



Styrelsen for Dataforsyning  
og Infrastruktur

# GLLMSL: Lokal middelvandstand i Grønlandske byer og bygder

Geodætisk systembeskrivelse

GeoNotes 9  
Version 1  
2023-04-20



GeoNotes 9. Version 1, 2023-04-20

Geodætisk systembeskrivelse:

GLLMSL: Lokal middelvandstand i Grønlandske byer og bygder

Forsiden: Isbjerg ved Ittoqqortoormiit (Foto: Ukendt)

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

<b>GLLMSL</b>	<b>3</b>
<b>Systemdefinition</b>	<b>3</b>
<b>Realiseringer af GLLMSL</b>	<b>3</b>
<b>Transformationer</b>	<b>3</b>
<b>Kriterier for nyrealisering</b>	<b>6</b>
<b>Fejlretning</b>	<b>6</b>
<b>Dækningsområde</b>	<b>6</b>
<b>Governance</b>	<b>8</b>
<b>Licens</b>	<b>8</b>
<b>Litteratur</b>	<b>8</b>



## GLLMSL

I 2016 blev Grønlands første landsdækkende højderferencesystem, GVR2016, indført. Indtil da var højdemåling i Grønland begrænset til lokale højderferencesystemer i 77 byer og bygder. Højderferencesystemer tager udgangspunkt i lokal middelvandstand og er realiseret ved et net af højdefikspunkter på hver lokation.

Disse lokale højderferencesystemer og -net er oprindeligt etableret og efterfølgende vedligeholdt af Geodætisk Institut indtil dets nedlæggelse i 1989. Frem til omkring år 2000 har Kort- og Matrikelstyrelsen sporadisk vedligeholdt de lokale højdenet. I nyere tid er de lokale højdenet primært blevet vedligeholdt af Asiaq på vegne af Grønlands Selvstyre.

De 77 lokale højderferencesystemer er indført i en tid, mellem 1945 og 1983, hvor der ikke fandtes veldefinerede standarder for beskrivelse af geodætiske referencesystemer og tilhørende transformationer. Ligeledes har der været en praksis for dokumentation af referencesystemer som ikke lever op til nutidens krav og forventninger.

Af hensyn til at kunne bruge koter målt i de gamle lokale højderferencesystemer i en nutidig kontekst indføres derfor et nyt højderferencesystem, der formelt samler de 77 lokale systemer under et, med henblik på at kunne registrere og udbrede transformationer mellem de lokale højderferencesystemer og det landsdækkende GVR2016. Dette system kaldes GLLMSL; en forkortelse af Greenland Local Mean Sea Level. En dansk version af dette er Grønlands Lokale Middelvandstand, men da geodæsien i dag i høj grad er en international disciplin benyttes den engelske betegnelse.

Det er ikke hensigten at GLLMSL vedligeholdes efter indførslen. Formålet med GLLMSL er udelukkende at bygge bro mellem moderne højderferencesystemer og gamle opmålinger i de lokale højdenet.

## Systemdefinition

GLLMSL er defineret med nulpunkter i 77 lokationer hvor den lokale middelvandstand på indførelsestidspunktet udgør referenceniveauet. Tabel 2

indeholder en oversigt over de 77 lokationer. Koter i systemet angives i meter over det lokale nulpunkt.

## Realiseringer af GLLMSL

GLLMSL realiseres fysisk af højdenettene i de grønlandske byer og bygder. Såfremt det ønskes er det muligt at måle koter i GLLMSL ved nivellement til et eller flere fikspunkter i de lokale højdenet. Denne praksis anbefales ikke, da GVR2016 er det aktuelle højderferencesystem i Grønland.

Ses bort fra de lokale højdenet, er den første egentlige realisering af GLLMSL transformationsmodellen, der bruges til at transformere GLLMSL-koter til GVR2016.

Denne realisering kaldes GLLMSL(2022) og tilgås ved brug af transformationsmodellen `gllmsl_2022.tif`. Modellen kan downloades via [SDFIs webside](#).

## Transformationer

Transformationer til og fra GLLMSL udføres ved hjælp af en transformationsmodel, der relaterer sig til højderferencesystemet GVR2016. Transformationsmodellen er et grid bestående af forskelle mellem koter i GLLMSL og GVR2016.

$$H_{GVR2016} = H_{GLLMSL} + \Delta N \quad (1)$$

hvor,  $H_{GVR2016}$  er en GVR2016 kote,  $H_{GLLMSL}$  er en GLLMSL-kote og  $\Delta N$  forskellen mellem de to højdesystemer på den givne breddegrad og længdegrad.  $\Delta N$  for en given koordinat bestemmes ved hjælp af bilinear interpolation i forskelsgriddet tilhørende GLLMSL. Eksempler på transformerede koter kan ses i tabel 1.

	Breddegrad	Længdegrad	GLLMSL kote	GVR2016 kote
Nuuk	64.18542°N	-51.73624°E	29.795 m	29.796 m
Ilulissat	69.22216°N	-51.11980°E	5.820 m	5.771 m
Niaqornat	70.78810°N	-53.66559°E	29.495 m	29.072 m
Qaanaaq	77.46504°N	-69.18107°E	46.330 m	46.863 m

Tabel 1: GLLMSL og GVR2016 koordinat eksempeler for udvalgte steder i Grønland. Breddegrader og længdegrader er refereret til GR96.

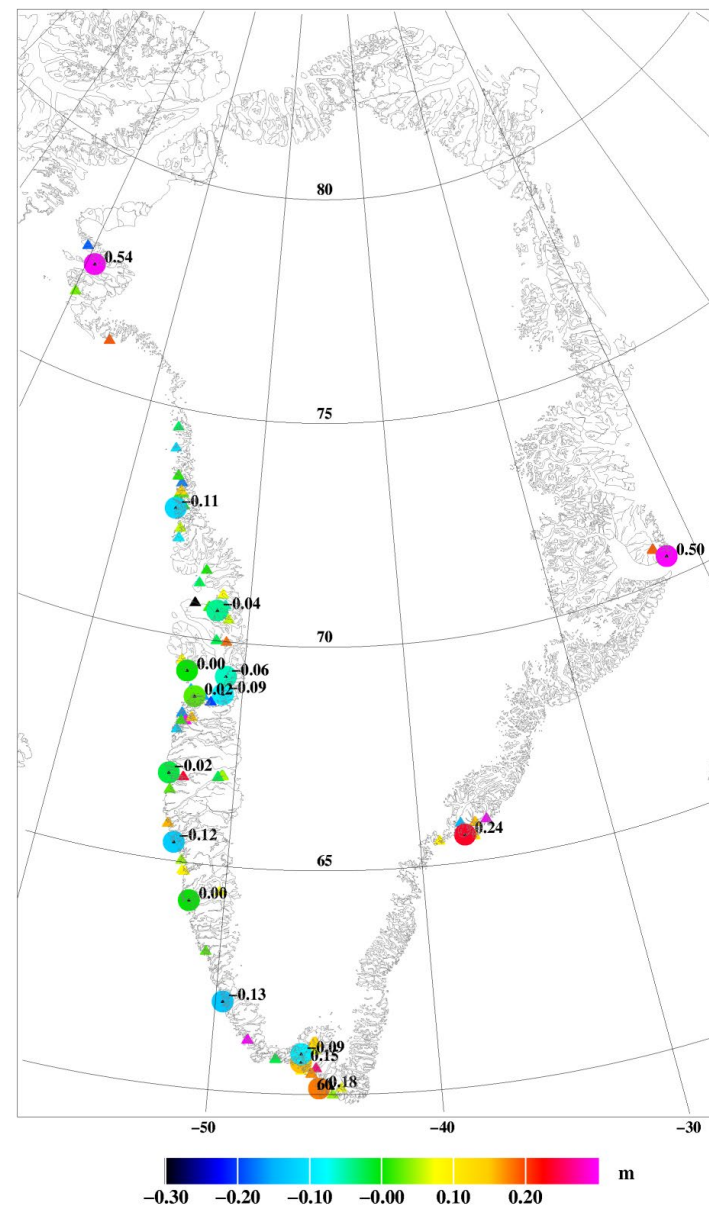
Forskellene mellem byer og bygder er vist i figur 1 og tabel 2, og det ses at der er store afvigelser i en del bygder og mindre byer, langt større end den forventede geoidefejl (estimeret til omkring 5-10 cm RMS i de fleste isfrie områder, afhængig af den underliggende dækning af tyngde- og terræn data). Grønland er en særlig udfordring geoidemæssigt bl.a. på grund af bathymetriske effekter i de dybe fjorde, og ukendskab til indlandsisens tykkelse tæt på det isfri land.

Forskelle mellem GVR2016 og GLLMSL for fikspunkterne i større byer er vist i figur ??.

Forskellene  $\Delta N$  er efterfølgende modelleret som en glat funktion ved hjælp af mindste kvadraters collocation til en korrektionsflade. Der er benyttet en Gauss-Markov kovariansfunktion med en korrelationslængde på 10 km, og *a priori* standard afvigelse på 1 cm. 1464 fikspunkter med sammenhørende GPS-målte og nivellerede koter er benyttet.

For Nuuks vedkommende er GVR2016 systemet baseret på  $\Delta N = 0$  i den ældre, centrale bydel. Med referencepunkter spredt over et større område, har Nuuk som helhed ikke en middelforskel på nul i tabel 2, og der er konstateret et tilt på op til 2-3 cm mellem de to højdesystemer hen over Nuuk området, specielt for de nye bydele Nussuaq og Qinnqorput. Transformationsfladen for Nuuk tager hensyn til dette, og afvigelsen mellem de nivellerede koter, og tilsvarende transformerede koter fra GVR2016, er således meget lille (middel på 1 mm og standard afvigelse på 4 mm for 61 referencepunkter).

For Grønland som helhed giver transformationsfladen en nøjagtighed på 7 mm RMS, med enkelte større outliers op til 5 cm, primært nær "outlier"-



Figur 1: Forskelsværdier mellem GVR2016 og GLLMSL. Der ses store fejl i Qaanaaq og Illoqqortoormiut, sandsynlige opmålingsfejl.

ID	Lokalitet	Antal	Middel [m]	Spredning [m <sup>2</sup> ]
NAN	<b>Nanortalik</b>	29	0.180	0.002
APL	Aappilattoq	10	0.070	0.002
NKJ	Narsaq Kujalleq	15	0.041	0.005
TAQ	<i>Tasiusaq</i>	11	-0.817	0.007
AMS	Ammassivik	12	0.258	0.002
ALP	Alluitsup Paa	19	0.177	0.005
QAQ	<b>Qaqortoq</b>	35	0.113	0.004
SAL	Saarloq	10	0.085	0.001
EQA	<i>Eqalugaarsuit</i>	10	-0.603	0.006
QSM	Qassimiut	11	-0.019	0.003
NAR	<b>Narsaq</b>	67	-0.076	0.010
IGA	Igaliku	13	0.077	0.012
QSK	Qassiarsuk	19	0.128	0.019
NRS	Narsarsuaq	34	0.139	0.017
PAA	<b>Paamiut</b>	36	-0.129	0.008
ARS	<i>Arsuk</i>	14	0.374	0.008
NUK	<b>Nuuk</b>	61	0.017	0.013
QTT	Qeqertarsuatsiaat	14	0.021	0.006
KAP	Kapisillit	12	0.066	0.007
MAN	<b>Maniitsoq</b>	36	-0.133	0.011
ATA	Atammik	15	0.097	0.008
NAP	Napasoaq	8	0.045	0.004
KAM	Kangaamiut	14	0.150	0.008
SIS	<b>Sisimiut</b>	48	-0.019	0.008
ITI	Itilleq	12	0.020	0.007
SFN	Sarfannguut	12	0.232	0.005
KAN	Kangerlussuaq	40	0.009	0.026

*Fortsat fra forrige side.*

ID	Lokalitet	Antal	Middel [m]	Spredning [m <sup>2</sup> ]
KAT	<b>Kangaatsiaq</b>	13	-0.161	0.002
ATT	Attu	13	-0.111	0.002
IGF	<i>Iginniarfik</i>	11	0.396	0.002
NQK	Niaqornaarsuk	9	0.147	0.004
IKS	Ikerasaarsuk	10	0.013	0.004
AAS	<b>Aasiaat</b>	37	0.025	0.007
AKU	Akunnaaq	11	-0.157	0.005
KIT	Kitsissuarsuit	10	-0.143	0.004
QAS	<b>Qasigiannguut</b>	42	-0.087	0.004
IKA	Ikamiut	12	-0.200	0.004
ILU	Ilulissat	36	-0.049	0.022
OQA	<i>Oqaatsut</i>	12	0.345	0.001
QQT	Qeqertaq	9	0.190	0.002
SQQ	Saqqaq	13	-0.028	0.003
ILQ	Ilimanaq	12	0.093	0.003
QEQ	<b>Qeqertarsuaq</b>	50	-0.037	0.006
KLK	Kangerluk	14	0.078	0.006
UUM	<b>Uummannaq</b>	27	-0.050	0.008
NIA	<i>Niaqornat</i>	11	-0.431	0.005
QST	Qaarsut	22	0.010	0.011
IKE	Ikerasak	15	0.059	0.002
SAA	Saattut	13	-0.060	0.006
UKK	Ukkusissat	12	0.056	0.035
ILL	Illorsuit	13	-0.037	0.021
NUG	Nuugaatsiaq	16	0.008	0.013

*Fortsættes på næste side.*

Tabel 2: Oversigt over middel og spredning af  $\Delta N$  for fikspunkter på lokaliteten. Store afvigelser er markeret med kursiv. *Tabellen fortsættes på næste side.*

Fortsat fra forrige side.

ID	Lokalitet	Antal	Middel [ $m$ ]	Spredning [ $m^2$ ]
UPV	<b>Upernavik</b>	19	-0.112	0.006
UPK	Upernavik Kujalleq	19	-0.099	0.005
KAQ	Kangersuatsiaq	16	0.052	0.003
AAP	Aappilattoq	14	-0.016	0.007
TUS	Tussaaq	10	0.013	0.003
TSS	Tasiusaq	13	-0.179	0.008
NUS	Nuussuaq	15	-0.111	0.001
KLQ	Kullorsuaq	16	-0.031	0.006
NAJ	Naajaat	12	0.021	0.003
INN	Innaarsuit	14	0.142	0.003
NUT	Nutaarmiut	12	0.004	0.008
QNQ	<b>Qaanaaq</b>	39	0.576	0.036
SAV	Savissivik	9	0.194	0.000
SIO	Siorapaluk	7	-0.187	0.006
MOR	Moriusaq	9	0.034	0.002
TAS	<b>Tasiilaq</b>	42	0.232	0.006
SML	Sermiligaaq	11	0.312	0.003
ISO	Isortoq	13	0.100	0.004
KUL	Kulusuk	28	0.128	0.025
TIN	Tiniteqilaaq	11	-0.122	0.011
KUM	Kuummiut	12	0.155	0.014
ILT	<b>Illoqqortoormiut</b>	23	0.505	0.004
UUN	Uunarteq	17	0.182	0.006
ITR	Itterajivit	10	0.028	0.003
NRI	Nerlerit Inaat	13	0.193	0.003

bygderne (vist med kursiv i tabel 2, og fremhævet i figur 2.). Dette er en konsekvens af korrelationslængden, og det relativt grove (2 km) geoide grid. Det skal bemærkes at mere end 10 km væk fra byer og bygder vil forskelsværdien  $\Delta N$  gå mod 0, og i det åbne land langt fra byerne vil GLLMSL således antages at være identisk med GVR2016.

## Kriterier for nyrealisering

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

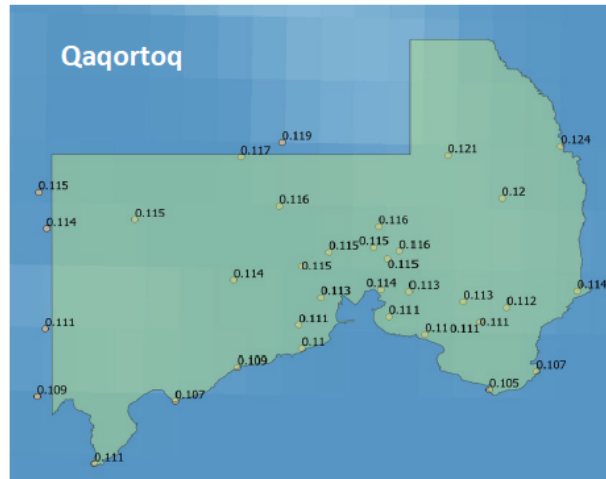
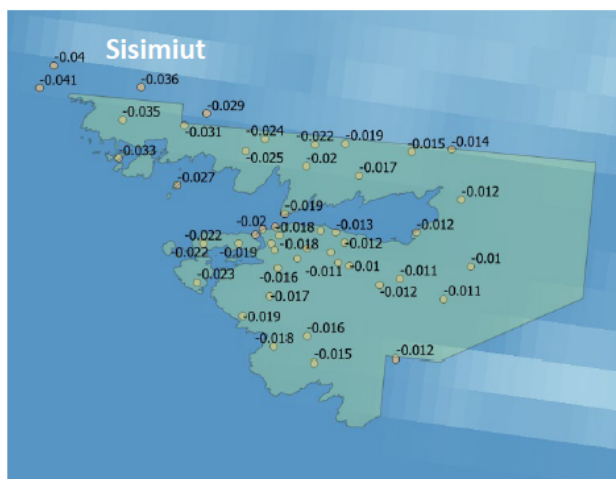
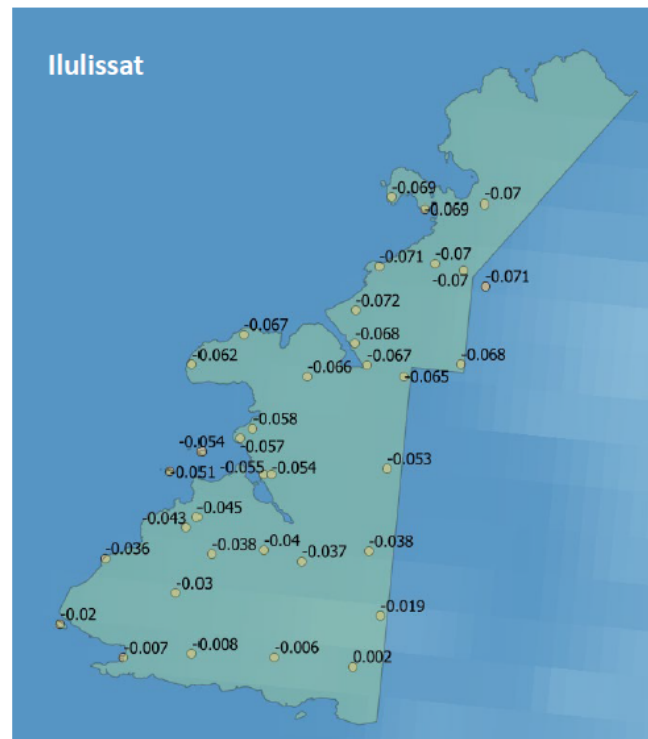
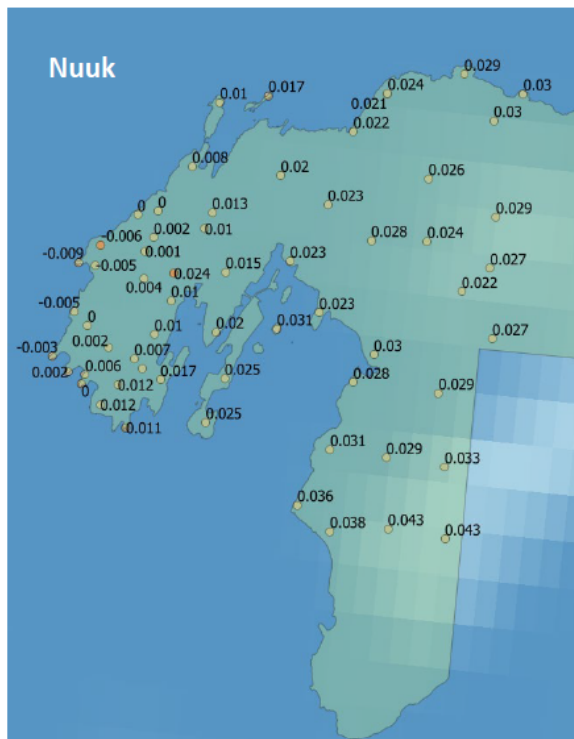
1. At den gamle realisering ikke længere anses for tilstrækkelig nøjagtig i praktisk brug, inden for et eller flere af anvendelsesdomænerne, og
2. At der eksisterer en mere nøjagtig, velrenommeret model, der kan kanoniseres som ny realisering.

## 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 GLLMSL(2022), GL-LMSL(2022a), GLLMSL(2022b), etc.

## Dækningsområde

GLLMSL er udelukkende defineret i de 77 byer og bygder hvor der findes lokale højdenet. For at kunne dække dette område med et ækviangulært grid kommer transformationsgriddet til at dække omkringliggende områder. Gridværdier i disse områder skal anses for rent regnetekniske elementer.



Figur 2: Koteforskelle,  $\Delta N$ , i større byer (lyse toner indikerer terræn).

## Governance

SDFI er myndighed for geodæsi i Danmark og Grønland, og dermed for GLLMSL. Derfor er SDFI 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](mailto: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*).

## Litteratur

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**

Rentemestervej 8  
2400 København NV

<https://www.sdfi.dk>