



Styrelsen for Dataforsyning
og Infrastruktur

GLMSL: Referenceflade for middelvandstand i og omkring Grønland

Geodætisk systembeskrivelse

GeoNotes 12
Version 1
2024-06-18



GeoNotes 12. Version 1, 2024-06-18

Geodætisk systembeskrivelse:

GLMSL: Referenceflade for middelvandstand i og omkring Grønland

Forsiden: Havudsigt, Nuuk (Foto: Kristian Evers)

Udarbejdet af: Kristian Evers, SDFI

The *GeoNotes Series* is published by [Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur/Agency for Data Supply and Infrastructure](#) (SDFI), Copenhagen, Denmark.

The publications in this series include working papers and preliminary reports from ongoing projects.

Hence, results and conclusions reported may be tentative and subject to change. Opinions expressed do not necessarily reflect the position of SDFI.

Indhold

GLMSL	3
Middel havniveau og havoverfladens topografi	3
Geoiden og MSL	3
Hvordan laver man en MSL-model?	4
Dækningsområde	4
Transformationer	4
Kriterier for nyrealisering	4
Fejlretning	4
Realiseringer af GLMSL	5
Governance	5
Licens	5
Litteratur	6

Copyright by SDFI and the author(s). This work is licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).



GLMSL

GLMSL er den overordnede betegnelse for modeller over middelvandstanden i og omkring Grønland.

Den aktuelle model, som geodætisk kaldes en *realisering af GLMSL*, betegnes GLMSL(yyyy), hvor yyyy er en firecifret angivelse af en karakteristisk epoke for modelrealiseringen (se i øvrigt afsnittet [Fejlretning](#) nedenfor).

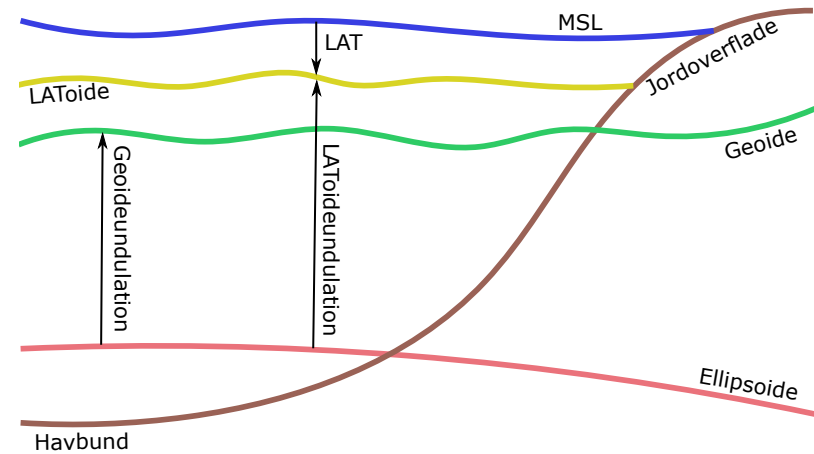
Middel havniveau og havoverfladens topografi

Begrebet MSL refererer til den tidslige middelværdi af havets overflade over en længere periode. Hvis man kunne eliminere fænomener som vindstuvning og havstrømme, der påvirker havoverfladen, så ville MSL være sammenfaldende med den referenceflade vi på landjorden kalder "geoiden" og som udgør udgangspunktet for måling af koter til lands. Det er årsagen til at man i løst sprogbrug ofte omtaler en kote som "højden over havet". Det er ikke helt forkert, men heller ikke helt rigtigt.

Geoiden afspejler først og fremmest jordens tyngdefelt: Hvis jorden var dækket af vand, og hvis vind, vejr og tidevand var væk, så ville den globale vandoverflade indstille sig sådan at den overalt (og altid) var vinkelret på det lokale tyngdefelt.

I den virkelige verden, hvor vi har både vind, vejr, havstrømme og tidevand er det mere kompliceret: Tidevandseffekterne kan vi modellere og fjerne fra vandstandsmålinger, og ved at midle over tilstrækkeligt lange intervaller kan vi også få bugt med *en del af* vejr-, vind-, og strømeffekterne. Men da havstrømme typisk ligger hvor de ligger, og da vinden oftere kommer fra nogle retninger end fra andre, så vil der altid være en rest af disse effekter tilbage, selv om man midler over meget lange intervaller.

Denne rest kaldes "middel dynamisk topografi" og betegnes kort MDT. Det vi står tilbage med når vi har korrigeret vores vandstandsmålinger for tideeffekter og har midlet over lange intervaller, det er summen af geoidehøjden og MDT.



Figur 1: Fortegnet overblik over vertikale referenceflader.

Til lands er man ikke nødvendigvis interesseret i at have MDT-effekter med i sin referenceflade for koter, men til vands er det ganske praktisk at referere sine dybdemålinger til den faktiske middelvandstand. Derfor er der behov for en MSL-referencemodel, som kan spille samme rolle som geoidmodellen gør til lands: At være et praktisk anvendeligt udgangspunkt for målinger af dybder (og højder).

Geoiden og MSL

På land gør man GNSS-målte højder praktisk anvendelige ved at regne dem om til koter (ofte kaldet "højden over havet"). Det gør man ved at fratrække en modelværdi fra den GNSS-målte højde. Modelværdien findes ved interpolation i en geoidemodel (et grid der ofte blot kaldes "geoiden"). På havet vil forskellen mellem geoidmodellen og MSL afspejle MDT, bortset fra en konstant værdi, der repræsenterer nulpunktet for det gældende kotesystem (p.t. GVR2016).

Hvordan laver man en MSL-model?

Typisk vil MSL-modeller været baseret på årtiers målinger fra højdemålende satellitter. Men i øvrigt forholder denne systembeskrivelse sig ikke til hvilke metoder der bør anvendes i tidevandsmodelleringen bag en given MSL-model, men specificerer udelukkende kriterierne for udvælgelse af kandidater til nye realiseringer af GLMSL (jf [Kriterier for nyrealisering](#) nedenfor).

Dækningsområde

Realiseringer af GLMSL er juridisk gældende for den grønlandske eksklusive økonomiske zone (EEZ). For at kunne dække denne med et ækvivalenslært grid kommer griddet til at dække områder også uden for den grønlandske EEZ. Gridværdier i disse områder skal anses for rent regnetekniske elementer.

Transformationer

Referencefladen GLMSL er relateret til den aktuelle spatiale referenceramme og udgør dermed en direkte transformation til aktuelle ellipsoidehøjder fra højder over GLMSL. Transformationer mellem realiseringer vil, når nødvendigt, blive inkluderet i afsnittet [Realiseringer af GLMSL](#) nedenfor.

Transformationer til og fra GLMSL udføres ved hjælp af en MSL-model, der, som beskrevet i afsnittet [Hvordan laver man en MSL-model?](#), relaterer sig til ellipsoiden (se figur 1). Transformationer med MSL-modellen er givet ved følgende forhold:

$$D_{\phi,\lambda} = M_{\phi,\lambda} - h_{\phi,\lambda} \quad (1)$$

hvor, $h_{\phi,\lambda}$ er højden over ellipsoiden, $M_{\phi,\lambda}$ er MSL-værdien og $D_{\phi,\lambda}$ er dybden under MSL for en koordinat med breddegrad ϕ og længdegrad λ . MSL-

værdien for en given koordinat (ϕ, λ) bestemmes ved hjælp af bilinear interpolation i MSL-griddet tilhørende GLMSL.

Den inverse transformation er givet ved

$$h_{\phi,\lambda} = M_{\phi,\lambda} - D_{\phi,\lambda} \quad (2)$$

I tabel 1 ses eksempler på ellipsoidehøjder og GLMSL-dybder for udvalgte lokationer, der kan bruges til at verificere implementering af transformationer til og fra GLMSL.

	Breddegrad	Længdegrad	Ellipsoidehøjde	GLMSL(2023) dybde
Nuuk	64.15438°N	-51.73099°E	2.12 m	25.72 m
Sisimiut	66.92923°N	-53.71751°E	-14.32 m	41.10 m
Illulisat	69.23924°N	-51.22201°E	-53.52 m	77.11 m
Daneborg	74.30411°N	-20.26660°E	18.73 m	29.08 m

Tabel 1: GLMSL(2023) koordinateksempler for udvalgte steder i Grønland. Breddegrader, længdegrader og ellipsoidehøjder er refereret til GR96.

Kriterier for nyrealisering

De officielle realiseringer udvælges og publiceres af [SDFI](#). To kriterier skal være opfyldt før der publiceres en ny realisering:

1. At den gamle realisering ikke længere anses for tilstrækkelig nøjagtig i praktisk brug, inden for et eller flere af anvendelsesdomænerne, og
2. At der eksisterer en mere nøjagtig, velrenommeret model, der kan kanoniseres som ny realisering.

Fejlretning

Hvis opfyldelsen af første nyrealiseringskriterium skyldes at der konstateres systematiske fejl i dataproduktet, som ikke kan henføres til den

bagvedliggende modellering, så rettes disse fejl og modellen genpubliceres med samme navn, blot tilføjet en litrabetegnelse, fx GLMSL(2023), GLMSL(2023a), GLMSL(2023b), etc.

Realiseringer af GLMSL

Indtil videre er der kun publiceret en realisering af GLMSL. Den betegnes GLMSL(2023) og er baseret på modellen DTU23, der er en videreudvikling af DTU21 (Andersen, 2022), baseret på teknikker udviklet af Cheng and Andersen (2011) og Andersen et al. (2018).

Den tilhørende transformationsmodel er kendt under navnet **glmsl_2023.tif** og kan downloades via [styrelsens webside](#). GLMSL(2023)-modellen er afbilledet i figur 2.

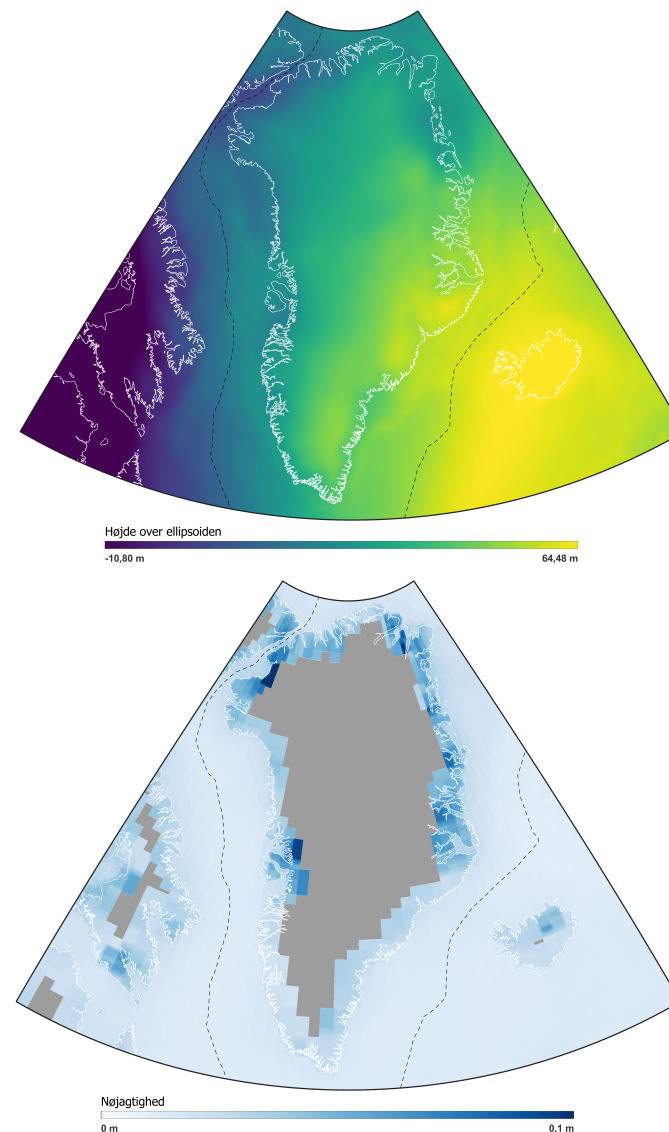
Governance

SDFI er myndighed for geodæsi, og dermed for GLMSL. Så SDFI er ansvarlig for valg af nyrealiseringer. Ved beslutning om nyrealisering inddrages holdninger fra først og fremmest søkortmyndigheden og fra marine anlægsaktører. I øvrigt er alle interessenter velkomne til at bidrage med relevant information om eventuelle fejl og mangler via grf@sdfi.dk.

Licens

Denne systembeskrivelse kan frit videredistribueres som dokumentation under CC-BY 4.0 (Creative Commons, 2013).

Realiseringer af systemet licenseres jævnfør hver enkelt realiserings betingelser. Der lægges ved udvælgelsen af nyrealiseringer vægt på at kunne publicere det relevante materiale i overensstemmelse med EU-kommisionens "Public Sector Information Directive" (Council of the European Union, 2019).



Figur 2: Øverst: GLMSL(2023)s referenceflade givet i højder over ellipsoiden. Nederst: Nøjagtigheden af GLMSL(2023). Grå områder befinder sig på land og her angives ikke en nøjagtighed på modellen. Fuldtotrukne linjer angiver kystlinje og stiplede linjer angiver Grønlands eksklusive økonomiske zone.

Litteratur

Andersen, O., P. Knudsen, and L. Stenseng, A new dtu18 mss mean sea surface – improvement from sar altimetry, p. 172, 25 years of progress in radar altimetry symposium ; Conference date: 24-09-2018 Through 29-09-2018, 2018. ([document](#))

Andersen, O. B., DTU21 Mean Sea Surface, doi:10.11583/DTU.19383221. v1, 2022. ([document](#))

Cheng, Y., and O. B. Andersen, Multimission empirical ocean tide modeling for shallow waters and polar seas, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116(C11), doi:https://doi.org/10.1029/2011JC007172, 2011. ([document](#))

Council of the European Union, Council regulation (EU) no 2019/1024, 2019. ([document](#))

Creative Commons, Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), 2013. ([document](#))

**Styrelsen for Dataforsyning
og Infrastruktur**

Sankt Kjelds Gård, Sankt Kjelds Plads 11
2100 København Ø

<https://www.sdfi.dk>