helling** til kamskjeldyrking.
- 2) Dei føreslåtte eigna areala i bruttolista frå Hordaland fylkeskommune reduserast frå 62 km² til 36 km² ved å korrigere for djupne- og hellingskriteria.
- 3) Analyse av overlapp mellom areala i "bruttolista" over eigna kamskjelområde, og andre arealinteresser, syner at omlag 60 av dei 221 lokalitetane vert råka. Døme på slike interesser er oppdrettskonsesjonar, naturreservat, skjelsandoptak, kommunale utslepp med meir.

Digitale kartdatasett er nå tilgjengeleg på internett på www.kart.ivest.no

Summary

Hordaland county in cooperation with industrial partners (the scallop growers network "FRESA"), the Institute of Marine Science, and the Center for Environment and Resource Studies, initiated work to identify suitable areas for the moderately intensive seabed cultivation of scallops according to new sea-farming regulations. The project surveyed and digitised data from 221 areas suitable for bottom cultivation based on information from industry, local informants and studies of analogue marine maps (in this report these constitute the list of prospective study sites, see map in Fig. 10). From these data, attribute tables and classifications based on site quality were produced. The list of prospective study sites gives an overview of the areas potentially suitable for cultivation. Through this project qualitative data have been supplemented by digital map data.

This is a pilot project in the use of GIS analyses which approximate the county-wide study of marine farming. The project began by modelling the depth and gradient parameters to identify suitable cultivation sites. Exposure was also evaluated for smaller areas in Nordhordland. The Norwegian Mapping Authority made available new bathymetric data which has been interpolated to produce a continuous surface covering most of Hordaland county. The analysis mapped areas in Hordaland which have both a depth of 5 – 30 meters and a slope of less than 15 degrees. The methodology ensured a consistent quality in the existing data set (the list of prospective sites) and in the identification of new potentially suitable sites. Exposure data for Nordhordland was made available by NINA.

In the second part of the analysis, areas from the list of prospective sites were integrated with map-based information about other land use interests which could impact sea-farming activities. This information was retrieved from the regional "Arealis" database for Hordaland.

In addition to this report, the project provides new and edited digital data sets in ESRI's geodata shape and GRID formats. These include:

- Bathymetric terrain model, raster
- Bathymetry, points
- Areas within specific depth classes, surface
- Classified terrain model based on quality, surface
- Among others

The results are summarised as follows:

- 4) There are 358 km² of submerged territory within the modelled area in Hordaland which meet the **depth** and **slope** criteria for scallop cultivation.
- 5) The suggested suitable areas defined in the initial list of prospective sites provided by Hordaland county are reduced from 62 km² to 36 km² once corrected for the depth and slope criteria.
- 6) An analysis of the overlap between the suitable sites initially identified as prospective sites and other land use interests shows that approximately 60 of the 221 locations were affected. Examples of other land use interests include hatchery concessions, nature reserves, shell sand mining, communal wastewater outflows among others.

The digital data set is accessible on-line at www.kart.ivist.no.

1. Innleiing

1.1 Bakgrunn og målsetting

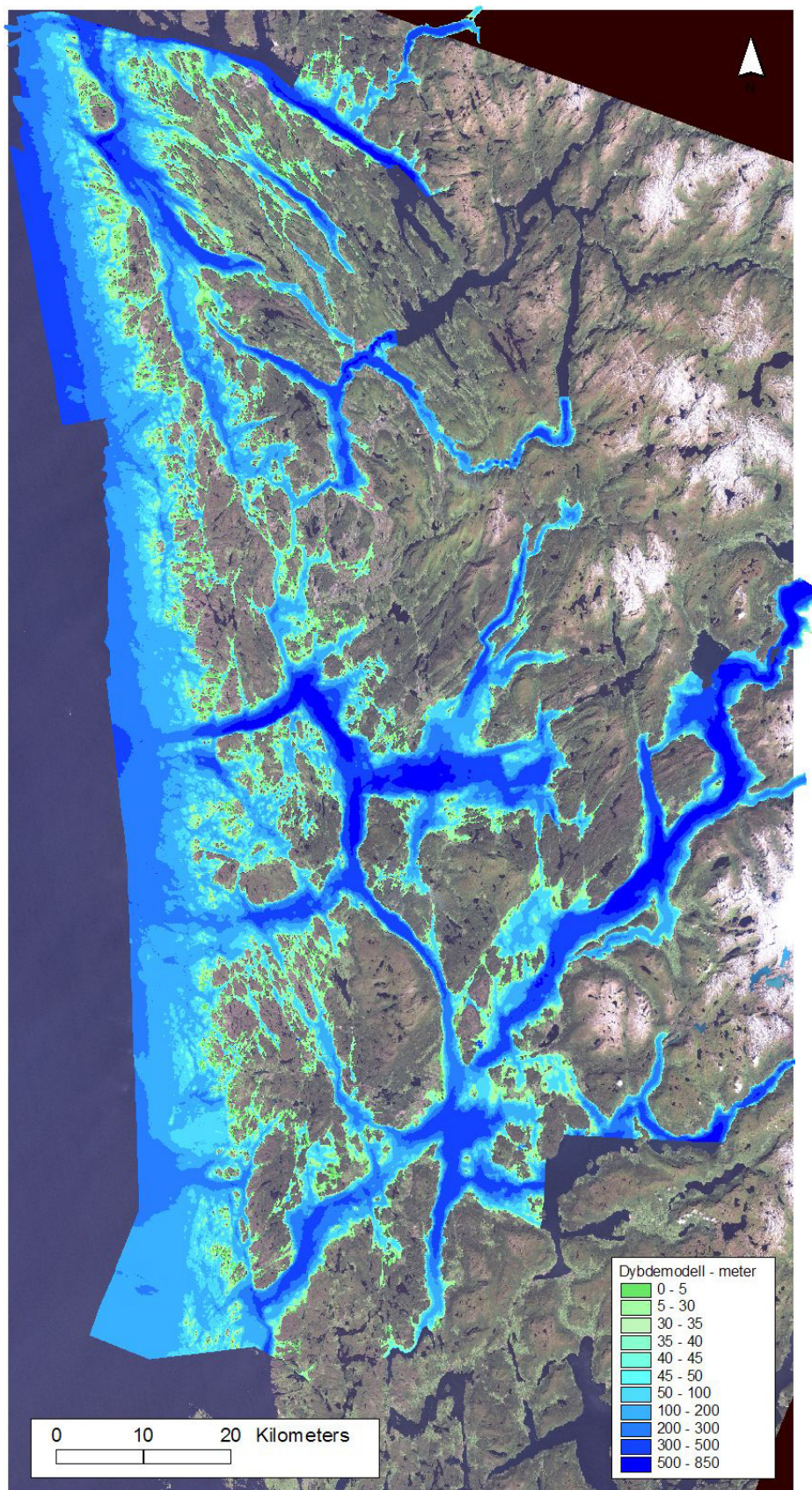
Havbeiteforskrifta vart vedteken 28. august 2003 med heimel i havbeitelova av 21. desember 2000. Havbeiteloven er innføring av eit "marint landbruk" og "marine grunneigarar". Innehavar av løyve til havbeite har einerett til gjenfangst av den utsette arten i lokaliteten. Kamskjel kan verte ein av dei første artane som vert kommersialisert i denne semiekstensive dyrkingsforma. Dyrking av kamskjel kan skje ved hjelp av utsett av små individ (2 – 5 cm) innanfor gjerdeliknande innhegningar på sjøbotn for å unngå predasjon av mellom anna krabbe. Forsøk med denne teknikken er utført med stort hell i Radøy (<http://www.mamut.com/homepages/Norway/1/18/Hellandskjell/>).

Utallige faktorar påverkar overleving, vekst og kvalitet utsett i naturlege økosystem. Dette prosjektet har som mål å prøve ut ein digital djupne- og hellingmodell, basert på sjøkartverket sine pr. dato tilgjengelege botntopografidata. Modellen vert nytta til å kvalitetssikre allereie føreslåtte eigna areal basert på lokalkunnskap og papirbaserte sjøkart, og til å identifisere tilleggsareal som tilfredsstillar gitte djupnekrav.

- Det er produsert eit nytt karttema som er ein avgrensing **innanfor** dei føreslåtte områda på bruttolista, basert på djupne- og helling kriterium gitt av prosjektet.
- Det er produsert eit nytt datasett som angir potensielle område i høve til djupne og helling **utanfor** dei føreslåtte områdene.
- Det er vidare produsert opplisting som angir kryssande interesser i de føreslåtte områdene basert på ei liste over utvalde fylkeskommunale- og "Arealis" data.

Innhaldet i prosjektet er etter diskusjon mellom Hordaland fylkeskommune og NIVA skissert som følgjer:

1. Innhente data frå Statens Kartverk for 21 kommunar
2. Konvertering, tilrettelegging av data
3. Modellkjøringar djupneinterpolering
4. Analyse helling
5. Analyse av helling og djupne, lage "overlay" datasett
6. Identifisere område med definert helling og djupne utanfor registrerte område
7. Lage "overlay" mot nærare spesifiserte "Arealistema"
8. Kartproduksjon
9. Rapport
10. Presentasjon av resultat
11. Produksjon av "flow charts" og presentasjonsmatriell



Figur 1. Oversiktskart over modellerte område i Hordaland. Målestokk ca. 1: 1 mill

2. Metode

2.1 Datagrunnlag

Det finnes ei rekke metodar til å kartlegge botntopografi og botntype. Dei ulike metodane vil variere med omsyn til tilgjenge, pris og detaljeringsgrad. Grovt sett kan dei klassifiserast for vår bruk med omsyn til:

Metode	Fordeler	Ulemper
Fjernstyrt undervassfarkost (ROV) eller dykkar	Maksimal detaljering. Video og prøver av substrat.	Kan bare dekke svært små areal. Kostbart.
Sidescannande sonar	Nøyaktige ”trinnløyse” djupnedata. Ein del sedimenttypar kan tolkast.	Kostbart å dekke større område.
Multistråleekkolodd, t.d. kartverket sine primærdata og NGU	Nøyaktige djupnedata. Ein del sedimenttypar kan tolkast.	Kostbart å dekke større område. Militære avgrensingar for bruk.
Djupnedata frå Statens kartverk	Data er etablert for nesten heile fylket. Lav pris.	Gir ikkje informasjon om sediment. Varierende kvalitet og oppløysing i ulike område.

I dette prosjektet var dekningsgrad, tilgjenge og pris på grunnlagsdatasetta avgjerande for val av metode. Andre teknikkar enn å vidareutvikle eksisterande data frå Statens kartverk ville medføre eit omfattande og tidkrevjande feltarbeid, og svært høge kostnader for leige av farty og personell. Dette prosjektet her derfor produsert ein djupnemodell med utgangspunkt i eit utval av digitale djupnedata frå hydrografiske originalkart levert frå Statens kartverk.

2.2 Bearbeiding av kartverket sine grunnlagsdata

Data vart levert kommunevis i SOSI format som linje- og punkttema. Det har vore eit mål å behalde mest mulig av kvalitetane i basisdatasettet gjennom heile analysen. Det har vidare vore eit mål å samle mest mulig punktinformasjon med djupneinformasjon for å sikre best mulige interpoleringar. Grovt skissert er den vidare bearbeidingsprosessen som følgjer.

- Samankopling av kommunedatasett til fylkesdatasett
- Fjerning av unødvendige attributt i eigenskapstabellar
- Generering av punkttema frå interpolerte djupnekurvar
- Samankopling av punkttema frå originaldatasettet og de interpolerte konturlinjene
- Fjerning av ”djupnepunkt” over 0 meter
- Fjerning av ikkje relevante punkt (eks. sjømerke, kaifrontar etc..)
- Fjerning av mangelfulle punkt (eks djupnepunkt koda med 0 meter i djupe fjordområde)
- Fjerning av punkt i områder der det er for få loddskot til å interpolere omliggande djupneflater.

2.3 Interpolering og raster

Originaldatasettet har varierende fordeling og tettleik av djupnemålingar. Basert på alle tilgjengelege djupnepunkt er det difor interpolert ei flate ved å tildele djupneverdiar til eit fast rutenett som dekker alle område. Resultatet er eit såkalla interpolert raster, eller grid tema, som er eit best mogleg anslag på djupne der data føreligg i fylket.

Overflateinterpolering bygg på ei rad anslag for å komme fram til best mulig estimat. Kor nært ein kjem dei verkelege djupneverdiane vil vere noe avhengig av tettleik av djupnemålingar, datakvalitet og

interpoleringsmetode. Uansett teknikk vil resultatene verte meir pålitelige jo fleire input punkt ein har, og jo betre dei er fordelt i høve til variasjon i topografi.

I dette prosjektet har vi valt såkalla "spline" interpolering. Metoden tilpasser ei jamt kurva flate gjennom input punkta. Eit bilete på teknikken er å tenke seg eit jamt bua "gummi ark" mellom dei målte djupneverdiane. Modellen bygger på ein formel som tar omsyn til fleire nært omliggande punkt, og samtidig generer ei flate som passerer gjennom originaldatasettet.

Metoden blir typisk brukt i høgdemodellar der ein har nokolunde jamn og forutsigbar variasjon. Metoden er mindre eigna der ein har veldig store endringar i overflata over korte distansar.

Spline metoden kan vidare avstemmast til å danne ei utjamna overflate (*regularized*), eller til å danne ei overflate som i større grad gjenspeglar variasjonen i input datasettet (*tension*). Basert på testingar og feltefaringar med modellen i Nordhordland, har vi valt "tension" varianten.

For å hindre at modellen interpolerer djup på landområde, eller i område med for lite input djupnepunkt, er det laga ei avgrensingsmaske. Vi har valt å gjere denne detaljert (10 meter cellestorleik) for å inkludere flest mogeleg djupnepunkt nær land. Maska er basert på kystkontur N50. Maska er klippa for område med for lite djupneinformasjon, og utvida forbi grunnlinja der det er djupnedata.

3. Kort om kamskjels miljøkrav, spesielt for botndyrking

Aktuelle miljøvariablar som påverkar skjelvekst, overleving etc. er intervall for eigna djup, salinitet og strøm. Imidlertid vil andre faktorar knytt til den einskilde lokaliteten kunne skape synergi- eller antagoni effektar, og dermed være styrande for kor eigna lokaliteten er totalt sett (Hovgaard m.fl. 2001).

3.1 Lokaliseringsparametrar

Havbruksanalyseprosjektet i Hordaland fylkeskommune har saman med partnerar frå UiB, HI og næringa utarbeidd eit delprosjekt med førebels oversikt "Klassifisering av bunnlokalitet egnet til havbeite med stort kamskjell (*P. maximus*)". Resultatet av delprosjektet føreligg i rapportform frå Hordaland fylkeskommune (Hordaland fylkeskommune, Havbruksanalyse Hordaland Fase1. Delprosjekt: Kartlegging av kamskjellareal. November 2003). Tabell for klassifisering av eigna område basert på utvalde parametrar ligg som vedlegg 1.

Basert på referansar i Golmen m.fl. (2003), er det i det følgjande tatt med nokre utfyllande kommentarar til lokaliseringkriteria.

Kamskjel førekjem naturleg på djup frå nokre få meter under lågvatn til over 100 meters djup. Dei trivst best frå 15-30 m der det er stabilt miljø, tilstrekkelig fødetilgang, liten grad av eksponering og fråvær av vesentlege variasjonar i temperatur eller salinitet. Kamskjelet kan ikkje lukkast hermetisk og på den måten stenge omgjevnadane ute. Difor vil kraftige variasjonar i miljøvilkåra lettare føre til stress og død enn for andre typar skjell.

Det er observert større vekst hos kamskjel i hengekultur på 8 meters djup enn på 15 meter i sommarhalvåret. Dette skuldast mest sannsynleg høgare temperatur og betre fødetilgang i øvre vassjikt. Permanent dyrking på 8 meters djup kan imidlertid føre til tap i vinterhalvåret på grunn av kulde. Analysane i dette prosjektet har tatt utgangspunkt i å identifisere areal mellom 5 – 30 meters djup. Det må understrekast at det etablerte grunnlagsdatasettet er fleksibelt og at det er lett å velje andre intervall. Djupnemodellen kan nyttast til å identifisere større botnområde i djupneintervall med høg algeproduksjon og dermed førtilgang. Likevel er det mange variablar som påverkar algekonsentrasjon og –samansetning, som ikkje er vurdert i dette prosjektet.

I følge Laing (2000) er temperaturen ein viktigare faktor for god vekst enn mattilbodet for yngel. Kamskjel oppnår i flg. litteraturen maksimal vekst ved 12-18°C. Temperaturar under 2°C gir total mortalitet mens 2-4°C gir variabel mortalitet. Prøvedyrking av kamskjel i 1994-95 synte at låge temperaturar ($T < 4^{\circ}\text{C}$) om vinteren ga høg mortalitet på skjel dyrka i 8-15 m djup. Kamskjel som var dyrka på lokalitet der minimumstemperaturen var over 4° gav god overleving. (Ref: <http://www.skjell.com>).

Temperaturen på ein lokalitet bør såleis ikkje gå under 4°C over lengre periodar. Temperaturar over 15°C førekjem forøvrig sjeldan der kamskjel veks naturleg. Det er difor ynskjeleg at data om temperatur vert nytta i vidare arbeid med modellen.

Enno viktigare er å finne lokalitetar der saliniteten ikkje blir for låg. Yngel er særleg ømfintleg for salinitet lågare enn 29- 30 (Christophersen og Strand, 2003) sjølv om den kan akklimatisere seg til å tåle lågare verdiar enn dette. Dersom ein samtidig skal halde skjela ved ein høg temperatur, er det særskild viktig å ikkje velje område frå modellen der det er risiko for store variasjonar i salinitet, som i fjordar med ferskvasstilrenning. Data om salinitet ville venteleg redusere "eigna område" ut i frå djupne og helling vesentleg.

Dessutan er det viktig at område valgt ut på grunnlag av modellen ligg i god avstand frå forureiningskjelder med utslepp til sjøen, eller eventuelt oppstrøms desse. Forureining kan gje uønska bismak på skjela, eller gje for høge konsentrasjonar i vevet av ulike stoff slik som miljøgifter.

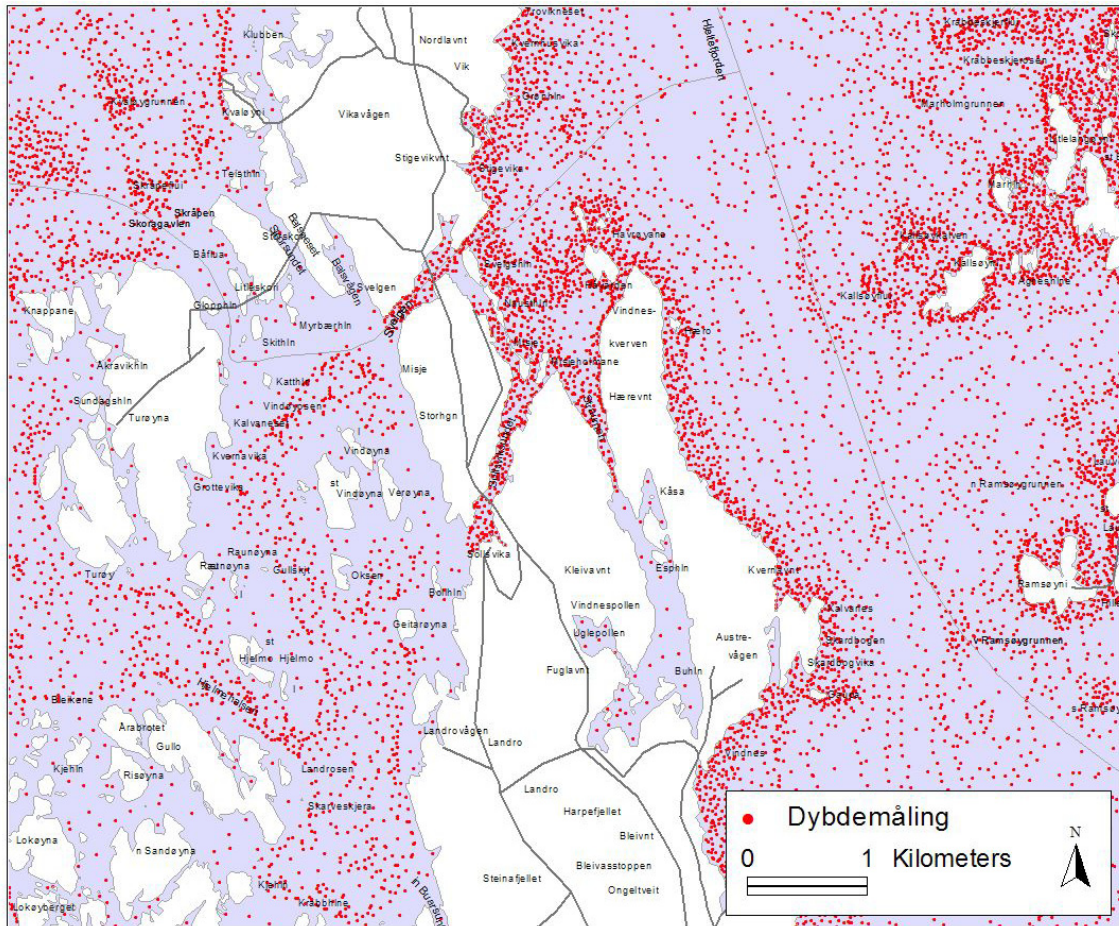
3.2 Andre opplysningar

Analysane og kartframstillingane er utført med ESRI programvare Arc View, Spatial analyst, Arc GIS og Arc Scene.

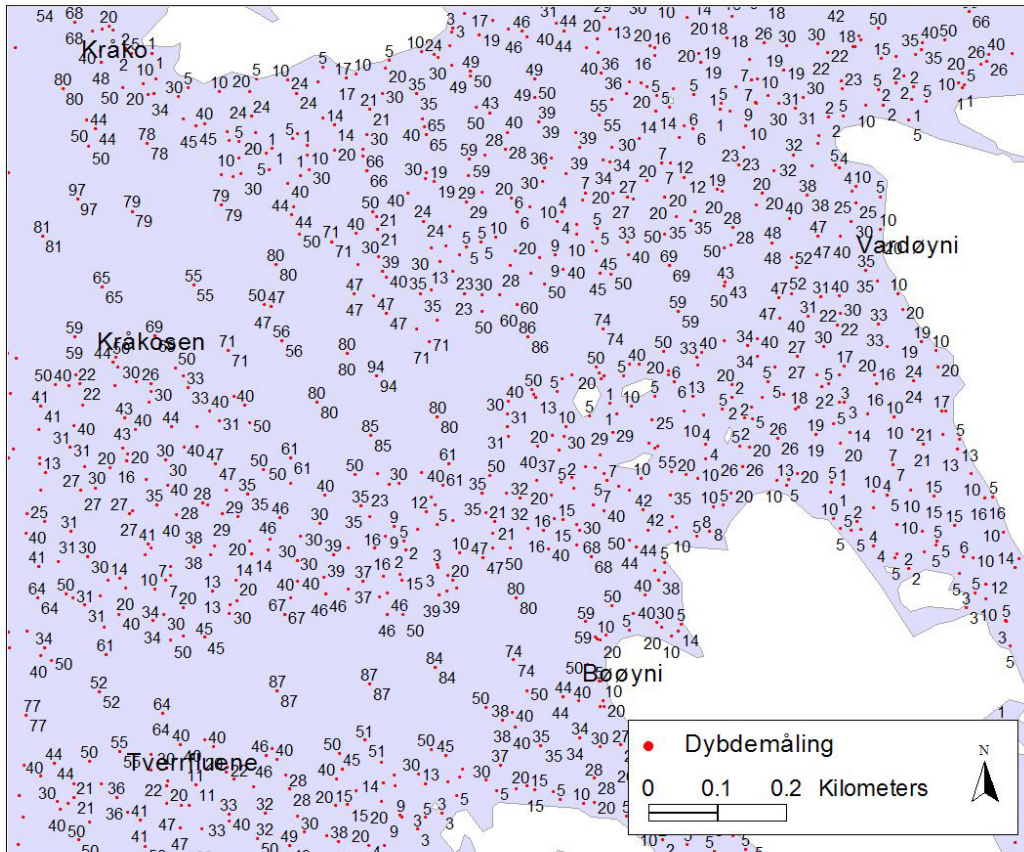
4. Resultat av GIS modell

4.1 Tilrettelegging av djupnemodell, grunnlagsdata for djupnemodell

Modellen er produsert av eit utval på 614.532 punkt med verdiar for djupne i fylket. Punkta er dels henta frå originale oppmålingar, og dels frå djupnekurver. Dei siste er omdanna til punkt ved sampling av djupneverdi i intervall med 50 meters horisontal avstand. Djupneverdiane spenner over eit intervall mellom 0,10 meter til 850 meter.

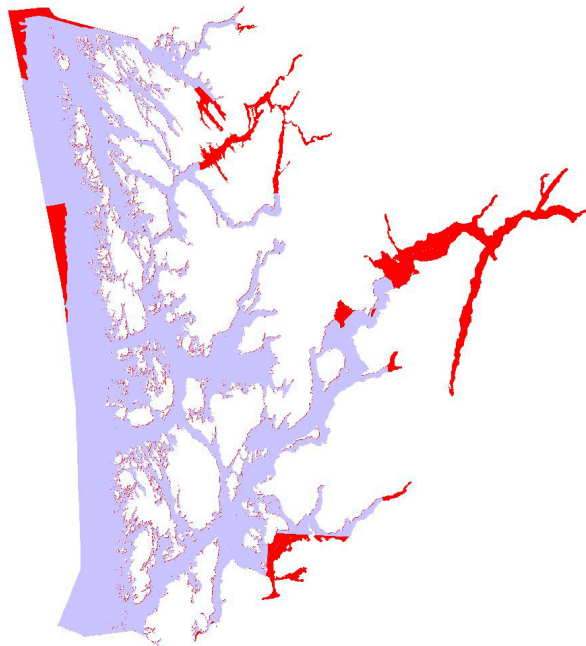


Figur 2. Døme på grunnlagsdata (punkt med djupneinformasjon) til modellen. Frå Fjell kommune nord.



Figur 3. Døme på djupnedata levert frå Statens kartverk. Målestokk ca. 1: 8.000. Frå N/V i Øygarden.

Det er varierende dekning av djupnemålingar i fylket (fig. 2 og 3). I nokre område var datasettet for mangelfullt til å produsere modell. Grensa for modellering er skjønnsmessig vurdert. Figur 4 viser kva område dekning av data vart vurdert som tilstrekkeleg til å produsere interpolert rastermodell.



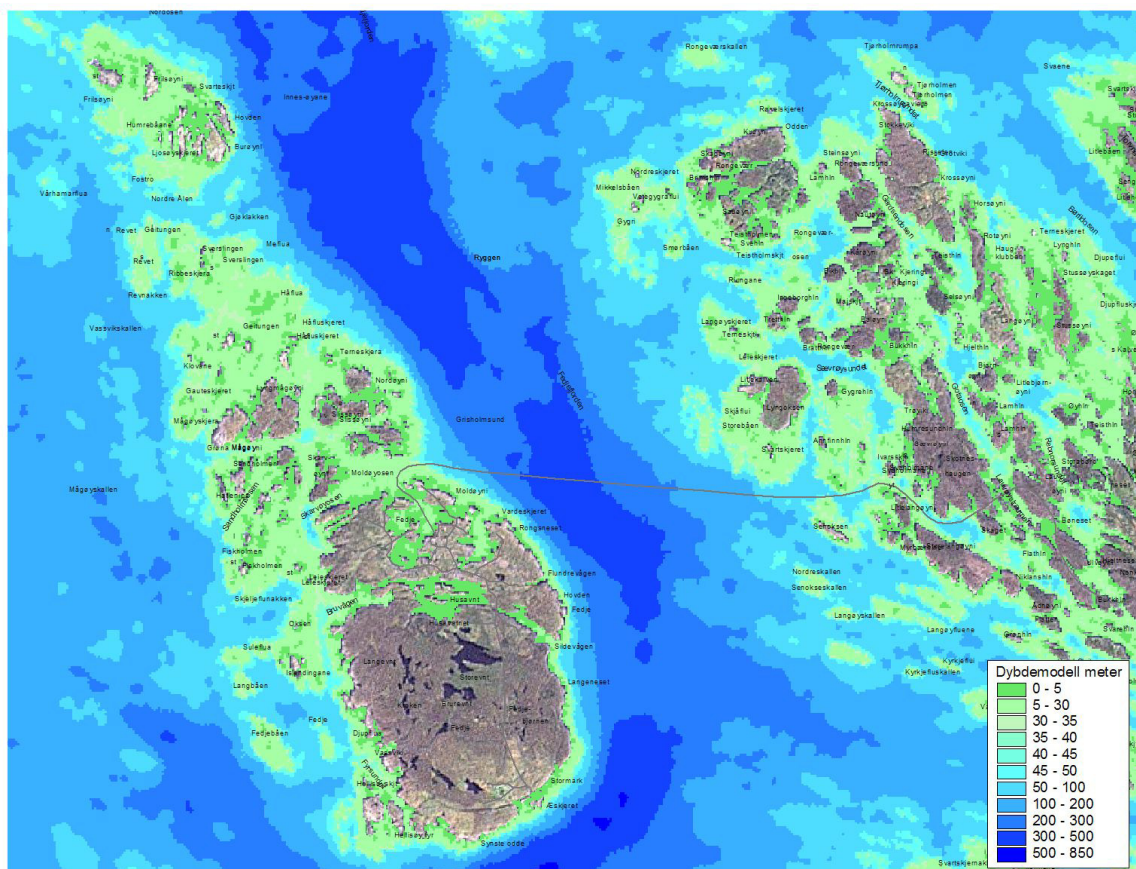
Figur 4. Hordaland, med geografisk utstrekning av modellområde. Raude område er **ikkje** modellert. Målestokk ca. 1: 1,5 mill.

4.2 Djupnemodell, interpolering

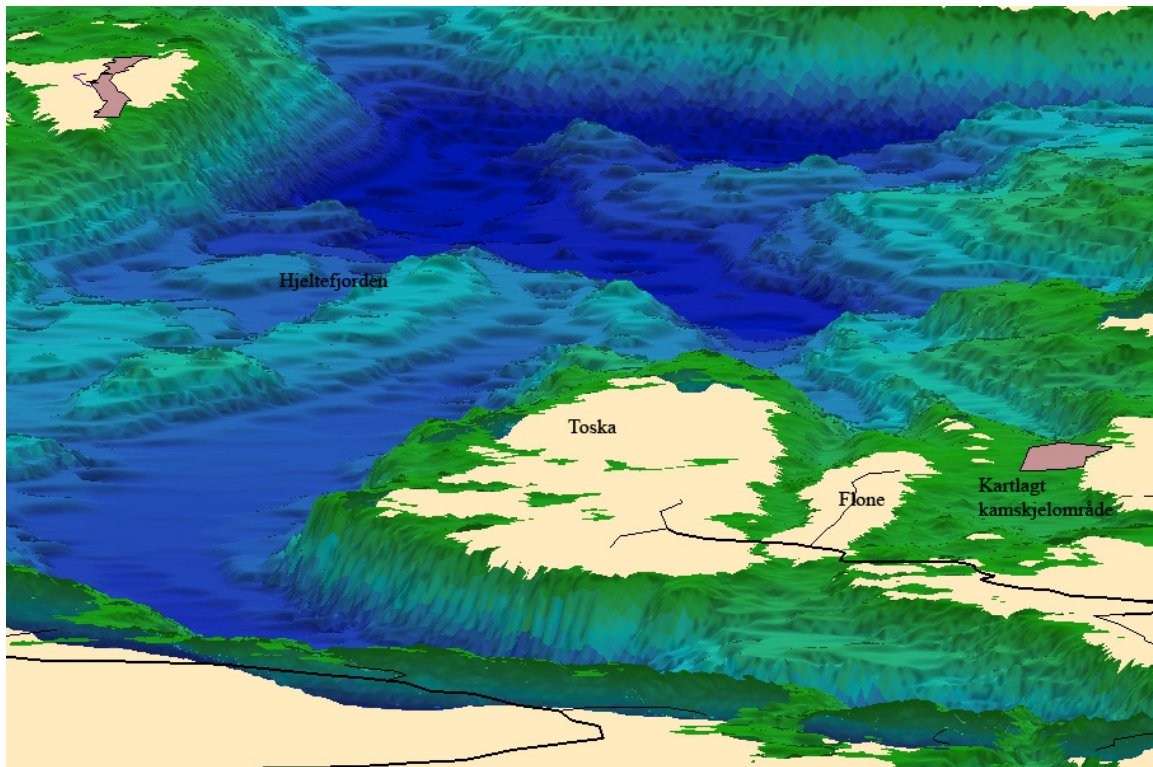
På grunn av stor variasjon i dekning av grunnlagsdata, vil det i mange høve vere missvisande å interpolere mellomliggande verdiar med høg oppløysing. Teknikkane vart først testa ut i ein forstudie i eit mindre område i fylket (Nordhordland) som har relativt høg tettleik av kartfesta djupnepunkt. Forsøka vart utført i samband med prosjektet ”Kartlegging av marint biologisk mangfald i Nordhordland”. Her vart det forsøksvis produsert eit interpolert grid (rutenett) med 10 meters horisontal oppløysing. Modellen vart etterprøvd i felt med båt og ekkolodd. Resultata i nokre tilfeldig valte område viste godt samsvar mellom målte- og interpolerte djupneverdiar.

I datasettet for heile fylket er det større forskjellar i datakvalitet. Modellen frå dette prosjektet er difor laga med 25 meters oppløysing. Dette vil også vere for høg oppløysing i fleire delar av fylket. Det er difor viktig at resultatata ikkje vert nytta til andre føremål, som til dømes navigasjon og prosjektering av tekniske installasjonar.

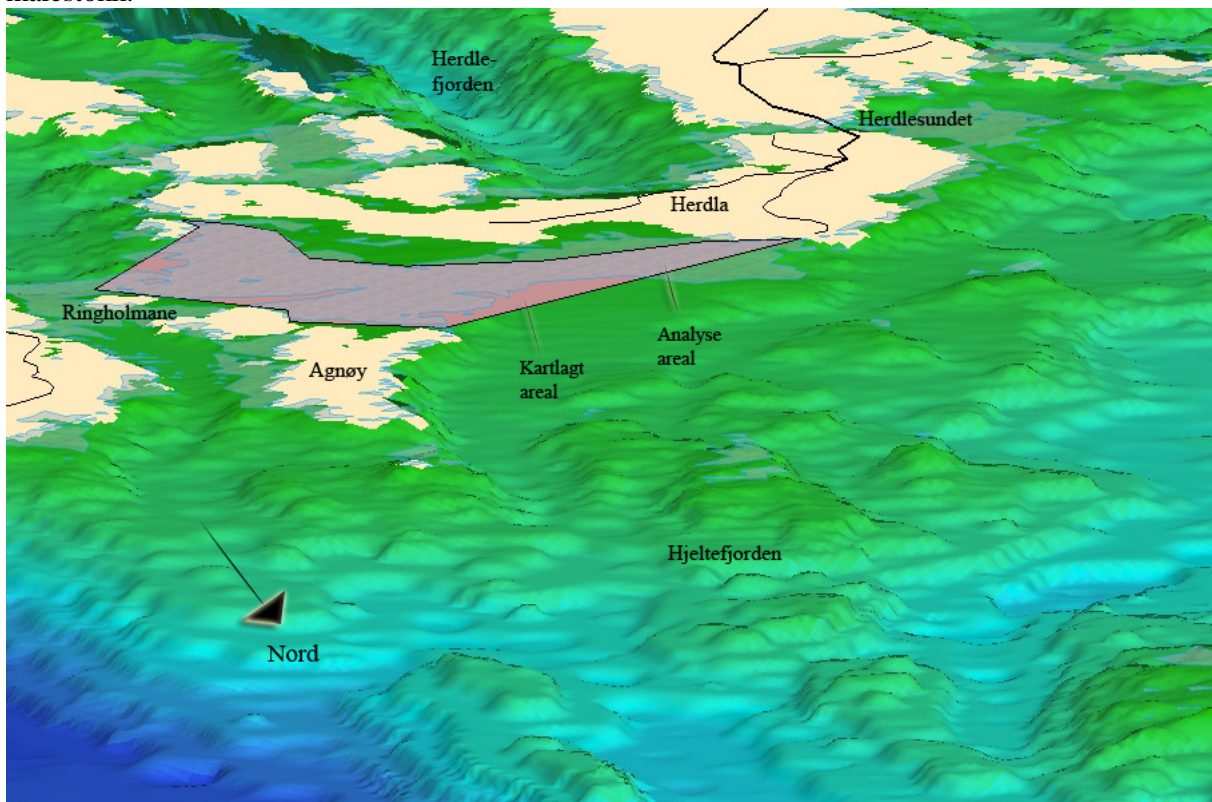
Det ferdige interpolerte datasettet kan klassifiserast i djupneintervall etter ynskje (fig. 5). Det kan og produserast teiknereglar som ved hjelp av fargar framhevar bestemte intervall. For best mogleg visualisering av resultatata kan det nyttast 3D framsyning der sluttbrukar interaktivt navigerer (”flyg”) i undervasslandskapet (fig. 6 og 7).



Figur 5. Døme på klassifisering av djupnemodell i 5 meter intervall til – 50 meter. Målestokk ca. 1 : 100.000. Fedje – Austrheim.

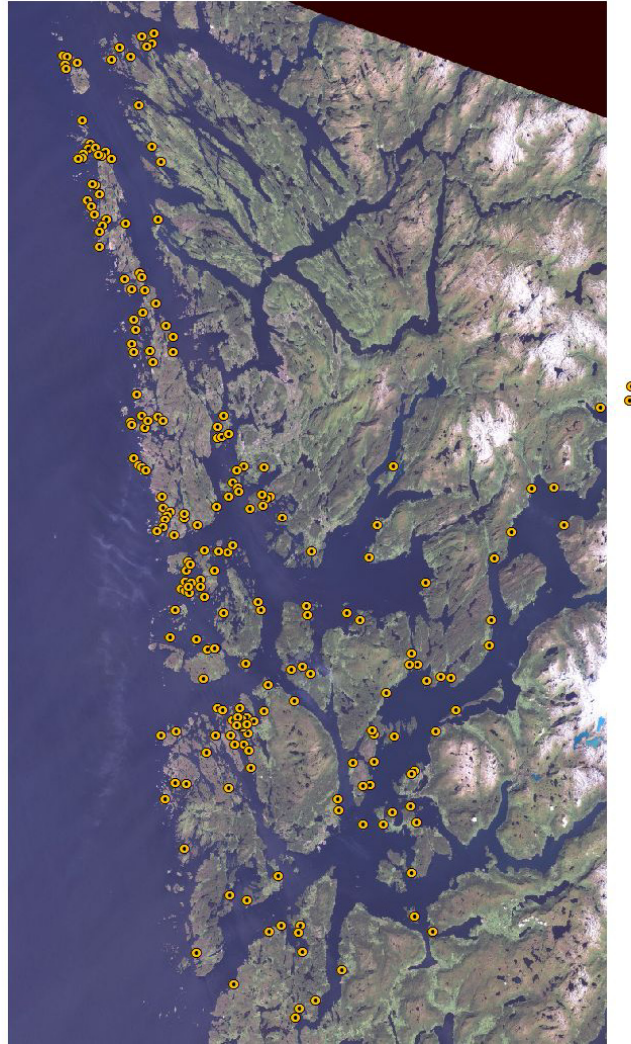


Figur 6. Døme på 3D kartvisualisering. Nordhordland, Hjeltefjorden og Toska i Radøy. Varierende målestokk.



Figur 7. Døme på 3D kartvisualisering. Rosa areal er område kartlagt av lokalkjende og ved hjelp av analoge sjøkart. Skraverte område er analyseresultat frå digital djupnemodell. Nordhordland, Hjeltefjorden og Herdlaflaket. Varierende målestokk.

Resultatet frå dette prosjektet vil først og fremst ligge i dei leverte digitale kartdatasetta. Ved bruk av desse i GIS system, vil ein ved å peike i kartet få opplysning om interpolert djupneverdi i alle



Figur 9. Punktframstilling av føreslåtte areal HFK. Målestokk ca. 1 : 950.000

Kartet i fig. 9 er resultat av ei brei prosess som har involvert UiB, HI og lokalkjende skjeldyrkarar. Ei rad kriterium er vurdert kvalitativt. Utgangspunktet for arbeidet har mellom anna vore skanna analoge sjøkart i "Noreg 1: 50.000" serien. Desse karta er primært utarbeidd for navigasjon og inneheld ikkje tilstrekkeleg informasjon til djupnevurdering på lokalitetsnivå. Fordi karta heller ikkje kan analyserast med omsyn til djupne i GIS, er dei ikkje eigna til å identifisere flater i ulike djupneintervall.

4.5 GIS analyse av eigna areal for kamskjeldyrking

Vurdering av djupne- og hellingsintervall kan gjerast i eit utal av intervall og kombinasjonar. Fordi datasetta lett kan klassifiserast vil datasetta fungere som basis i eit dynamisk system der kriteria for kva intervall som er ynskjeleg å kartfeste er i endring. Som døme på kombinasjon av helling og djupne er det her valt kriteria maksimum 15 grader og mellom -5 og -30 meter. Resultatet frå denne utrekninga for heile det modellerte området i Hordaland avgrensar 21.360 ruter med følgjande areal:

Maksimum 15 graders helling og mellom -5 og -30 meters djup:

- Totalt kartfesta areal: 357.557 dekar = **357,6 km²**
- Gjennomsnittleg lokalitetsstorleik: 16,7 dekar
- Største areal: 3090,9 dekar
- Minste areal: 0,4 dekar

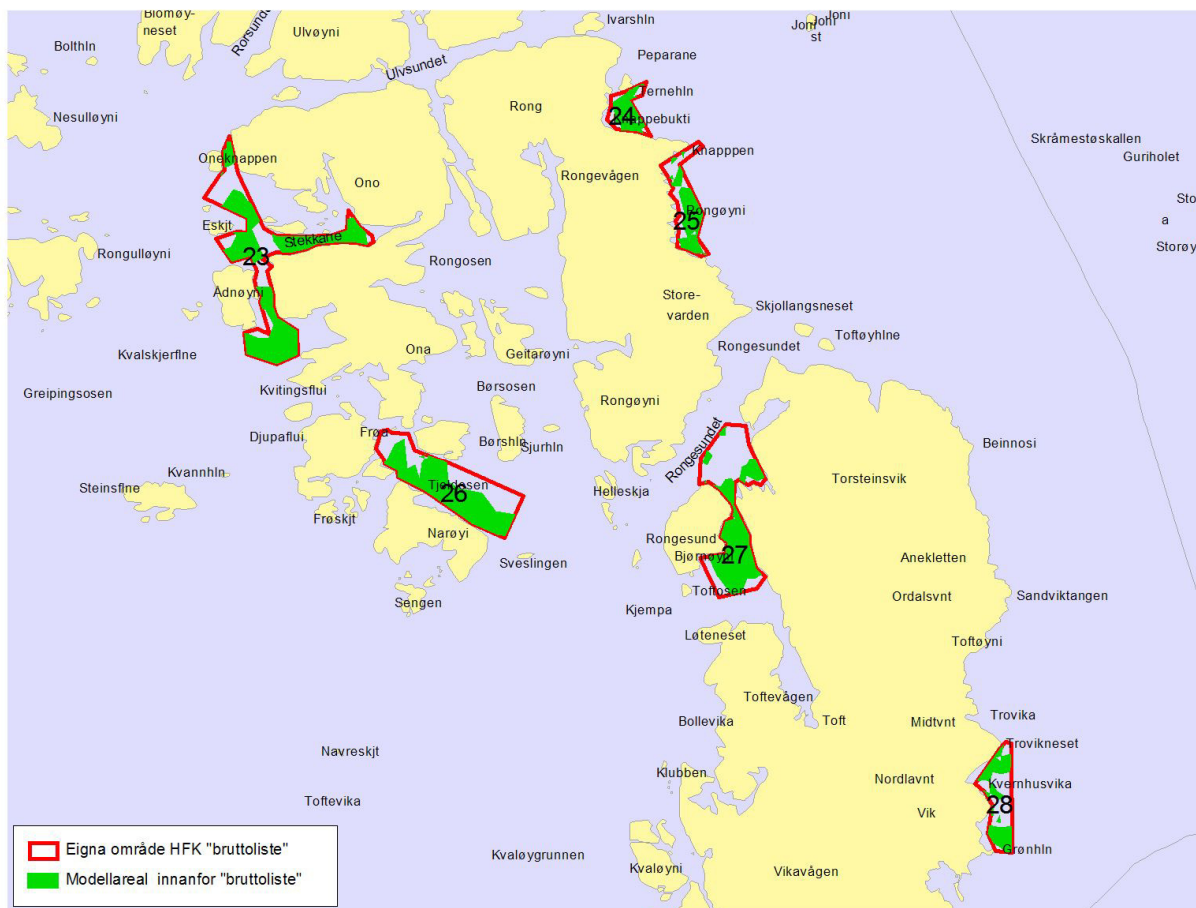
Dette utgjør eit nesten 6 gonger større areal enn det som er vurdert som eigna i den kvalitative analysen. Det er viktig å understreke at arealet berre er berekna med omsyn til djupne og helling. Store delar av områda vil **ikkje** kunne nyttast til kamskjeldyrking på grunn av kraftig bølgeeksponering, ueigna botns substrat, nærleik til tettstad, ferskvasspåverking mm.. Vidare vil analysen fragmentere areala og vise eit stort tal område ned til rutestørleiken (25 x 25 meter). Ved å veile bort område mindre enn 20 dekar (A og B kriteria i tabell vedlegg 1) får ein følgjande arealstatistikk:

Maksimum 15 grader helling og mellom –5 og -30 meters djup, område større enn 20 dekar:

- Tal område: 2846
- Totalt kartfesta areal: 313.700 dekar = **313,7 km²**
- Gjennomsnittleg lokalitetsstorleik: 110 dekar

Nyttar ein djupne og hellingsmodellen til å ”korrigere” bruttolista frå den kvalitative analysen, vil ein redusere denne frå 61.695 da = **61,7 km²** til 35.756 da = **31,4 km²** (fig. 10). Dei korrigerte områda på til saman om lag 31 km² er **svært interessante område** fordi dei både tilfredsstillar krava med omsyn til djupne, og fordi dei er kartfesta som eigna av lokalkjende med kunnskap om skjeldyrking.

Dei digitale kartlaga vert levert som datasett i ESRI shape format (flatepolygon) saman med rapporten. Digitale kartdatasett er gjort tilgjengeleg på internett på www.kart.ivist.no



Figur 10. Døme på avgrensing av areal i ”bruttolista” i høve til djupne og eksponering. Øygarden ved Rongesundet. Målestokk ca. 1 : 35.000

4.6 Døme analyse med eksponering

For kommunane Lindås, Austrheim, Radøy, Meland og Fedje er det modellert bøljeeksponering (sjå faktaboksen). Dette arbeidet er utført i samband med pilotforsøk for EUNIS klassifisering og kartlegging av marine naturtypar av NINA (Rinde m.fl. 2004).

NINA har utviklet en algoritme basert på formelen i Oug et al. 1985, for å beregne grad av eksponering. Metoden inkluderer strekningen vinden har å bygge opp bølger på ("fetch"), samt vindens styrke, frekvens og retning. Totaleksponeringen er gitt som summen av eksponeringen på ulik skala: lokal, fjord og hav. I totaleksponeringsindeksen er hav vektlagt 10 ganger mer enn fjord, og fjord 10 ganger mer enn lokal eksponering. Formel for beregning av eksponeringsgrad, E. Basert på Oug et al. 1985.

$$E = (E\text{-lokal} + 10 * E\text{-fjord} + 100 * E\text{-hav}) / 10,$$

Der

E-lokal er E-verdi for lokal påvirkning, dvs radius 500 m

E-fjord er E-verdi for fjordpåvirkning, dvs radius lik 7,5 km

E-hav er E-verdi for havpåvirkning, dvs radius lik 100 km

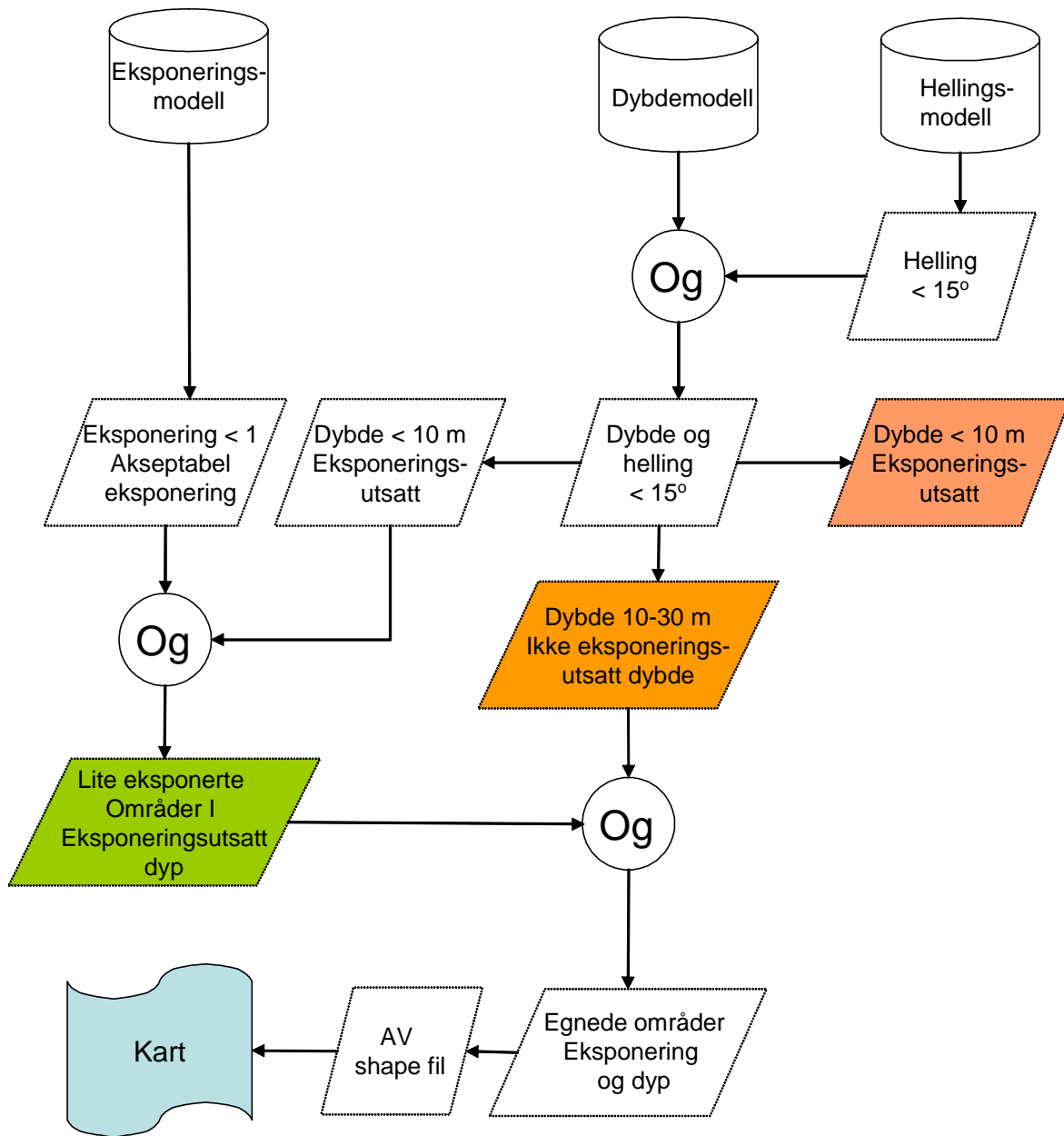
For hver av de tre skalaene er E beregnet etter formelen:

$$E = V1 * S1 + V2 * S2 + \dots + VN * SN \dots + V12 * S12,$$

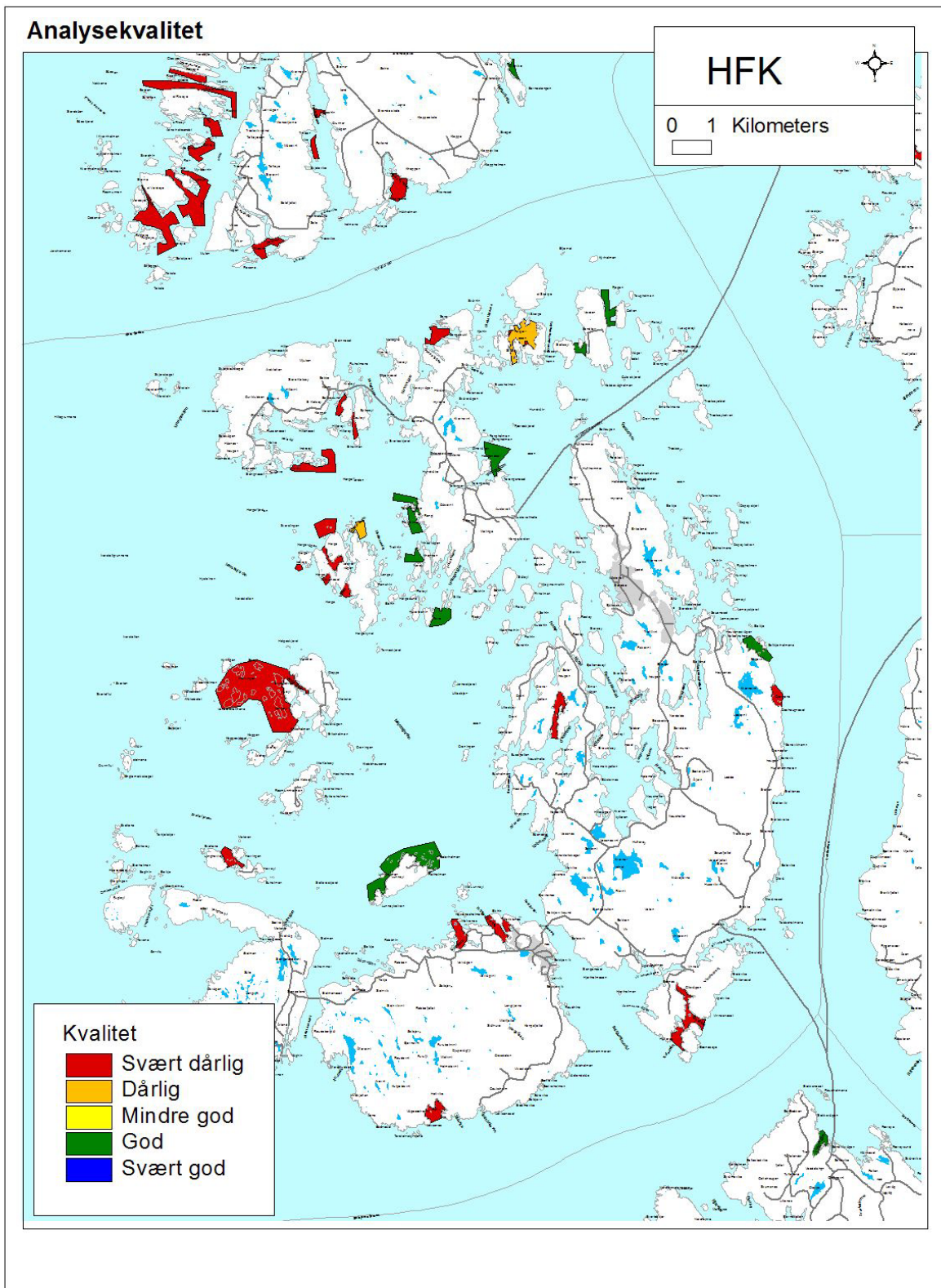
Der VN er vindmengden i himmelretning N, og SN er antall åpne 10° sektorer for himmelretning N. Hver himmelretning består av 3 sektorer á 10°.

VN = relativ frekvens * gjennomsnittlig vindstyrke (m/s) i N'te himmelretning"

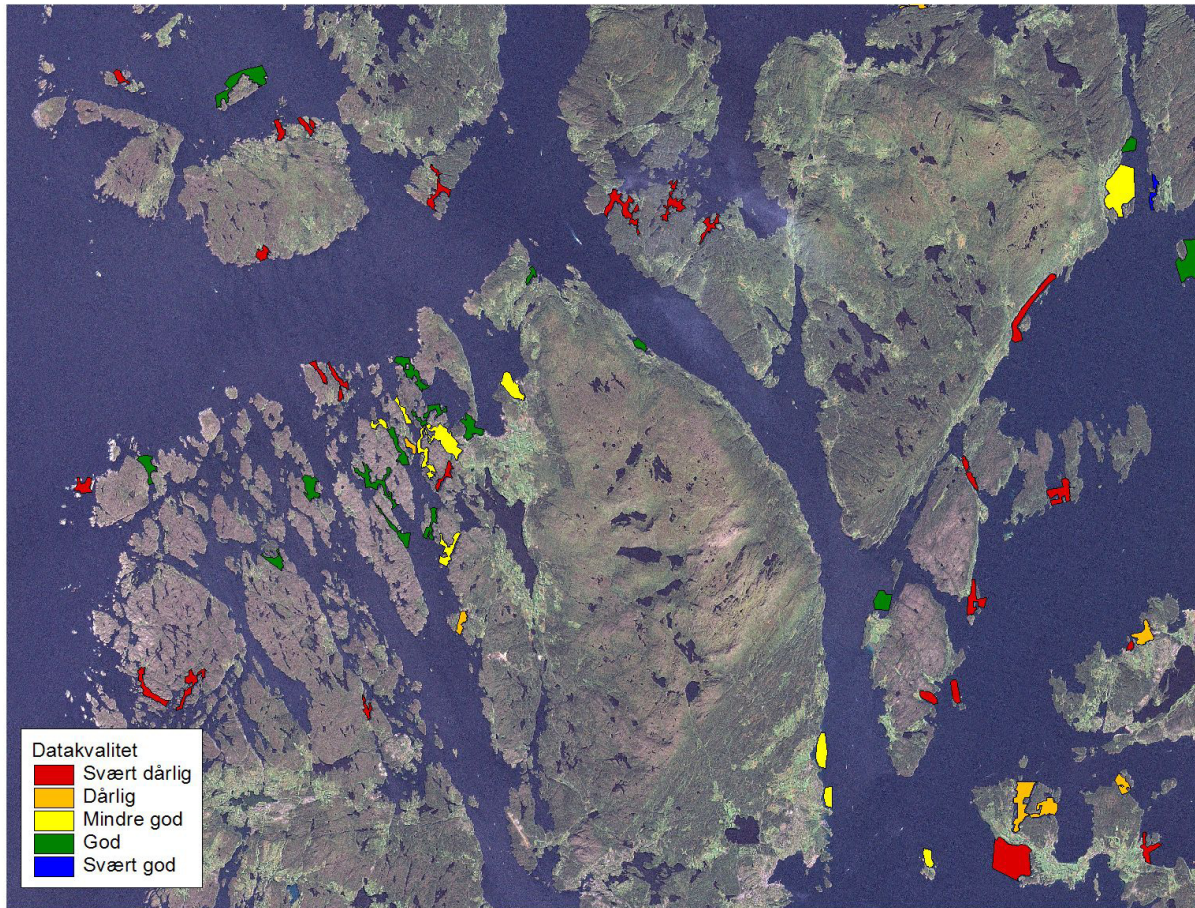
Etter møte med Espen Helland (Helland skjell), Øyvind Strand (HI) og Gyda Christoffersen (UiB), vart område med modellert eksponering mindre enn "1" ned til 10 meter djupne vurdert som akseptable for kamskjeldyrking. Denne grenseverdien bør validiserast ytterlegare for å kome fram til sikrere estimat for akseptabel eksponering. Døme på overlay og resultatkart er vist i figurane 11 og 12.



Figur 11. Flyttdiagram etter "Seagis" modell.



Figur 13. Austevoll kommune. Vurdering av kvalitet på interpolert djupnemodell. Basert på antal djupnemålingar pr. flateining innanfor føreslåtte kamskjelområde.



Figur 14. Stord og Tysnes kommunar, satellittbilete. Vurdering av kvalitet på interpolert djupnemodell. Basert på antal djupnemålingar pr. flateleining innanfor føreslåtte kamskjelområde.

4.8 Påverknad frå andre bruks- og verneinteresser

I tillegg til reine naturgitte føresetnader som djup og eksponering, vil det vere ei rekkje samfunnsinteresser som kan hindre etablering av havbeite. Døme er skjelsandgrabbing, kommunale utslipp og anna havbruksverksemd i området. Ein del potensielt konkurrerande arealbruksinteresser er kartfesta i geodatabasar i Hordaland. Dei følgjande analysane er å sjå på som ei første tilnærming til vurdering av nærleik og overlapp med områda som er føreslått i HFK si bruttoliste over eigna kamskjeldyrkingsområde. Områdenummerering refererer også til dette datasettet. Det vert tatt utgangspunkt i avstand i luftline. Det kan vere misvisande i høve til område som er skilt med t.d. øyar og nes. Ein må og vere merksam på at det i mange høve berre er liten arealmessig overlapp mellom interessene, og at registreringane kan innehalde feil. Eit grovt oversyn viser at vel 60 av dei 213 kamskjellokalitetane vert råka av ei "potensielt motstridande" interesse. Av desse igjen er 11 av områda kryssa av 2 interesser. Det er anbefalt at det arbeidast vidare med kva som representerer reelle konflikhtar, med avstandskriterium og med framskaffing av meir og betre temadata.

Anna havbruksverksemd

Til saman 118 av dei 221 føreslåtte områda er 1 km eller nærare ei eller anna form for havbruksverksemd registrert i Fiskeridirektoratet si havbruksdatabase. 14 havbruksanlegg i basen ligg innanfor kamskjelområda. Databasen er klassifisert etter mellom anna produksjonsformene matfisk, skaldyr, stamfisk og slakteri. Det er her ikkje vurdert dyrkingsform for skjel (botn- eller hengjekultur) eller matfisk marine artar eller laksefisk. Kvar av desse driftsformene vil ha ulik innverknad.

	Tal anlegg innafor føreslåtte kamskjelområde	Tal anlegg mindre enn 1 km luftline frå kamskjelområde
Matfisk	8 (område nr. 2,26,88,205,202,209,215,220)	149
Skaldyr	5 (område nr. 34,120,121,158,196)	40
Stamfisk	1 (område nr. 205)	12
Slakteri	0	4

Konsesjon for skjelsandopptak

Fire av dei føreslåtte kamskjelområda kryssar område som det er gitt konsesjon for skjelsandopptak. Desse områda har løpenummer 27 Bjørnøy i Øygarden, 34 Risøy i Fjell, 35 Sandøy i Fjell og 152 N. Reksteren i Tysnes.

Fiskeriinteressar

Fem av dei føreslåtte kamskjelområda kryssar område som Fiskeridirektoratet har registrert som ”**viktige fiskeområde**”. Desse områda har løpenummer 33, 36, 61, 99 og 153.

19 av dei føreslåtte kamskjelområda kryssar område som Fiskeridirektoratet har registrert som ”**gyteområde**”. Desse områda har løpenummer 42 – 44, 56, 72, 86, 91, 105, 129, 143, 144, 155, 174, 177, 180, 187, 197, 207 og 211.

83 av dei føreslåtte kamskjelområda kryssar område som Fiskeridirektoratet har registrert som ”**kaste- og låssettingsplassar**”.

Natur-, miljø og fritidsinteressar

10 av dei føreslåtte kamskjelområda kryssar område som Fylkesmannen si miljøvernnavdeling har registrert som ”**naturreservat**”. Desse områda har løpenummer 92, 99, 106, 115, 138, 155, 156, 165, 202 og 204.

Ingen av dei føreslåtte kamskjelområda inneheld punkt frå Fylkesmannens miljøvernnavdeling si database ”**ureina grunn**”. Dei to lokalitetane nr. 114 Lykelsøya i Kvinnherad og nr. 201 Breidvik i Fitjar er mindre enn 500 meter frå ”ureina grunn”.

Eit av områda har eit **kommunalt utslepp** innanfor arealet. Det er lokalitet nr. 25 Knappen S i Øygarden. I tillegg har 6 av områda kommunale utslepp mindre enn 100 meter frå lokaliteten. Det er lokalitet nr. 24, 27, 147, 163, 173 og 205. Totalt vil 26 kommunale avløp være nærare enn 500 meter frå ein føreslått lokalitet.

36 av lokalitetane vil vidare krysse, eller ligge innforbi, forslaget til bruttoareal for framtidig **marint vern** frå Direktoratet for Naturforvaltning.

4 av lokalitetane vil krysse, eller ligge innforbi, forslaget til ”regionalt **viktige sjøfuglområde**” frå Fylkesmannens miljøvernnavdeling (ref. Byrkjeland)

12 av dei føreslåtte kamskjelområda kryssar område som Fylkesmannens miljøvernnavdeling har registrert som ”**sikra friluftsområde**”. Desse områda har løpenummer 22, 90, 96, 114, 118, 122, 123, 166, 173, 204, 206 og 217.

Samferdsel

Dei registrerte **farleiene** frå Kystverket si kartbase kryssar 15 av kamskjellokalitetane. Desse har løpenummer 58, 60, 61, 74, 88, 114, 122, 123, 125, 140, 158, 172, 194, 209 og 212.

3 av kamskjellokalitetane har eit ”**ankringsområde for petroleumsverksemd**” innanfor arealet. Det er lokalitetane nr. 71 Skjelavikholmen i Sund, nr. 197 Ølve i Kvinnherad og nr. 217 Valland i Kvam. Ingen av lokalitetane har nokon av dei registrerte 25 ”**ankringsområde**” i fylket innanfor arealet.

69 av lokalitetane er nærare enn 100 meter frå **veg** (alle typar frå europaveg til skogsbilveg og bruer medrekna). 12 av lokalitetane er berre 10 meter frå veg eller bru. Desse er nr. 1, 29, 59, 107, 114, 140, 158, 169, 183, 194, 209 og 212.

5. Oppsummering

Dei produserte digitale karttema gjev eit oversyn over potensielt eigna lokalitetar, og oppsummerar dei GIS analysane NIVA har utført. Resultata indikerer at det er vesentleg fleire eigna botndyrkingsområde for kamskjel enn antatt. Det er viktig å vidareføre analysen med bruk av fleire parametarar som t.d. eksponering for å nærare fastslå kor stor del av dei "eigna" områda som reelt sett kan nyttast. Vidare er det ynskjeleg med grunnlagsdata som kan produsere djupnemodell med god kvalitet med 25 meter oppløysing.

Datasetta som er produsert er grunnlag for mange ulike undersøkingar i tillegg til havbeitemodellering. Døme er marinbiologisk mangfald, skjelsand, gyteområde, resipientvurderingar osv..

Statens kartverk kan pr dato levere rasterkart med 50 meter ruteoppløysing for delar av fylket. Vi har i dette prosjektet valt å ta utgangspunkt i dei originale punktverdiane og generere eigne modellar av fleire årsaker.

- Der er nyttig å ha dei eksakte punktfesta målingane som referanse for t.d. spesifikk lokalisering av konsesjonar.
- Å lage eigne interpoleringar gjer høve til å velje oppløysing (t.d. 10, 25 eller 50 meter rutenett) avhengig av datakvalitet og bruksområde.
- Å lage eigne interpoleringar gjev høve til å velje interpoleringsalgoritme tilpassa lokal topografi.
- Ved å nytte punktfesta originaldata kan ein synleggjere kvaliteten på djupnemodellen i dei ulike områda.

Ei tilråing for vidare arbeid med å identifisere eigna område er å lage ei justert kartframstilling basert på vedlagde fysiske lokaliseringskriterium og data for eksponering. Dette datasettet kan så "klippast" med omsyn til utvalde samfunnsinteresser.

6. Litteratureferansar

Andersen, S., Ø. Stand, H. Skjæggestad, A. Haugom, og Ø. Bergh, 1999: Forskningsnytt kamskjell. Havbruksrapport 1999. Havforskningsinstituttet.

Christophersen, G og Ø. Strand 2003: Effect of reduced salinity on the great scallop (*Pecten maximus*) spat at two rearing temperatures. *Aquaculture* 215: 79-92.

Golmen, L.G., I. Døskeland, B. Braaten 2003: "Miljøvurdering av omsøkt kamskjellokalitet ved Hestholmen - Bjørøy i Fjell kommune". NIVA rapport 4703-2003, 27s.

Golmen, L.G. 1994: Strømforhold som lokaliseringskriterium. *Norsk Fiskeoppdrett*, Nr 1-94.

Hestdal, M., T. Aune, K. Tangen og E. Dahl 2001: Overvåkingsprogrammet for algetoksiner 2000. SNT-rapport 9, 72s.

Hordaland fylkeskommune, Christophersen, G m.fl. 2003: Havbruksanalyse Hordaland Fase1, Delprosjekt: Kartlegging av kamskjellareal. 22s.

Hovgaard, P., S. Mortensen og Ø. Strand 2001: Skjell. Biologi og dyrking. *Kystnæringen Forlag & Bokklubb*, 255 s.

Laing, I. 2000: Effect of temperature and ration on growth and condition of king scallop (*Pecten maximus*) spat. *Aquaculture* 183 (3-4): 325-334.

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

Seagis, Hordaland fylkeskommune. Interreg IIC prosjekt. <http://www.hordaland-f.kommune.no/seagis/welcome.htm>

Aktuell internett adresse:

http://www.skjell.com/artikler/forskningsinst/notat_fiskdep.htm

7. Vedlegg

Klassifisering	A-område (1)	B-område (2)	C-område (3)	D-område (0)	Kommentar
KRITERIER REL. TIL SKJELLDYRKING	særdeles egnet	egnet	egnethet usikker	uegnet	
Arealtype	<30 m	<50 m	30-50 m	>50 m	Avhengig av høstingsmetode
Bunntype	sand/grus + organisk	fin sand el. grov grus	mudder el. stein	hardbunn	
Salinitet (årsvariasjon)	>28 ‰	>28 ‰	>28 ‰	<28 ‰	
Temperatur (årsvariasjon)	5 -18 °C	3 -20 °C	3 -20 °C	<3 °C og >20 °C	Avh. av skjellenes stedegenhet
Arealstørrelse	100-500 mål	20-100 mål	10-20 mål	<10 mål	Basert på økonomisk drivverdighet
Bunntopografi	jevnt og flatt	jevnt og flatt	variert	bratt og kupert	
Helning	<10°	10-15°	15-20°	>20°	
Reg. respientundersøkelse fra området					
Sedimentkvalitet					
Oksygeninnhold	>8 mg per liter	6-8 mg per liter	2-6 mg per liter	<2 mg per liter	Ref. prosj. SCALQUAL (UiB)
Strømførhold	<50 cm per sek	<50 cm per sek	50-75 cm per sek	>75 cm per sek	Må sjekkes og vurderes
Forekomst av ville kamskjell	>1	>1	0	0	Ref. Mar. biologisk mangfold kartl.
Fødeforhold					POM, klorofyll etc.
Predatorer	0	X	X	ekstrem stor forekomst	Krabber, sjøstjerner, fisk
Andre organismer	0	X	X	ekstrem stor forekomst	Drivtare
Oppblomstring av giftige alger	0	0	tidvis	X	
Forurensning					
Område med kostholdsråd	0 (>5 km)	bufferzone? (3-5 km)	bufferzone? (0.5-3)	X (0.5 km)	Gjelder råd vedr. matskjell
Ureina grunn/sediment	0 (>5 km)	bufferzone? (3-5 km)	bufferzone? (0.5-3)	X (0.5 km)	Iht. kvalitet matskjell
Kommunale utslipp	0 (>5 km)	bufferzone? (3-5 km)	bufferzone? (0.5-3)	X (0.5 km)	Iht. kvalitet matskjell
Industriutslipp	0 (>5 km)	bufferzone? (3-5 km)	bufferzone? (0.5-3)	X (0.5 km)	Iht. kvalitet matskjell

ANDRE BRUKS- OG VERNEINTERESSER	ingen konflikt	lavt konfliktnivå	medium konfliktnivå	ekskluderer havbeite	
Reg. skjellsand/bunnprøve fra området					
Konsesjon for opptak av skjellsand	0	0	0	X	
Omsøkte omr for opptak av skjellsand	0	0	0	X	
Tidligere konsesjoner for opptak av skjellsand	0	0	X		
Oppdrettsvirksomhet i området	0	bufferzone?	bufferzone?	X	Kan endres ved samlokalisering
Oppdrettsvirksomhet tilgrenset området	0	bufferzone?	bufferzone?	X	Kan endres ved samlokalisering
Registrert kamskjellkonsesjon	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Hengekultur	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Bunnkultur	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Lokaliteter andre skjell	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Blåskjell	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Østers	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Lokaliteter andre skalldyr	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Settefiskanlegg	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Laksefisk	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Marine arter	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Matfiskanlegg	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Laksefisk	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Marine arter	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Slakteanlegg (5 km buffer)	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Laksefisk	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Marine arter	0	bufferzone?	bufferzone?	X	
Fiskeri interesser i området					
Fiskeområder	0	0		X	Iht. redskapstype (bunn) og dyp
Gyteområder	0				Ikke konflikt per se
Kaste- og lasettingsområder	0				Ikke konflikt per se
Natur- og miljøvern interesser i området					
Naturreservat	0			X	Strengeste verneform
Brutto liste marine verneområder	0				Konflikt v irreversibile inngrep
Friluftsliv (sikret)	0	bufferzone?	bufferzone?		Bufferzone fra sjøkanten iht aktivitet
Sjøfuglområder	0				Konflikt v bortfall av næringsgrunnlag
Fuglelivsfredningsområde	0	bufferzone?	bufferzone?		Svak verneform
Område med registrert naturverdi	0	bufferzone?	bufferzone?		
Område med potensiale for marine kulturminner	0	bufferzone?	bufferzone?	X	Områdene må identifiseres/avgrenses
Forsvarsinteresser	0	bufferzone?	bufferzone?	X	Områdene må identifiseres/avgrenses
Kystverket					
Opplagsområder for fartøy	0	bufferzone?	bufferzone?		Dybde mulig konflikt
Ankringsområder	0	bufferzone?	bufferzone?		Dybde mulig konflikt
Farleder	0				Ikke konflikt per se
Kabelgater	0	bufferzone?	bufferzone?	X	Må identifiseres/kartlegges