



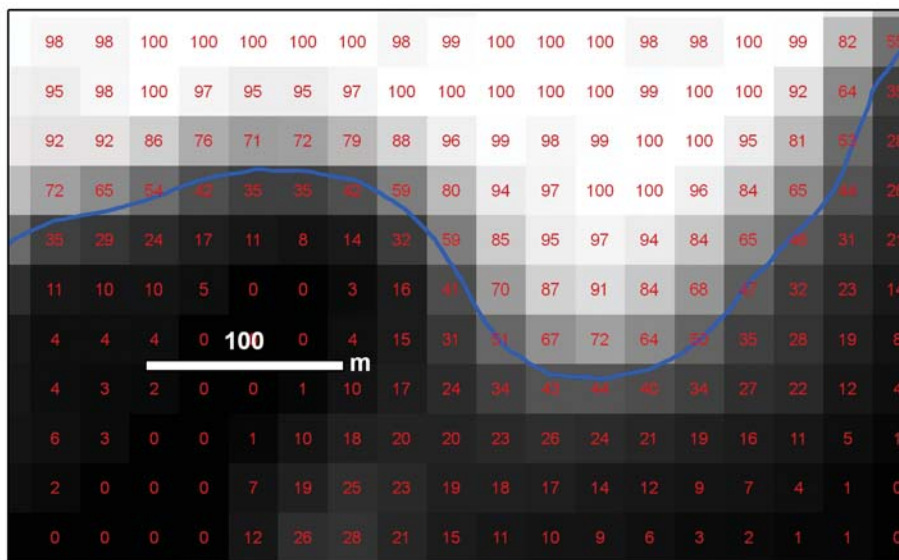
# Nye Remote Sensing metoder til udtræk af kystlinie

Af Eva Willerslev og Erik Gaardsted Madsen

For halvandet år siden blev der opstartet et udviklingsprojekt med det formål at udvikle en metode til automatisk udtræk af kystlinjer fra satellitbilleder på Grønland. Eva kendte fra egen erfaring til behovet for kvalitetssikring af de elektroniske søkort på Grønland, og kunne se en mulighed for at udvikle en ny teknik, som kunne bruges til opdatering af de eksisterende søkort og GPS-kort. Udviklingsprojektet blev gennemført med hjælp fra det grønlandske ingeniørfirma INUPLAN i Nuuk.

Almindelige, kommercielle satellitbilleder er en stor, næsten uudnyttet kilde til geografisk information. Satellitbilleder er tilgængelige for alle og er billige i forhold til overflyvninger. Visse typer af billeder er i dag gratis til rådighed. Der er kontinuerlig dækning af hele jorden, dvs. der er mulighed for real-time kortlægning. Satellitbilleder indeholder en information om materialernes beskaffenhed på jorden, som ikke findes i et luftfoto. Satellitbilleder består nemlig af mange "bånd", hvoraf nogle er optaget i bølgelængder, som ligger udenfor, hvad det menneskelige

Det rådgivende ingeniørfirma Moe & Brødsgaard har i en årrække arbejdet med GIS i forbindelse med ledningsregistrering af blandt andet DONG Energy's ledningsnet. M&B er nu ved at udvide kompetencerne til at omfatte mere avancerede GIS opgaver, som anvender satellitbaseret, passiv remote sensing (telemåling) teknologi. Dette skal ses i modsætning til klassisk luftfotografering til ortofotoproduktion og aktiv remote sensing teknologier som fly-båren Lidar (laser måling) til fremstilling af højde- og bathymetriske modeller.



Figur 1. Eksempel på den anvendte 'fuzzy' klassifikation, som angiver procentdelen af vand (0-100 %) indenfor hver pixel.

øjne kan opfatte. Idet man udnytter, at hvert materiale på jorden har en karakteristisk spektral signatur, giver dette mulighed for at lave en klassifikation af vegetation, klippe, vand, is og andre materialer.

Det kræver dog en solid grundviden, inden man går i gang. Det er nødvendigt med kendskab til de forskellige typer af satellitbilleder og til en række specielle remote sensing metoder og billedbehandlingsteknikker, ligesom man er nødt til at vide, hvilken spektral, rumlig og radiometrisk opløsning, der egner sig til en bestemt opgave. I modsætning til hvad mange tror, er det ikke altid en fordel med en høj rumlig opløsning. Højtopløselige billeder indeholder for eksempel mere digital støj og mindre spektral information sammenlignet med billeder i en lavere opløsning. Højtopløselige billeder er desuden et "over-kill" i forhold til kortlægning i vildmarken, som typisk skal ske i en skala mellem 1:50.000 og 1:250.000.

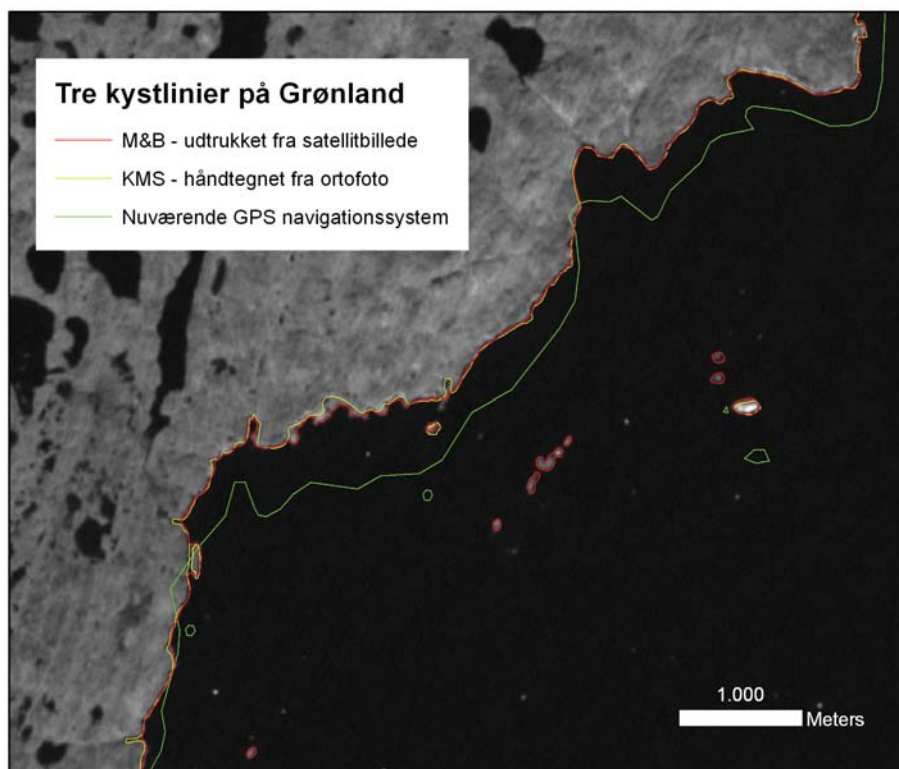
## Metode til automatisk kystlinieudtræk

Den nyudviklede metode til automatisk udtræk af kystlinjer går i korthed ud på:

1. En geografisk opretning af satellitbilleder fra feltopmålte GPS punkter
2. Raster klassifikation på sub-pixel-niveau vha. mixed-pixel analyse (det absolut nyeste indenfor forskningen)
3. Udtræk af vektor kystlinje, guidet af pixel-værdierne i den underliggende raster
4. Redigering og kvalitetskontrol af kystlinjen
5. Beregning af de(n) opnåede nøjagtighed(er) efter gældende internationale standarder.

## Kystlinieoptegning

Ved at oprette satellitbillederne fra egenhændigt indsamlede grundkontrolpunkter opnås en absolut nøjagtighed på 25m RMSE, svarende til pixelstørrelsen, og ved



Figur 2. Sammenligning af kystlinjen bestemt med tre forskellige metoder

brug af raster-klassifikationen på sub-pixel niveau opnås en præcision af den færdige kystlinje på 10m RMSE. Ved anvendelse af et billedmateriale med en højere rumlig opløsning kan opnås en tilsvarende højere nøjagtighed af kystlinje og andre objekter til kortproduktion i større skala, som typisk vil være nødvendigt i byområderne.

Figur 1 viser et eksempel på den anvendte 'fuzzy' klassifikation, som angiver procentdelen af vand (0-100 %) indenfor hver pixel. Når der ses på, hvordan materialeforholdet ændrer sig fra pixel til pixel, kan kystlinjen udtrækkes som en 'blød streg', tværs igennem pixelerne efter 50%-grænsen.

Metoden blev testet i et område på 100x100 km, omfattende hele Nuuk fjord og Lysefjord med en

samlet kystlinje på 2000 km. Kort & Matrikelstyrelsen, KMS, som fulgte projektet fra starten af, stillede velvilligt en manuelt nyudtegnede kystlinje til rådighed, som kunne anvendes som "facitliste". Kystlinjen var optegnet ud fra ortofotos med en pixelstørrelse på 5 meter. Resultatet af sammenligningen med KMS nye kystlinje er, at KMS har en større detalje, pga. fotoernes større rumlige opløsning, mens den satellitbaserede kystlinje har en lidt større fuldstændighed med flere små øer og skær, hvilket skyldes udnyttelsen af de spektrale informationer i billedet, der muliggør lettere identifikation af øer og rev, og man kan takket være de termiske bånd undgå forveksling med isbjerge, se figur 2.

**Nuværende problemstillinger**  
KMS' gamle grønlandske søkort er

fyldt med værdifuld information indsamlet gennem mange år. Men kortene findes kun på papir og skal derfor digitaliseres og rettes geografisk ind i GIS, hvorefter det vil være let at opdatere kortene med nye informationer. Behovet har været der længe, men er lige nu emne for fornyet politisk interesse.

I øjeblikket er et af problemerne, at der ikke findes brugbare digitale kort tilgængelige for søfarten. De digitale kort, som i dag produceres af et amerikansk firma, har jævnligt en misvisning på 300 meter og helt op til 500 meter i visse områder!

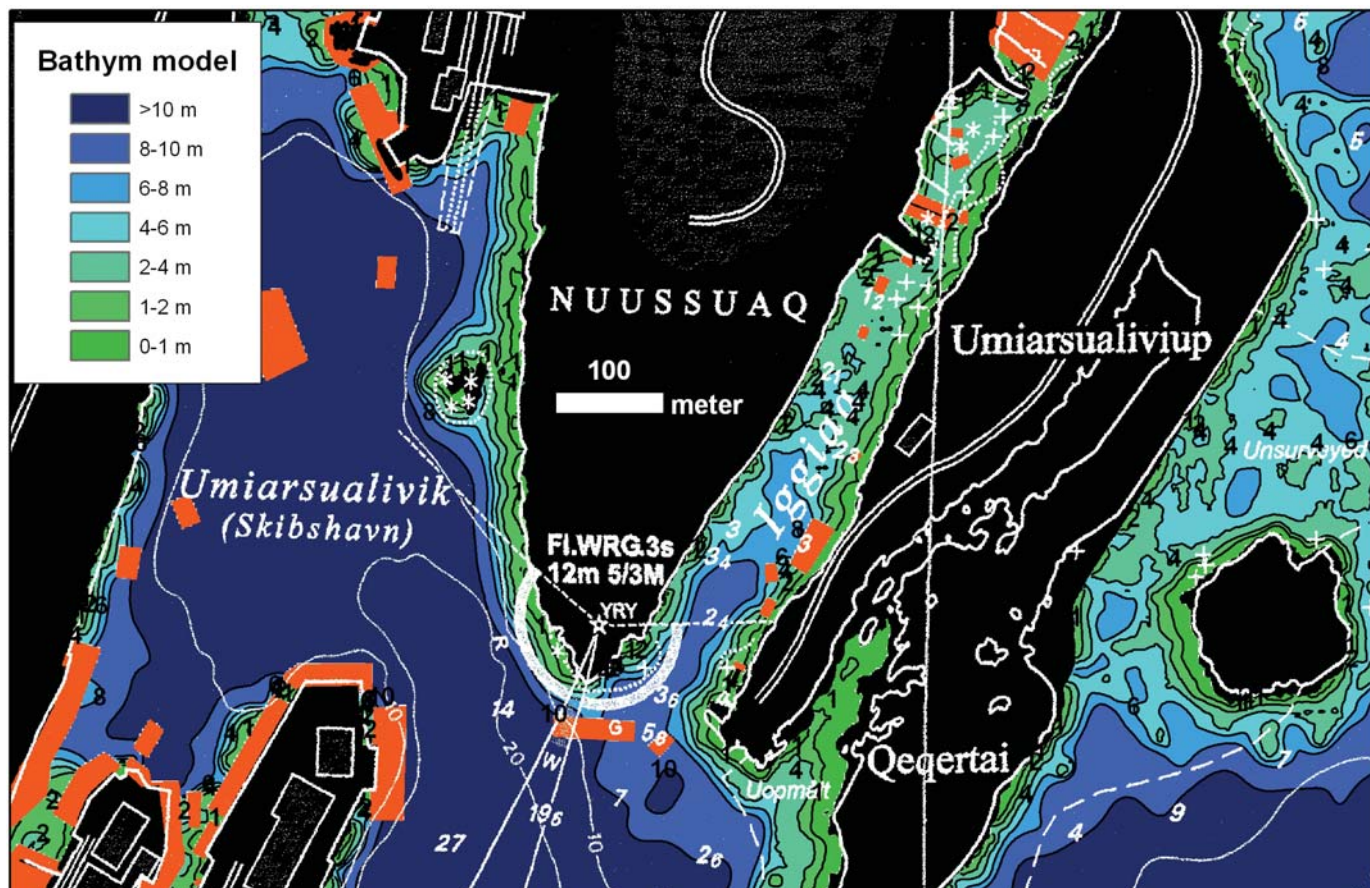
Man kan spørge sig selv, om ikke de to ting med fordel kunne kombineres. Dette gøres f.eks. i Norge, hvor Sjøkartverket samarbejder med PRIMAR, producent af GPS navigationssystemer, så der altid er de nyeste informationer til rådighed digitalt til brug til GPS navigation i skibene.

### Digitalisering og optegning

Udover projektet med den automatiske kystlinjeudtegnelse ved passiv remote sensing teknologien, er udviklet en successiv metode til effektiv og skånsom opretning af eksisterende kort med reference til nye, eksakte, kystlinjer. De udviklede metoder er oplagte bidrag til effektiviseringer af kortproduktion.

### Modellering af havdybder

Remote sensing teknikken kan anvendes til modellering af havdybder på ned til 10 m ud fra højtop-løselige satellitbilleder. Dette vil kunne benyttes som et supplement til den traditionelle søopmåling fra skib, hvor vanskeligheden netop ligger i at komme ind på lavt vand (store områder i de Grønlandske søkort er faktisk uopmålte), samt specifikt i forbindelse med indtegnelse af sejltrender.



Figur 3. Eksempel på bathymetrisk modellering i Nuuk havn ud fra et satellitbillede

Figur 3 viser et eksempel på den såkaldte "bathymetriske" modellering i Nuuk havn ud fra et satellitbillede. Land og skibe er maskeret med henholdsvis sort og orange, og modellen er overlagt med det skannede og oprettede papir søkort.

Et samarbejde mellem M&B og landinspektørfirmaet Nellemann & Bjørnkjær, hvor der kalibreres efter meget nøjagtige og tidevandskoordinerede sonarmålinger, skal yderligere forfine metoden.

Eva Willerslev holder et oplæg om "Kortlægning af Grønlands kystlinje fra satellitbilleder" på Kortdage i Kolding.



#### Erik Gaardsted Madsen

KS-chef og afdelingsleder  
Erik G. Madsen arbejder med at integrere Remote Sensing aktiviteter i firmaets GIS afdeling



#### Eva Willerslev

GIS-konsulent  
Projektet de grønlandske søkort startede op i forbindelse med afslutningen af Eva Willerslev's GIS master uddannelse i England.