

Norges offisielle HØYDESYSTEMER og REFERANSENIVÅER



Fundamentalpunkt for NN1954, ved Tregde i Mandal kommune.

FORORD

Våren 1993 ble det nedsatt en arbeidsgruppe som skulle utarbeide en standard for Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer. Arbeidsgruppen besto av:

Bjørn Geirr Harsson (leder av første utgave) Statens kartverk Geodesi
John Sundsby (leder av revidert utgave) Statens kartverk Geodesi
Olav Vestøl, Statens kartverk Geodesi (revidert utgave)
Tor Tørresen, Statens kartverk Sjø
Dag Solheim, Statens kartverk Geodesi (revidert utgave)
Bjørn Ragnvald Pettersen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for kartfag (revidert utgave)
Øystein Andersen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for kartfag (revidert utgave)

Øystein Andersen kom til å bli meget sentral og gjorde en stor innsats i revisjonsarbeidet med denne standarden. Men han omkom i en trafikkulykke den 26. mai 2002, mens arbeidet med standarden var helt i slutfasen.

Den første utgaven av standarden ble publisert i 1995. Det har skjedd en hel del innen geodesi og landmåling som berører høyder og høydeberegninger, siden den første utgaven av standarden ble utgitt. Satellittbaserte målemetoder er tatt i utstrakt bruk og GPS-mottakere er blitt vanlig blant menigmann. Dermed har brukerne også måttet forholde seg til ellipsoidiske høyder.

Stamnettet ble ferdig beregnet i 1997, og Landsnettet ble fullført i 2008. I denne forbindelse har mange nivellementsfastmerker fått innmålt ellipsoidisk høyde. Under presisjonsnivellement er det blitt nivellert til en del fastmerker i Stamnettet og Landsnettet. Sammen med transformasjonsprogram som gir mulighet for overgang mellom koordinater i de ulike offisielle geodetiske datumer og referansesystemer, er det også utviklet høydereferansemodeller som gjør det mulig å komme fra ellipsoidiske høyder til høyder i NN1954.

Nytt sjøkartnull ble innført i Norge fra 1. januar 2000.

Alt dette forsøkte man å ta hensyn til i standarden, som ble revidert og sendt ut på ny høring i 2001. Resultatet fra høringen ble så viderebehandlet.

Henvendelse om standarden kan rettes til:

Statens kartverk Geodesi

Besøksadresse: Kartverksveien 21

Postadresse: 3507 Hønefoss

Telefon: 32 11 81 00

Telefaks: 32 11 81 01

e-post: firmapost@statkart.no

I versjon 2.1 (desember 2009) er Tillegg A fornyet, ved samlet bearbeiding av termer og definisjoner som er brukt i de geodetiske standardene. Tidligere referanser er gruppert i referanser og litteratur. Dessuten er en del detaljer i øvrig tekst justert. Det sentrale innholdet i standarden er ikke endret.

Innhold

FORORD	2
0 ORIENTERING	5
1 OMFANG	5
2 REFERANSER	5
3 DEFINISJON AV TERMER OG FORKORTELSER	5
4 HØYDESYSTEMER OG REFERANSENIVÅER	6
4.1 GEOIDEMODELL OG HØYDEREFERANSEMODELL.....	6
4.2 OFFISIELLE NASJONALE HØYDESYSTEMER.....	7
4.2.1 Normalnull 1954	8
4.2.2 Nytt høydesystem, Normalnull 2000.....	8
4.2.3 EUREF89	10
4.2.4 Høydereferansemodeller – differanser mellom høyder i EUREF89 og i NN1954	11
4.3 OFFISIELLE KOMMUNALE HØYDESYSTEMER.....	13
4.4 Sjøkartnull og andre viktige referansenivåer	16
5 BRUK AV HØYDESYSTEMENE OG REFERANSENIVÅENE – ANBEFALINGER	18
5.1 GENERELT.....	18
5.2 HØYDER/DYBDER PÅ KART (INFORMATIVT).....	18
5.2.1 Høyder	18
5.2.2 Dybder.....	18
5.2.3 Friseilingshøyder/frihøyder.....	18
5.2.4 Oversikt over høyder/dybder og kyst-/vannkontur i ulike kartverk	19
5.3 TIDEVANNSHØYDER/VARSEL OM HØY VANNSTAND (INFORMATIVT)	19
5.4 NØYAKTIGHETSKRAV TIL HØYDER	20
5.5 BEVARING AV FASTMERKER.....	20
5.6 INFORMASJON.....	21
TILLEGG A (NORMATIVT) - DEFINISJONER OG FORKORTELSER	22
TILLEGG B (INFORMATIVT) - NN1954 – HISTORISK UTVIKLING. BESKRIVELSE	36
B.1 NORMALNULL 1954 (NN1954) I SØR-NORGE.....	36
B.1.1 Historikk	36
B.1.2 Status i 1954	37
B.1.3 Krav til fundamentalpunktet	38
B.1.4 Offisiell innføring av NN1954	38
B.1.5 Fundamentalpunktet Tregde – utgangspunktet for NN1954	38
B.2 NORD-NORSK NULL 1957 (NNN1957)	41
B.2.1 Historikk	41
B.2.2 Innføring av NNN1957	42
B.3 SAMMENFØYNING AV NN1954 OG NNN1957	42
B.4 PRESISJONSNIVELLELEMENT OG FJORDOVERFØRINGER	42
B.5 HISTORIKK	44
B.6 DIFFERANSE MELLOM NN1954 OG MIDDELVANN	45
TILLEGG C (INFORMATIVT) - LANDHEVNING	45
TILLEGG D (INFORMATIVT) - TIDEVANN OG VANNSTANDSMÅLING	48

TILLEGG E (INFORMATIVT) – LITTERATUR.....	50
---	----

Innholdsfortegnelse – figurer

FUNDAMENTALPUNKT FOR NN1954, VED TREGDE I MANDAL KOMMUNE.....	1
FIGUR 1. GEOIDE- OG HØYDEREFERANSEMODELL, MED TILHØRENDE BEGREPER	6
FIGUR 2. ELLIPSOIDE/GEOIDE	7
FIGUR 3. FASTMERKENE I DET NORSKE PREISJONSNIVELLELEMENTSNETTET, STATUS PR. 1. JAN. 2010	9
FIGUR 4. HØYDEREFERANSEMODELL: ISOLINJER BASERT PÅ HREF2008A	12
FIGUR 5. KOMMUNALE HØYDESYSTEMER I NORGE.....	15
FIGUR 6. LAT OG SJØKARTNULL RELATIVT MIDDELVANN PÅ NORSKEKYSTEN.....	16
FIGUR 7. SKISSE OVER VIKTIGE REFERANSENIVÅER I SJØKARTENE.....	17
FIGUR 8. KART OVER MANDAL – TREGDE. UTSNITT AV NORGE 1:50 000 1411-II MANDAL OG 1410-I RYVINGEN	40
FIGUR 9. KART OVER TREGDE. UTSNITT AV ØKONOMISK KARTVERK – BLAD BF001-5-3.....	41
FIGUR 10. DIFFERANSE MELLOM NN1954 OG MIDDELVANN FOR PERIODEN 1979 – 1997	45
FIGUR 11. LANDHEVNINGSKART, MM/ÅR	47
FIGUR 12. KARTVERKETS VANNSTANDSMÅLERE.....	49

0 Orientering

En landsomfattende spørreundersøkelse som Statens kartverk Geodesi har gjennomført, viste at noen kommuner bruker høyder som ikke er knyttet til Norges offisielle høydesystemer. En del kommuner opererer også med mer enn ett høydesystem. Det brukes i dag flere referansenivåer for høydeangivelser, som f.eks. NN1954, sjøkartnull og lokalnull. Som en rettesnor for entydig og korrekt høydeangivelse er derfor denne standarden utarbeidet.

Standarden gir en oversikt over offisielle høydesystemer og referansenivåer. Videre gir den anbefalinger om hvordan de skal brukes.

Hensikten med standarden *Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer* er å bidra til at høyder angis slik at man hindrer misforståelser med store samfunnsøkonomiske konsekvenser som følge.

Standarden bidrar også til å avklare sammenhengen mellom ellipsoidiske høyder og høyder i det nasjonale høydesystemet NN1954 og NN2000, noe som ansees viktig i en tid hvor satellittbasert teknologi har fått en stadig økende anvendelse for navigasjon og stedfesting, både blant fagfolk og andre brukere.

1 Omfang

Denne standarden omfatter Norges hovedland og tilgrensende havområder. Den omfatter ikke de norske polarområdene.

Standarden definerer de viktigste begrepene knyttet til høydeangivelse og den angir hvordan høydesystemene bør brukes generelt.

Med "kart" menes i denne standarden både analoge kart, digitale kart, elektroniske kart og kartdatabaser.

2 Referanser

I teksten er det referert til følgende standarder og andre dokumenter, som er nødvendige for å kunne forstå og bruke hele standarden *Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer*:

Signalloven av 1923.

Standard Geografisk informasjon *Grunnlagsnett*, versjon 1.1 – desember 2009.

Se også Tillegg E - Litteratur.

3 Definisjon av termer og forkortelser

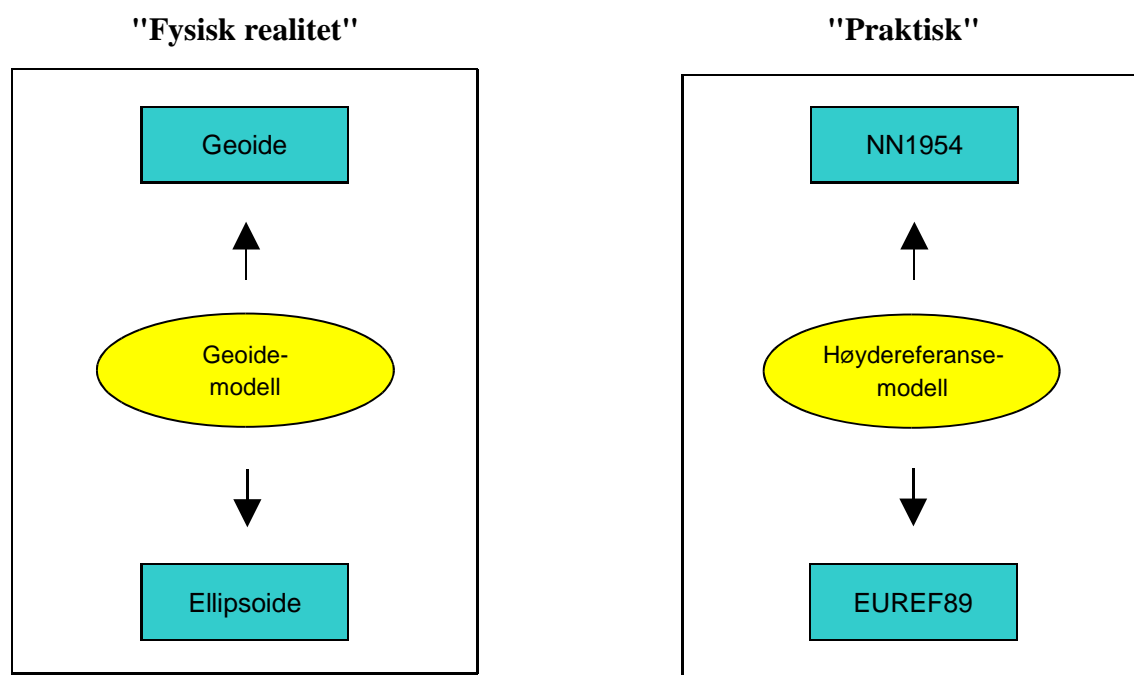
Forkortelser og termer brukt i standarden finnes forklart i Tillegg A (normativt) - Termer og forkortelser.

4 Høydesystemer og referansenivåer

4.1 Geoidmodell og høydereferansemodell

Noen av de sentrale definisjonene i Tillegg A stilles her sammen for å tydeliggjøre sammenhenger og avdekke forskjeller. Nedenfor forklares forskjellen mellom en geoidmodell og en høydereferansemodell og deres forhold til de sentrale begrepene geoide, ellipsoide, NN1954 og EUREF89. Forskjellene mellom geodetiske referansesystemer, geodetisk referanseramme og datum behandles nærmere i standarden *Koordinatbaserte referansesystemer*.

En geoidmodell beskriver nivåforskjellen mellom ellipsoiden, som er en matematisk definert flate, og geoiden, som er en potensialflate i jordens tyngdefelt. En høydereferansemodell beskriver derimot forskjellen mellom to høydesystemer, for eksempel NN1954 og EUREF89. Mens en geoidmodell beskriver en fysisk realitet, har en høydereferansemodell en mer praktisk tilnærming.



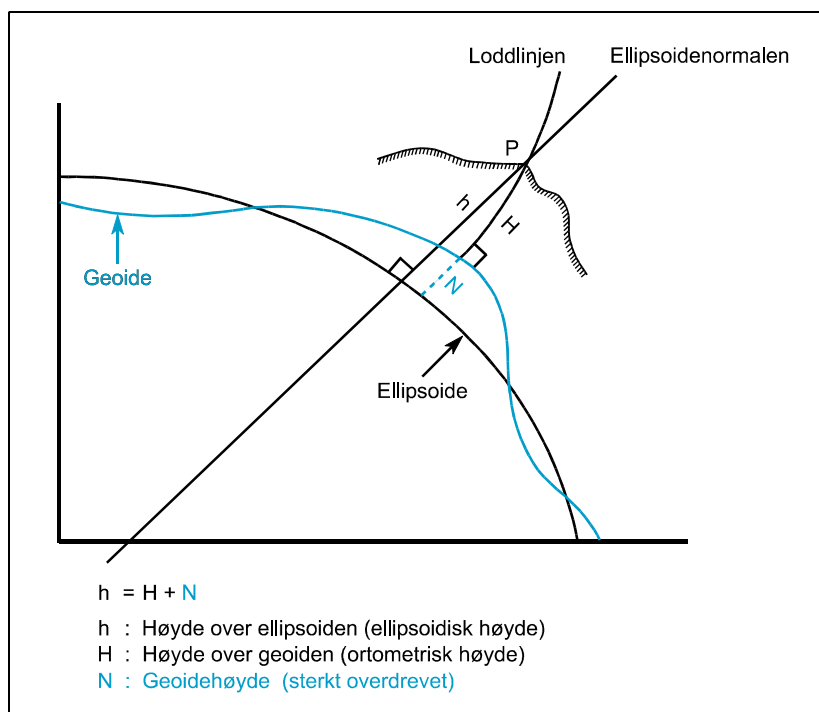
Figur 1. Geoide- og høydereferansemodell, med tilhørende begreper

Hvis NN1954 hadde gitt sanne høyder over geoiden og EUREF89 gitt sanne høyder over ellipsoiden, ville geoidmodellen og høydereferansemodellen ha beskrevet det samme. Men dette er ikke tilfelle: Høyder som i Norge er relatert til EUREF89, har 1994 som referanseår (1989 er referanseår kun for de geodetiske koordinatene). Følgelig vil et fastmerke i Trysil, hvis vi regner en landhevning på 6 mm/år, i 2002 ha en høyde som avviker 4.8 cm fra høyden

over ellipsoiden. Høydene i NN1954 er enda mer deformert på grunn av landhevingen siden 1954 og kan avvike opp til 30-40 cm fra fastmerkets høyde over geoiden i dag. Også måleunøyaktigheter gjør at høydereferansemodellen avviker fra geoidmodellen.

Selv om modellene beskriver to forskjellige flater, er de likevel nært korrelerte, ettersom høydereferansemodellen beregnes ved å tilpasse geoidmodellen ut fra fastmerker der både NN1954- og EUREF89-høyden er godt bestemt ved måling i felten.

En høydereferansemodell endres ikke over tid på grunn av landheving. Dette skyldes at forskjellene i høyde mellom to høydesystemer forblir uendret selv om landet faktisk stiger eller synker.



Figur 2. Ellipsoide/geoide

Geoiden er i praksis representert ved en geoidmodell som er en samling av et stort antall punkter (fordelt i et rutenett) med høydeforskjellen fra ellipsoide til geoiden.

4.2 Offisielle nasjonale høydesystemer

Et nasjonalt høydesystem består av et vertikalt eller geodetisk datum og et landsomfattende nett av utvalgte fastmerker som er høydebestemt i dette datumet.

Norges offisielle nasjonale høydesystem har hittil vært basert på Normalnull 1954, som er et vertikalt datum. Høydene er tilnærmet ortometriske og refereres til geoiden.

Ved beregningen av Stamnettet og innføringen av EUREF89 i 1997 fikk vi et nytt offisielt geodetisk datum og nytt nasjonalt høydesystem for ellipsoidiske høyder.

Nyeste nasjonale høydesystem for ortometriske høyder er NN2000. Pr. 2008 er det nasjonale nivellementsnettet beregnet.

4.2.1 Normalnull 1954

Normalnull 1954¹ er fysisk knyttet til ett bestemt fastmerke ved Tregde vannstandsmåler (nær Mandal). Dette fastmerket er fundamentalpunkt. Høyden på dette fastmerket er basert på en utjevning fra 1954 av middelvannstandsberegningene for Oslo, Nevlunghavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølisdal og Heimsjø vannstandsmålere. I utjevningen er det benyttet mellom 18 og 53 årganger av målinger fra de ulike vannstandsmålerne. Normalnull 1954 forkortes vanligvis til NN1954.

Man søkte den gang å tilstrebe geoiden som referanseflate, men man hadde ikke nok informasjon til å nå dette målet entydig. Det ble brukt teoretiske tyngdeverdier, og de tilhørende høydeverdier kom derfor til å ligge nærmere normalhøyder enn ortometriske høyder.

Fram til og med 1995 har det eksistert to norske offisielle vertikale datumer, NN1954 for Sør-Norge og NNN1957 for Nord-Norge, se Tillegg B. På grunn av den lille nivåforskjellen mellom de to datumene, ble betegnelsen NN1954 anbefalt brukt for hele landet fra 1. januar 1996. Ingen høydeverdier ble endret ved dette.

Høydesystemet er realisert gjennom et nett av fastmerker langs veier og jernbaner. Avstanden mellom fastmerkene er vanligvis ca. 1 km. Disse fastmerkene høyde er bestemt ved presisjonsnivellement. Se figur 3. Fra en del nivellementsfastmerker er høyden ført videre ut til landets trekantpunkter ved hjelp av vinkel- og avstandsmålinger. Fastmerkene er lovbeskyttet (Signalloven av 1923), men likevel er mange nivellementsfastmerker gått tapt. Nærmere omtale av presisjonsnivellementet i Norge finnes i Tillegg B.4 og B.5.

4.2.2 Nytt høydesystem, Normalnull 2000

Et nytt høydesystem, NN2000, skal erstatte NN1954. Dette systemet baseres på en felles nordisk beregning og har fundamentalpunkt i Amsterdam. I desember 2008 ble nivellementsnettet i Norge beregnet i dette systemet. I Vestland fylkene er høydene å betrakte som foreløpige, ettersom målingene over Sognefjorden må undersøkes nærmere. Endelig beregning vil utføres i 2009/2010.

Høyden på punkter i Stam- og Landsnettet skal bestemmes med utgangspunkt i ellipsoidisk høyde og korleksjon til NN2000 ved hjelp av en høydereferansemodell.

Overgang til NN2000 på kommunalt nivå forventes gjennomført som Geovekstprosjekter etter noenlunde samme opplegg som ved innføring til EUREF89.

¹ Se nærmere om historikk, status 1954, krav til fundamentalpunkt, formell innføring og beskrivelse av fundamentalpunktet Tregde i Tillegg B.1.



*Figur 3. Fastmerkene i det norske presisjonsnivellementsnettet, status pr. 1. jan. 2010
Avstanden mellom fastmerkene er vanligvis ca. 1 km, noen steder 2-4 km. Blått: Målt to
ganger. Grønt: Målt tre ganger.*

Nesten alle kommuner har valgt sitt høydesystem ved å knytte det kommunale høydenettet til høyder på ett eller flere fastmerker i presisjonsnivellementsnettet eller det nasjonale trekantnettet. Se underkapittel 4.3.

4.2.3 EUREF89

Fra 1994 til 1997 ble det ved hjelp av GPS målt et helt nytt geodetisk nett i Norge, kalt Stamnettet. Se [10] og [11] i Tillegg E. Man kan skille mellom 3D-punkter og øvrige stamnettpunkter. 3D-punktene ble bestemt på bakgrunn av fem utvalgte europeiske ITRF93-stasjoner, kjente baneparametre og kjente jordrotasjonsparametre. De øvrige stamnettpunktene ble bestemt ved differensiell måling av vektorer og utjevnet i et nett der 3D-punktene ble holdt fast med kjente koordinater.

3D-punktene ble først bestemt i den internasjonale referanserammen ITRF93 og så transformert tilbake til 1989. De beregnede koordinatene i EUREF89 er således posisjonen til punktene slik de var 1. januar 1989.

3D-punktene ble bestemt ved geosentriske koordinater (X, Y, Z) , se [10] og [11]. Disse ble så omregnet til geodetiske koordinater (φ, λ) og ellipsoidisk høyde h . Geodetiske koordinater ble deretter omregnet til kartplankoordinater. De øvrige stamnettpunktene ble bestemt direkte i kartplankoordinater og ellipsoidisk høyde.

Til sammen utgjør 3D-punktene og de øvrige stamnettpunktene 930 fastmerker. Avstanden mellom dem er vanligvis 15-20 km. Som en fortetting av Stamnettet er Landsnettet etablert. Også her blir ellipsoidiske høyder beregnet.

Overgangen fra ITRF93 til EUREF89 korrigerer ikke for små bevegelser innen den europeiske tektoniske plate i tidsrommet fra 1989 til 1994. I Norge er landhevingen en slik liten bevegelse, som over fem år utgjør noen cm. De beregnede ellipsoidiske høyder i EUREF89 har derfor 1994 som referanseår, ikke 1989. Når man skal transformere data observert ved et bestemt tidspunkt i ITRF til EUREF89, må altså den ellipsoidiske høyden korrigeres tilbake til året 1994.

4.2.4 Høydereferansemodeller – differanser mellom høyder i EUREF89 og i NN1954

Når satellittbaserte metoder brukes til høydebestemmelse, beregnes posisjoner i tredimensjonale geosentriske koordinater (X, Y, Z) i en geodetisk referanseramme. De kan så regnes om til geodetiske koordinater (φ, λ) og ellipsoidisk høyde h .

Forskjellen mellom høyde over geoiden og høyde over ellipsoiden for et punkt, geoidehøyden, er vist på figur 2. I forhold til den ellipsoiden som benyttes i EUREF89 (GRS80), varierer geoidehøyden i Norge mellom 18 og 48 m, og geoiden ligger over ellipsoiden i hele landet.

Ved omregning mellom høyder i EUREF89 og NN1954 bruker man geoidehøyden. Trengs en nøyaktighet på centimeter- eller desimeternivå, kan ikke den nordiske geoidehøydemodellen NKG96N benyttes uten videre. Dette skyldes blant annet

- unøyaktigheter i NKG96N
- inhomogeniteter i høydenettet
- landhevingen

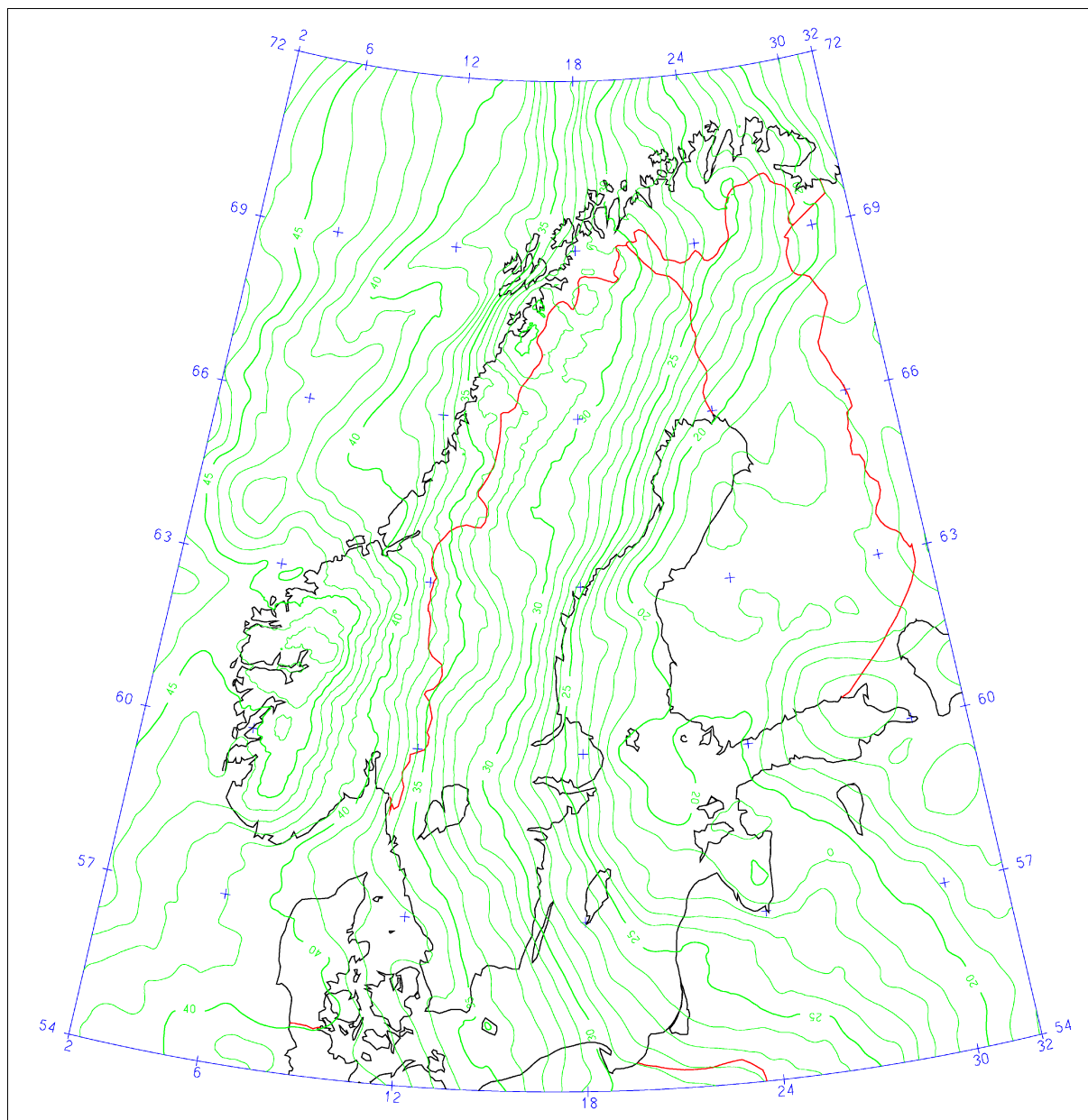
Mange landsnettpunkter er nivellerte. Slike fellespunkter har både ellipsoidisk høyde og høyde i NN1954 og kan brukes til å beregne en modell for differansen mellom NN1954 og den nordiske geoidemodellen. Slike nasjonalt datumtilpassede modeller kalles høydereferansemodeller, se figur 1 og figur 4.

Etter hvert som flere landsnettpunkter blir nivellert, oppdateres høydereferansemodellen og får betegnelsen HREF med et årstall bak. Ellipsoidiske høyder korrigert med modellen gir – med få unntak – NN1954-høyder som stemmer innenfor ± 3 cm.

Høydereferansemodellen brukes i Statens kartverks transformasjonsprogram WSKTRANS og i andre kommersielle programpakker. Tas det utgangspunkt i ellipsoidiske høyder eller høydeforskjeller, og det ønskes overensstemmelse med Landsnettets høyder i NN1954, må det benyttes en oppdatert modell. Er det derimot overensstemmelse med en eller annen tidligere beregning som er målet, må samme versjon av modellen benyttes hver gang.

En vanlig framgangsmåte for å benytte satellittmålinger til høydebestemmelse er å beregne tredimensjonale vektorer mellom to og to punkter. Fra vektorene kan de ellipsoidiske høydeforskjellene utledes, og ut fra en høydereferansemodell kan disse så korrigeres til høydedifferanser i det aktuelle vertikale datum.

Differansen mellom høydeforskjellen i det aktuelle vertikale datum og den ellipsoidiske høydeforskjellen kan uttrykkes som et loddavvik. Mange utjevningsprogram har mulighet for å beregne et eller flere loddavvikspar, eller korrigere de ellipsoidiske høydeforskjellene hvis loddavvikene er kjente. Denne metoden kan fungere i mindre områder der geoidforløpet er rolig. Noen utjevningsprogram uttrykker den ellipsoidiske høydeforskjellen som en "ellipsoidisk senitdistanse".



Figur 4. Høydereferansemodell: Isolinjer basert på HREF2008A
Ekvidistanse 1 m. **Modellen gjelder kun for norske landområder**. Utenfor Norge kan denne modellen være opp til 2m feil. Kartet dekker området fra 54°N til 72°N og fra 2°Ø til 32°Ø.

4.3 Offisielle kommunale høydesystemer

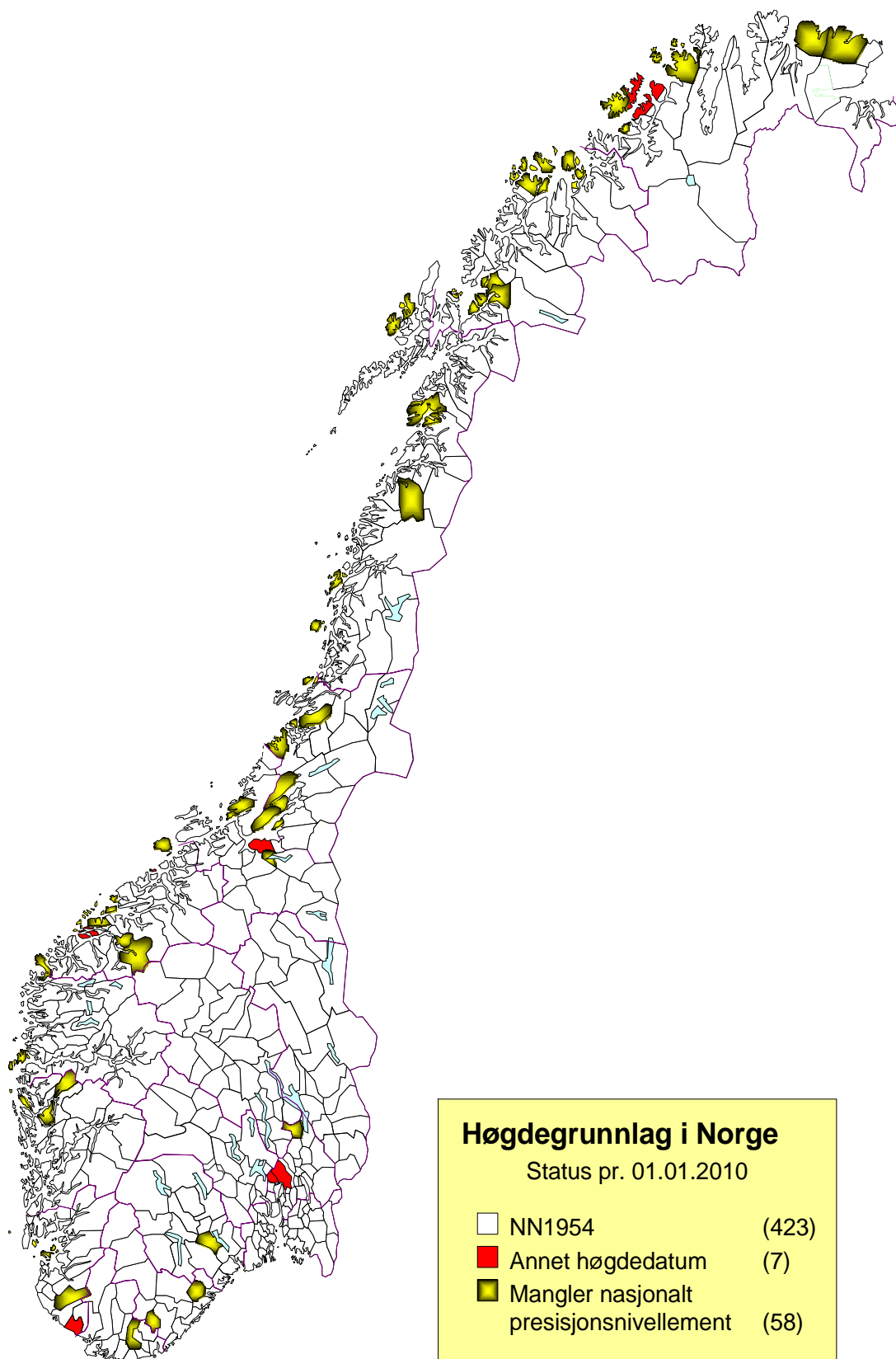
Flere kommuner har sine egne høydesystemer som bygger på et annet vertikalt datum enn NN1954. Det gjelder f.eks. Oslo og Trondheim. Norgeskartet i figur 5 gir en oversikt over tilknytningen til det nasjonale høydesystemet NN1954 pr. 1. januar 2010. De aller fleste kommunene bruker NN1954. Noen kommuner som har knyttet seg til NN1954, bruker Statens kartverks presisjonsnivellerte fastmerker som utgangspunkt. Andre har knyttet seg til trigonometrisk bestemte punkter. Trigonometriske punkter har som regel en langt dårligere høydenøyaktighet enn nivellerte fastmerker. Dette kan være årsak til uoverensstemmelser mellom høydesystemet i en kommune og i nabokommunene. Med tiden vil trolig flere kommuner knytte seg til NN1954 ved å bruke Statens kartverks presisjonsnivellementsfastmerker. For opplysninger om den enkelte kommunes høydesystem henvend deg direkte til kommunen.

Tabell 1. Kommuner med vertikalt datum forskjellig fra NN1954 (status pr. 1. januar 2010).

Fylke	Kommune	Presisjonsniv. fram til kommunen?	Høyder i NN1954 minus høyder i kommunens system
Oslo	Oslo	Ja	0,212 m
Akershus	Bærum	Ja	0,212 m
Rogaland	Sokndal	Nei	Ca. -0,100 m
Sør-Trøndelag	Trondheim	Ja	-0,871 m
Møre og Romsdal	Sula	Ja	Ca. 0,270 m
Møre og Romsdal	Kristiansund	Ja	-2,000 m
Møre og Romsdal	Ålesund	Ja	Ca. 0,200 m

Tabell 2. Kommuner som det nasjonale presisjonsnivellementsnett er ført fram til pr. 1. januar 2010.

Fylke	Kommune	Fylke	Kommune
Akershus	Hurdal	Sør-Trøndelag	Klæbu
Telemark	Nome	Sør-Trøndelag	Ørland
Aust-Agder	Iveland	Nord-Trøndelag	Flatanger
Aust-Agder	Vegårshei	Nord-Trøndelag	Fosnes
Vest-Agder	Marnardal	Nord-Trøndelag	Frosta
Rogaland	Bjerkreim	Nord-Trøndelag	Leka
Rogaland	Bokn	Nord-Trøndelag	Leksvik
Rogaland	Finnøy	Nord-Trøndelag	Mosvik
Rogaland	Kvitsøy	Nord-Trøndelag	Verran
Rogaland	Rennesøy	Nordland	Beiarn
Rogaland	Sokndal	Nordland	Bø
Rogaland	Utsira	Nordland	Dønna
Hordaland	Fedje	Nordland	Herøy
Hordaland	Modalen	Nordland	Steigen
Hordaland	Osterøy	Nordland	Træna
Hordaland	Radøy	Nordland	Vega
Sogn og Fjordane	Selje	Nordland	Værøy
Sogn og Fjordane	Solund	Nordland	Øksnes
Møre og Romsdal	Aukra	Troms	Bjarkøy
Møre og Romsdal	Giske	Troms	Dyrøy
Møre og Romsdal	Halsa	Troms	Ibestad
Møre og Romsdal	Haram	Troms	Karlsøy
Møre og Romsdal	Midsund	Troms	Salangen
Møre og Romsdal	Norddal	Troms	Skjervøy
Møre og Romsdal	Sandøy	Finnmark	Berlevåg
Møre og Romsdal	Smøla	Finnmark	Båtsfjord
Møre og Romsdal	Stordal	Finnmark	Hasvik
Møre og Romsdal	Tustna	Finnmark	Måsøy
Sør-Trøndelag	Bjugn		



Figur 5. Kommunale høydesystemer i Norge.

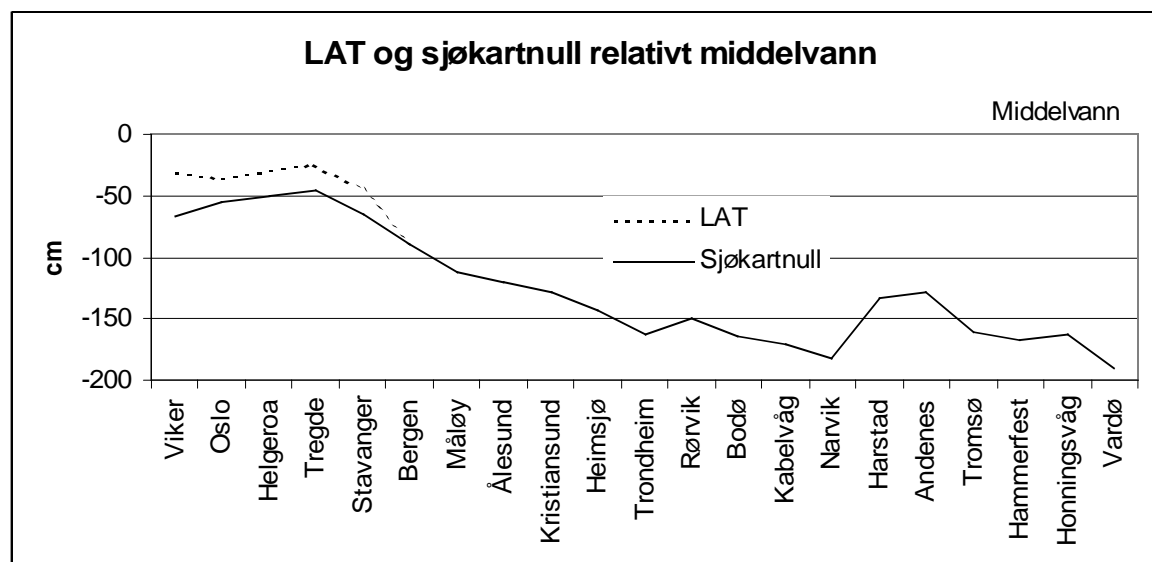
4.4 Sjøkartnull og andre viktige referansenivåer

Av sikkerhetsgrunner er nullnivået i sjøkartene lagt så lavt at vannstanden sjelden faller under dette nivået. Størrelsen på tidevannet er derfor utgangspunktet for bestemmelsen av nullnivået. Fra 1. januar 2000 innførte nordsjølandene laveste astronomiske tidevann (LAT) som felles sjøkartnull. Det er unntak for områder der det astronomiske tidevannet er så lite at vannstandsvariasjonene ofte er dominert av værrets virkning på vannstanden. I slike områder legges sjøkartnull lavere enn LAT. I Norge gjelder dette spesielt Sørlandskysten og Oslofjorden, hvor vannstanden i lange perioder (gjærne 1–2 uker) kan ligge lavere enn LAT.

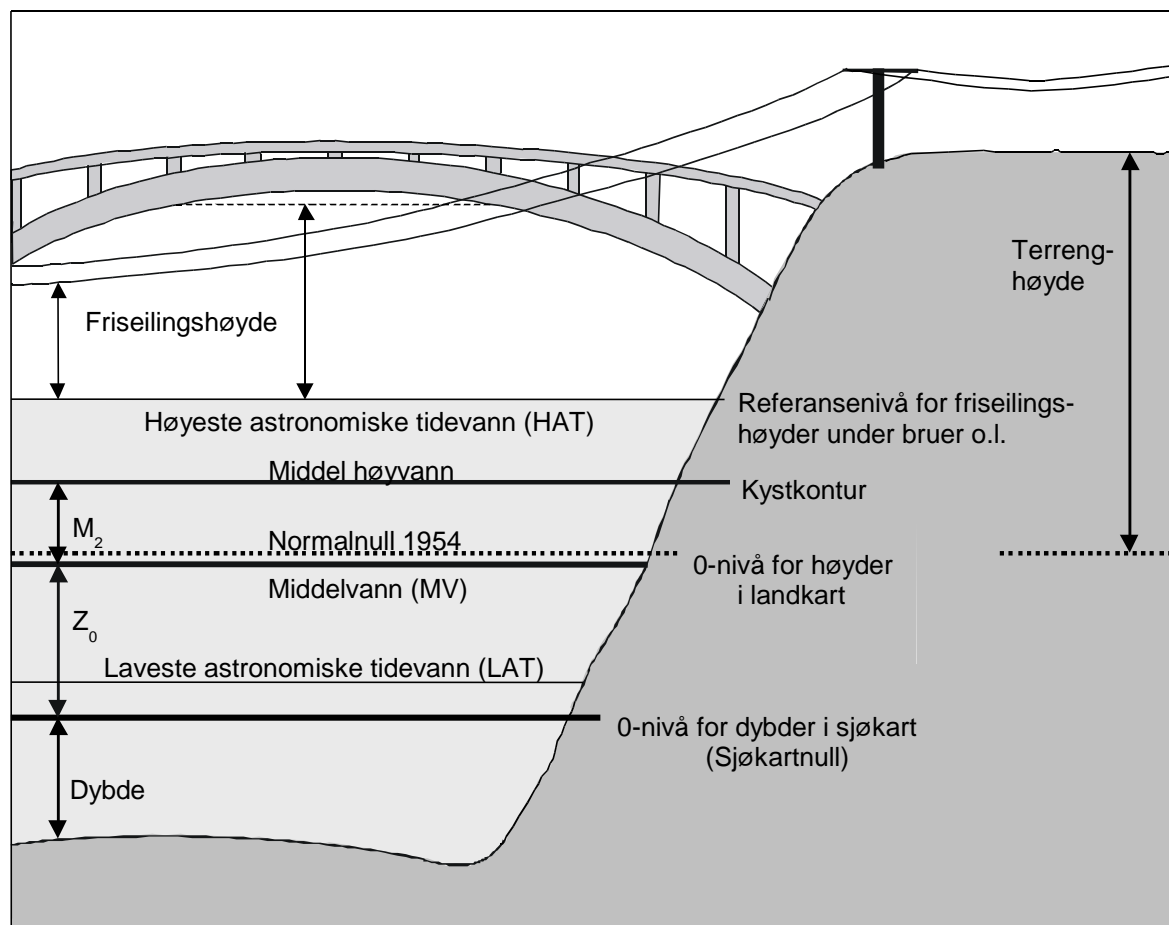
Tabell 3. Sjøkartnull i Norge.

Strekning	Sjøkartnull
Indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet)	30 cm lavere enn LAT
Fra svenskegrensen til og med Utsira (i Karmsundet går grensen ved Salhusstrømmen)	20 cm lavere enn LAT
Resten av landet, inkludert Svalbard	Sammenfallende med LAT

Figur 6 viser variasjonen av sjøkartnull og LAT, i forhold til middelvann, langs kysten. Opplysninger om LAT, Z_0 (den vertikale avstanden mellom middelvann og sjøkartnull) og andre referansenivåer i norske sjøkart finnes i *Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard*, [8] i Tillegg E.



Figur 6. LAT og sjøkartnull relativt middelvann på norskekysten



Figur 7. Skisse over viktige referansenivåer i sjøkartene
 Nord for Utsira faller LAT og sjøkartnull sammen.

Referansenivå i sjøkart er ikke internasjonalt standardisert. Ved bruk av andre lands sjøkart må det skaffes opplysninger om hvilke definisjoner som er brukt.

5 Bruk av høydesystemene og referansenivåene – anbefalinger

5.1 Generelt

En høydeangivelse er ikke entydig uten at relasjonen til et datum er gitt. Norges offisielle høydesystemer skal danne basis ved all høydeangivelse. All bruk av annet referansenivå eller høydedatum krever at man også oppgir relasjonen til et av de offisielle høydesystemene.

5.2 Høyder/dybder på kart (informativt)

Tabell 4 gir et sammendrag av dette.

5.2.1 Høyder

Alle kart skal inneholde informasjon om hvilket vertikalt datum høydene refererer seg til, se underkapittel 5.1.

På kartserie Norge 1:50 000 oppgis på kartet "gjennomsnitts sjønivå" som vertikalt datum. I produktspesifikasjonen for kartserien oppgis NN1954 som vertikalt datum. Relasjonen mellom "gjennomsnitts sjønivå" og NN1954 er ikke oppgitt på kartene. Dette er ikke ansett som nødvendig idet alle høydeangivelser er rundet av til nærmeste hele meter.

5.2.2 Dybder

Dybder til sjøs oppgis i forhold til sjøkartnull, for både sjøkart og landkart.

Høydeforskjellen mellom sjøkartnull og NN1954 skal oppgis i *Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard* og på sjøkart (inklusive havnekart). Sjøkartene påføres en passende henvisning i samsvar med eventuell standard for den aktuelle kartserien.

Dybder i innsjøer skal angis i forhold til et definert overflatenivå, som skal være oppgitt i et offisielt høydesystem. Tilsvarende gjelder for dybde av brønn, borehull, gruve, dybde til underjordiske anlegg og lignende.

5.2.3 Friseilingshøyder/frihøyder

- Friseilingshøyder i sjøområder skal i alle kart refereres til høyeste astronomiske tidevann (HAT) på samme måte som i sjøkartene, se figur 7. I sjøkartene skal dessuten avstanden mellom NN1954 og HAT oppgis.
- For uregulerte vann skal friseilingshøyder oppgis i forhold til normal flomvannstand. For slike vann skal normal flomvannstand angis i NN1954 (og ikke bare vannstand på fotograferingsdagen).
- For regulerte vann skal friseilingshøyde angis i forhold til høyeste regulerte vannstand (HRV), og HRV skal oppgis i NN1954.
- For andre forhold angis frihøyden i samsvar med de faste fysiske forhold og standarder for angivelse av vedkommende frihøyde (tunneller, underganger, ledningsspenn over bakken, etc.).
- Stedet frihøyde refererer seg til, skal være entydig angitt.

5.2.4 Oversikt over høyder/dybder og kyst-/vannkontur i ulike kartverk

Tabell 4. Oversikt over høyder/dybder og kyst-/vannkontur i ulike kartverk. Se også figur 7.

	Målestokk 1:50 000 og mindre Topografisk kartverk, Norge 1:50 000, database N50.	Målestokk 1:5000 og 1:10 000 Økonomisk kartverk, database N5, FKB database.	Målestokk 1:250 – 1:2000 Teknisk kartverk, FKB database.	Sjøkart
Høydesystem	NN1954	NN1954	NN1954 (noen få kommuner har eget høydesystem)	NN1954 (høyder på fyr og lykter er referert til middel høyvann)
Dybder i sjø refereres til	Sjøkartnull	Inngår ikke i FKB	Inngår ikke i FKB	Sjøkartnull
Kystkonturen følger	Middelvann	Middel høyvann	Middel høyvann	Middel høyvann
Null-(høyde)kurve	Konstrueres ikke separat. Faller sammen med kystkonturen	Hvor mulig, referert til NN1954	Hvor mulig, referert til NN1954 ev. kommunens høydesystem	Som Topografisk kartverk M1:50 000
Tørrfall	Markert med raster, uten tørrfallsgrense (som imidlertid vanligvis ligger i dataene)	På enkelte eldre kart, der det er langgrunt og mulig, som tørrfallsgrense. Tas ikke med i digitale kart	Blir ikke kartlagt	Markert med raster, uten tørrfallsgrense
Vannkontur i regulerte vann følger	Høyeste regulerte vannstand (HRV)	Høyeste regulerte vannstand (HRV), ev. fotovannstand ¹⁾	Høyeste regulerte vannstand (HRV), ev. fotovannstand ¹⁾	Som Topografisk kartverk M1:50 000
Vannkontur i uregulerte vann følger	Fotovannstand ¹⁾	Fotovannstand ¹⁾ , ev. normal vannstand	Fotovannstand ¹⁾ , ev. normal vannstand	Som Topografisk kartverk M1:50 000
Høyder på regulerte vann	Høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV)	Høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV)	Høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV)	Som Topografisk kartverk M1:50 000
Høyder på uregulerte vann	Fotovannstand ¹⁾	Fotovannstand ¹⁾	Fotovannstand ¹⁾	Som Topografisk kartverk M1:50 000
Friseilingshøyde til sjøs refereres til	Høyeste astronomiske tidevann HAT	Blir ikke kartlagt	Blir ikke kartlagt	Høyeste astronomiske tidevann HAT
Friseilingshøyde i landområder refereres til	Blir ikke kartlagt	Blir ikke kartlagt	Blir ikke kartlagt	Blir ikke kartlagt

¹⁾ Fotovannstand er vannstand fotograferingsdagen. Dato for fotograferingen skal være angitt på kartet.

Merknad: Dette siste kan være et vanskelig krav å oppfylle, spesielt i områder der kartet er ajourført flere ganger. For et kartblad kan man ha mange forskjellige flyfotodatoer. Verifikasjonsdatoen (fotograferingsdatoen) ligger imidlertid på alle kartobjektene.

5.3 Tidevannshøyder/varsel om høy vannstand (informativt)

I *Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard*, [8] i Tillegg E, oppgis tidevannshøyden i cm relativt sjøkartnull.

Varsler om høy vannstand fra Meteorologisk institutt gis i cm over tidevannshøyden oppgitt i Tidevannstabellen ([8] i Tillegg E). Se <http://www.met.no/> via menyen "Kyst og hav" til "Vannstand".

5.4 Nøyaktighetskrav til høyder

Kravene til høydenøyaktighet i Standard Geografisk informasjon *Grunnlagsnett*, underkapittel 4.4, skal følges.

5.5 Bevaring av fastmerker

Fastmerkene i Norges offisielle høydenett er lovbeskyttet ved Signalloven av 1923:

"§ 13. Den, som forsettlig eller uaktsomt rettsstridig ødelegger, beskadiger, endrer, fjerner, flytter eller tilsmusser fastmerke, signal, merke eller apparat for vannstandsmåling, som er opsatt for målinger, som omhandles i denne lov, straffes med bøter eller med fengsel i inntil 6 måneder."

Rettstridig ødeleggelse/fjerning av fastmerker medfører erstatningsansvar.

Hvis fastmerker må flyttes på grunn av vei- og anleggsvirksomhet, skal det tas kontakt med rette fastmerkemyndighet i god tid før anleggsvirksomheten starter. På Kartverkets internettside: <http://ngis2.statkart.no/fmr/default.html> finnes oversikt over alle fastmerkene i nivellementsnettet, Stamnettet og Landsnettet med koordinater, samt kart. Her kan man zoome inn fra et Norgeskart i målestokk 1: 2 millioner og videre til et kart i målestokk 1:5 000 og få en oversikt over fastmerkene i det aktuelle området.

For fastmerkene i de nasjonale høydesystemene er SK fastmerkemyndighet med adresse:

Statens kartverk Geodesi
Besøksadresse: Kartverksveien 21
Postadresse: 3507 Hønefoss

Telefon: 32 11 81 00
Telefaks: 32 11 81 01
E-post: firmapost@statkart.no

5.6 Informasjon

Henvendelser med spørsmål av generell karakter som berører høydesystemer og referansenivåer, kan rettes til:

Til sjøs:

Statens kartverk Sjø
Besøksadresse: Leirvigsveien 36

Postadresse: Postboks 60,
4001 Stavanger

Telefon: 51 85 87 00
Telefaks: 51 85 87 01

E-post: sksk@statkart.no

Til lands:

Statens kartverk Geodesi
Besøksadresse: Kartverksveien 21

Postadresse: 3507 Hønefoss

Telefon: 32 11 81 00
Telefaks: 32 11 81 01

E-post: firmapost@statkart.no

Tillegg A (normativt) - Definisjoner og forkortelser

I følgende alfabetiske liste gir vi definisjoner for termer som er brukt i Standard Geografisk informasjon *Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer* (Høydestandarden) [H] .

Noen regler som er fulgt ved redigeringen av lista:

De fleste termene som er brukt i definisjoner og merknader, er *kursivert*. Disse er definert på alfabetisk plass i lista.

Termer som er understreket i merknadene, kan være viktige å framheve i teksten, og/eller

- 1) være ført opp på alfabetisk plass i lista, men der bare med henvisning eller liknende, uten å være definert,
- 2) høre til denne standardens fagområde, uten å være brukt i teksten i standarden,
- 3) høre til andre fagområder og ikke være definert i geodesistandardene,
- 4) være alternative former,
- 5) være eldre former som foreslås tatt ut av bruk.

Termene er ikke brukt i sine egne definisjoner. I sine egne merknader er de skrevet fullstendig, ikke forkortet eller uthevet.

Forkortelser og akronymer er vanligvis definert ved at de er skrevet i sin fullstendige form, med understreking av bokstavene som danner forkortelsen/akronymet. Vanligvis er nærmere forklaring tilføyd i merknad.

datum

numerisk eller geometrisk størrelse, eller sett av slike størrelser, som danner utgangspunkt eller basis for andre størrelser

MERKNAD 1 - I geodesi- og landmålingsfaget definerer et datum plasseringen av et koordinatsystem ved

- a) plasseringen av origo,
- b) målestokken, og
- c) orienteringen av aksene.

MERKNAD 2 - Det skilles mellom tre hovedtyper datum:

1. *geodetisk datum* (kan anvendes for regioner eller hele jorden)
2. *vertikalt datum* (basis for *tyngdekraftrelaterte høyder*)
3. anleggsdatum (kan anvendes i et begrenset område)

MERKNAD 3 - Ofte kortform for *geodetisk datum*.

MERKNAD 4 - Flertall: datumer.

dybde

loddrett avstand fra et gitt *referansenivå* ned til sjøbunnen eller et annet objekt

dynamisk høyde

differanse mellom *geopotensialet* i et punkt og *geopotensialet* i havnivå, dividert med en konstant gitt ved *normaltyngden* i havnivå ved 45° bredde

MERKNAD - Regnes positiv fra havnivå og oppover.

ellipsoide

lukket, krum flate som av ethvert gjennomskjærende plan blir skåret i en ellipse

MERKNAD 1 - Kan uttrykkes ved formelen

$$x^2/a^2 + y^2/b^2 + z^2/c^2 = 1$$

der x, y, z er *koordinater* i et tredimensjonalt rettvinklet kartesisk koordinatsystem med origo i ellipsoidens sentrum, og konstantene a, b, c er ellipsoidens halvaksler.

MERKNAD 2 - I landmåling og geodesi vanligvis kortform for *referanseellipsoide* (geodetisk ellipsoide).

ellipsoidisk høyde

avstand fra *referanseellipsoiden*, målt langs *ellipsoidenormalen*

MERKNAD - Positiv utenfor *ellipsoiden*, negativ innenfor. Brukes ikke alene, bare som del av et tredimensjonalt geodetisk koordinatsystem.

EUREF89

European Reference Frame 1989

MERKNAD - Offisiell europeisk *geodetisk referanseramme*, brukt som *geodetisk datum* under beregningen av *Stamnett*.

Koordinatene til de såkalte 3D-*fastmerkene* i *Stamnett* ble beregnet i en utjevning hvor *koordinatene* for *fastmerker* i *ITRF93* ble holdt fast. De publiserte hastigheter for den europeiske tektoniske platen ble benyttet for å henføre koordinatene til ETRS89, dvs. tidspunkt 1989.0. Disse 3D-*fastmerkene* utgjør *referanserammen* som realiserte EUREF89. *GRS80-ellipsoiden* inngår i EUREF89.

fastmerke

varig merket punkt, markert med bolt eller annen egnet permanent markering, der *høyde* og/eller *tyngde* og/eller andre *koordinater* er bestemt, eller planlagt bestemt

fjordoverføring

måling av *høydeforskjell* over fjord, vann eller elv, der vanlige *nivelleringsmetoder* blir erstattet av samtidige avlesninger med spesielt nøyaktig instrumentering og observasjonsprosedyre

FKB

felles kartdatabase i Geovekst-samarbeidet

frihøyde

høyde for fri passasje

MERKNAD - Frihøyde er mer omfattende enn *friseilingshøyde*. Frihøyde omfatter også minste *høyde* i tunneler og underganger og under veg-/jernbanebruer, foruten minste *høyde* av kraftlinjer over terreng, bygning o.l.

friseilingshøyde

minste seilingshøyde under bru, luftspenn og liknende, fra et gitt *referansenivå*

MERKNAD - Se underkapittel 4.4 om aktuelle referansenivåer, samt figur 7.

fundamentalpunkt

utgangspunkt i et definert *datum*

geodetisk datum

datum som beskriver forbindelsen mellom et koordinatsystem og den fysiske jorden

MERKNAD 1 - Vanligvis knyttet til en nærmere angitt *ellipsoide*. Den horisontale delen av datumet tilordner da *ellipsoidens* gradnett til den fysiske jorden, og den vertikale delen tilordner *ellipsoidiske høyder*.

MERKNAD 2 - Vanlig kortform: datum.

geodetisk referanseramme

kjente geosentriske *koordinater* for utvalgte *fastmerker* som realiserer et *geodetisk referansesystem*

MERKNAD 1 - I globale referanserammer er tidspunkt og *fastmerkenes* hastighet viktig. Enkelte nasjonale og regionale referanserammer er fastlåst til et bestemt tidspunkt, og da er *fastmerkenes* hastighet irrelevant.

MERKNAD 2 - Vanlig kortform: referanseramme.

geodetisk referansesystem

grunnlag for entydig stedfesting i et geosentrisk koordinatsystem hvor tidspunkt, matematiske modeller, fysiske konstanter og parametre for jorden inngår

MERKNAD - Vanlig kortform: referansesystem.

geoide

potensialflate i jordens tyngdefelt, best mulig samsvarende med verdenshavenes midlere nivå

MERKNAD 1 - Er bl.a. *referanseflate* for astronomiske observasjoner og for angivelse av *ortometriske høyder*.

MERKNAD 2 - Kan avvike fra lokalt *middelvann* på grunn av ytre påvirkninger som *tidevanns*bevegelser, havstrømmer, temperatur og saltinnhold.

MERKNAD 3 - Under kontinentene påvirker overliggende og underliggende masser geoidens beliggenhet.

geoidehøyde

høyde for *geoiden* over en valgt *referanseellipsoide*

geoidehøydemodell

modell som angir hvor høyt *geoiden* ligger i forhold til en valgt *ellipsoide*

MERKNAD - Kalles også geoidmodell.

geoidmodell

(det samme som) *geoidehøydemodell*

geopotensial

potensial oppstått som resultant av *gravitasjons-* og *sentrifugalpotensial*

MERKNAD 1 - Vanlig kortform: *potensial*.

MERKNAD 2 - Kalles også tyngdepotensial.

geopotensialtall

differanse mellom *geopotensialet* i et punkt og *geopotensialet* på *geoiden*

MERKNAD - Kan beregnes som integralet $\int g dH$ langs loddlinjen fra *geoiden* til punktet, der *g* er *tyngdens* akselerasjon og *H* er *høyde*.

GPS

Global Positioning System

MERKNAD - På norsk: Globalt navigasjons- og stedfestingssystem. Betegnelse på et system av satellitter benyttet til navigasjon, stedfesting og geodetiske oppgaver. Systemet er etablert og administrert av USA. Det består av 24 satellitter i baner ca. 20 000 km over jordoverflaten, jevnt fordelt i 6 baneplan.

gravimetripunkt

fastmerke hvor *tyngden* er bestemt ved hjelp av gravimeter

MERKNAD - Kan være et eget *tyngdefastmerke* eller et *nivellementspunkt*, trekantpunkt eller annet *fastmerke*.

gravitasjon

tiltrekningskraft som virker mellom masselegemer

MERKNAD 1 - Newtons universelle gravitasjonslov beskriver gravitasjonen: To legemer med masse m_1 og m_2 i en avstand r mellom tyngdepunktene tiltrekker hverandre med en kraft som er rettet langs den rette linjen mellom tyngdepunktene og lik $G \times (m_1 \times m_2) / r^2$, der G er den universelle gravitasjonskonstanten, bestemt til $6,673 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / (\text{kg s}^2)$.

MERKNAD 2 – Ikke det samme som *tyngde*.

GRS80

Geodetic Reference System 1980

MERKNAD - En samling definerte og avledede konstanter for en modell av jorden, anbefalt av organisasjonene IAG og IUGG i 1979. Den tilhørende *ellipsoiden* har

store halvakse $a = 6\,378\,137 \text{ m}$,
flattrykning $f = 1/298.257\,222\,101$.

HAT

Highest Astronomical Tide

MERKNAD - Høyeste tidevann i en periode på 18,6 år.

HREF

(kortform for) *høydereferansemodell* som er basert på en *kvasigeoid* høydemodell

MERKNAD 1 - Statens kartverk beregner HREF-modeller som angir *høydeforskjellen* mellom *NN1954* og *EUREF89*. Etter hvert som flere punkter i *Stammnettet* og *Landsnettet* blir nivellert, beregnes nye,

forbedrede modeller. De angis med årstall for å skilles fra hverandre (for eksempel HREF2005A). Modellen har fram til nå (2009) vært basert på den nordiske *kvasioidehøydemodellen NKG96*. Når nytt *vertikalt datum* innføres, må nye HREF-er beregnes mellom dette nye datum og *EUREF89*.

HRV

høyeste regulerte vannstand

høyde

vertikal avstand over en fysisk eller matematisk definert *referanseflate*

MERKNAD - Hvis *referanseflaten* er en *ellipsoide*, får man *ellipsoidisk høyde*. Hvis *referanseflaten* er *geoiden*, får man *ortometrisk høyde*. *Normalhøyde* refererer seg til en *geoidelignende flate* kalt *kvasioiden*. Den dagligdagse betegnelsen "høyde over havet" er en upresis samlebetegnelse for *normalhøyde* og *ortometrisk høyde*.

høydedatum

(det samme som) *vertikalt datum*

høydegrunnlag

fastmerke(r) som danner utgangspunkt(er) for *høydebestemmelse*

høydereferansemodell

modell for differansen mellom *høyder* i et *vertikalt datum* og *ellipsoidiske høyder* i et *geodetisk datum*

MERKNAD 1 - Vanligvis beregnes modellen ved at en *geoidhøydemodell* eller *kvasioidehøydemodell* tilpasses punkter der *høyder* av de to aktuelle typer er kjent.

MERKNAD 2 - Eksempel: *HREF*.

høydesystem

vertikalt datum eller *høydedelen* av et *geodetisk datum*, og et *nett* av *fastmerker* som er *høydebestemt* i dette *datumet*

høyeste astronomiske tidevann

se *HAT*

høyvann

høyeste vannstand i løpet av én *tidevannsperiode*

ITRFInternational Terrestrial Reference Frame

MERKNAD - Global *geodetisk referanseramme*, framkommet som International Earth Rotation Service (IERS) sin realisering av det *geodetiske referansesystemet ITRS*. Angir geosentriske *koordinater* for utvalgte internasjonalt aksepterte *fastmerker* (stasjoner) over hele jordkloden. Fordi kontinentene beveger seg i forhold til hverandre, vil disse *fastmerkene* flytte seg og deres *koordinater* endre seg med tiden. Hver *referanseramme* som utarbeides av IERS, merkes derfor med et årstall (f.eks. ITRF93, ITRF2000). Over tid kan hastighet og bevegelsesretning for hvert *fastmerke* bestemmes.

ITRSInternational Terrestrial Reference System

MERKNAD - Konvensjonsbetinget, terrestrisk referansesystem som International Earth Rotation Service (IERS) i Frankrike er ansvarlig for.

koordinat

en av et sett på n tallstørrelser som angir en beliggenhet i et n -dimensjonalt rom

MERKNAD 1 - De n tallstørrelsene kan ha samme eller forskjellig dimensjon (målenhet).

MERKNAD 2 - I landmåling og geodesi vanligvis brukt om en geometrisk størrelse, som avstand eller vinkel, med n lik 1, 2 eller 3, for hhv. linje, flate og 3-dimensjonalt rom. Andre koordinater, som ev. kan gjøre n større, kan for eksempel være tid eller *tyngde*.

MERKNAD 3 - Ofte brukt som kortform for horisontal koordinat, i motsetning til *høyde*.

kvasigeoide

flate som ligger i avstanden ($H_{\text{ell}} - H_{\text{norm}}$) over *ellipsoiden* og ($H_{\text{ort}} - H_{\text{norm}}$) over *geoiden*, der H_{ell} er *ellipsoidisk høyde*, H_{norm} er *normalhøyde* og H_{ort} er *ortometrisk høyde*

MERKNAD - Avsetter man et punkts *normalhøyde* fra punktet nedover langs loddlinjen i *normaltyngdefeltet*, kommer man til kvasigeoiden. Kvasigeoiden er, til forskjell fra *geoiden*, ingen *potensialflate* og har ingen fysisk forankring.

Landsnett

overordnet *nett* av *fastmerker* som utgjør en fortetting av *Stamnett* ned til ca. 5 km punktavstand i bebygde områder

MERKNAD - Landsnett er Statens kartverks ansvar, og det fortettes videre til grunnlagsnett av lavere orden (detaljnett) som kommunen har ansvar for.

LAT

Lowest Astronomical Tide

MERKNAD - Laveste *tidevann* i en periode på 18,6 år.

laveste astronomiske tidevann

se *LAT*

lavvann

laveste vannstand i løpet av én *tidevannsperiode*

loddavvik

vinkel fra innoverrettet *ellipsoidenormal* gjennom et punkt til nedoverrettet loddlinje i punktet

MERKNAD - Loddavviket angis vanligvis med en nord-sør-komponent (ζ), positiv mot sør, og en øst-vest-komponent (η), positiv mot vest.

LRV

laveste regulerte vannstand

M2

et av leddene i en matematisk rekke som beskriver *tidevannsvariasjonene*

MERKNAD - Hvert ledd i rekken representerer periodiske virkninger på *tidevannet* fra måne og sol. M2 er i denne standarden amplituden til det største bidraget og skyldes månen.

middel høyvann

midlere *høyde* av alle observerte *høyvann* på et sted over en periode på 18,6 år

MERKNAD - En god tilnærming, som blir brukt av Statens kartverk, er *middelvann* pluss M2. Se figur 7.

middelvann

gjennomsnittlig *høyde* av sjøens overflate på et sted over en periode på 18,6 år

MERKNAD - Beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner

foretatt med faste tidsintervall, fortrinnsvis over en periode på 18,6 år. I forbindelse med overgang til nytt *sjøkartnull* har Statens kartverk Sjø beregnet middelvann ut fra 19-års perioden fom. 1979 tom. 1997. Se figur 7.

nasjonalt geodetisk grunnlag

grunnlagsnett som Statens kartverk har ansvar for

MERKNAD - Omfatter *Stammnettet*, *Landsnettet*, *nivellementsnett* og *tyngdenett*. De eldre trekantnettene av 1.- 4. orden regnes også som deler av det nasjonale geodetiske grunnlag.

nasjonalt høydesystem

nasjonalt vedtatt *høydesystem*

MERKNAD - For eksempel *NN1954*.

nett

fastmerker systematisk bundet sammen på grunnlag av landmålingsobservasjoner

MERKNAD 1 - Landmålingsobservasjonene er vanligvis vektorer, høydeforskjeller, retninger, avstander og/eller tyngdekrefter.

MERKNAD 2 - Ofte kortform for trekantnett.

NGO

Norges geografiske oppmåling

NGO1948

Norges geografiske oppmålings datum av 1948

MERKNAD - Offisielt horisontalt datum brukt kun i Norge. *Datumet* ble realisert av Norges geografiske oppmåling ved en utjevning omkring 1948 av 133 første ordens trekantpunkter i Syd-Norge. Avbildning i kartplanet ble utført ved vinkelriktig (konform), transversal Mercator-projeksjon, kalt Gauss-Krüger-projeksjon. Lavere ordens trekantpunkter ble vanligvis beregnet direkte i kartplanet, med x-aksen positiv nordover fra 58° nordlig bredde og y-aksen positiv østover med verdien null ved tangeringsmeridianen. De tilhørende plane, rettvinklede *koordinatene* x og y brukes som offisielle, nasjonale *koordinater* i *NGOs* rutenettsystem. Pga. krav til maksimal tillatt målestokksforøgning i kartplanet er systemet basert på 8 projeksjonssoner, dvs. 8 aksesystemer som dekker Fastlands-Norge. Projeksjon og akser i *NGOs* rutenettsystem skrives seg

opprinnelig fra 1913.

nipp

tidevann med redusert amplitude som oppstår omkring den tiden da månen er i sitt første eller tredje kvarter

nivellement

målemetode for bestemmelse av *høydedifferanser* ved avlesning på loddrett oppstilte målestenger som er plassert over punktene man skal bestemme *høydedifferansen* mellom

MERKNAD - Se også *presisjonsnivellement*.

nivellementsnett

nett av *fastmerker* der *høydeforskjellene* er bestemt ved *nivellement*

NKG

Nordiska Kommissionen för Geodesi

NKG96

felles nordisk *geoid* *høydemodell*

MERKNAD - Beregnet ved nordisk samarbeid i regi av *NKG*. Ny modell er nå (2009) under utarbeidelse. Modellene er beregnet på bakgrunn av *tyngdemålinger*, *terrengmodeller* og *globale modeller*. Ved beregningen av *NKG96* ble *EGM96* (*Earth Gravity Modell 96*) benyttet. Det finnes to utgaver av modellen: *NKG96*, som framstiller *kvasideoiden*, og *NKG96N*, som framstiller *geoiden*. Med utgangspunkt i *ellipsoidisk høyde* kan modellene gi henholdsvis *normalhøyde* og *ortometrisk høyde*.

NN1954

normalnull 1954

NN2000

normalnull 2000

NNN1957

Nord-norsk null 1957

Nord-norsk null 1957

vertikalt datum for det *nasjonale høydesystem* i Nord-Norge, nord for Tysfjord og i Lofoten, fram til 1996

MERKNAD 1 - Forkortes ofte til *NNN1957*. Brukt som navn både på det *vertikale datumet* og på *høydesystemet*. Eksisterte tidligere som *vertikalt datum* for Nord-Norge nord for Tysfjord. Da *NN1954*

og NNN1957 ble knyttet sammen ved *nivellement* i 1973, viste det seg at NNN1957 bare lå 28 mm lavere enn NN1954. Nærmere studier viste at denne forskjellen var så liten at den kunne ha oppstått ved rene tilfeldigheter. Derfor besluttet Statens kartverk at fra 1996 skulle NN1954 pr. definisjon dekke hele landet.

MERKNAD 2 - Se også *normalnull 1954*.

normalhøyde

høyde over *kvasigeoiden*, målt langs *normaltyngdefeltets* krumme loddlinje

MERKNAD 1 - Kan beregnes som C/g' der C er *geopotensialtallet* for punktet det skal beregnes normalhøyde for, og g' er midlere *tyngdeakselerasjon* langs *normaltyngdefeltets* loddlinje (i fri luft) mellom *geoiden* og punktet.

MERKNAD 2 - Fordelen med normalhøyde er at man ikke trenger å gjøre antakelser om *tyngdefeltet* i massene under punktet.

MERKNAD 3 - Er i Norge litt mindre enn *ortometrisk høyde*. I havnivå er disse to *høydene* like, mens forskjellen er om lag 10 cm 1000 m over havet.

MERKNAD 4 - Se også *ortometrisk høyde*.

normalhøydepunkt

fastmerke som har definert *høyde* og som markerer *datum* for et *høydesystem*

MERKNAD - Se også *fundamentalpunkt*.

normalnull 1954

nasjonalt *vertikalt datum* for Norge

MERKNAD 1 - Forkortes vanligvis til NN1954. Dekker fra 1996 hele landet. Brukes som navn på både det *vertikale datumet* og på *høydesystemet*. Utgangshøyden til *fundamentalpunktet* (*normalhøydepunktet*), som finnes ved Tregde nær Mandal, ble i 1954 bestemt ved å bruke et gjennomsnitt av *middelvannstands*beregningene for Oslo, Nevlunghavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølisdal og Heimsjø vannstandsmålere.

MERKNAD 2 - Se også *Nord-norsk null 1957*.

normalnull 2000

nytt vertikalt datum for Norge, til avløsning av NN1954

normaltyngde

teoretisk beregnet *tyngdeverdi*, gitt som en funksjon av geodetisk bredde og *ellipsoidisk høyde*

normaltyngdefelt

teoretisk *tyngdefelt*, der *tyngden* beregnes som gradienten til *normalpotensialet*

MERKNAD - *Normalpotensialet* er jordens teoretiske *potensial*. Det kan beregnes ut fra størrelsen på en valgt *referanseellipsoide* som er tilpasset jorden, når en også tar hensyn til jordens vinkelhastighet og dens totale masse. *Normalpotensialet* er konstant på den valgte *referanseellipsoiden*.

ortometrisk høyde

høyde over geoiden, målt langs den krumme loddlinjen i jordens *tyngdefelt*

MERKNAD 1 - Kan beregnes som C/g' der C er *geopotensialtallet* i punktet det skal beregnes ortometrisk høyde for, og g' er midlere *tyngdeakselerasjon* langs loddlinjen (inne i massene) mellom *geoiden* og punktet. Kalles gjerne "høyde over havet".

MERKNAD 2 - Se også *normalhøyde*.

potensial

energitilstand

MERKNAD - I landmåling og geodesi vanligvis kortform for *geopotensial*. Potensialet i et punkt kan da uttrykkes som det arbeidet *tyngdekraften* utfører når en masseenheter faller fra punktet til et punkt der potensialet er definert lik null.

potensialflate

flate hvor *potensialet* har samme verdi i alle punkter

MERKNAD - Også kalt ekvipotensialflate eller nivåflate.

presisjonsnivellement

nivellement med særlig strenge krav til utførelse og kontroll

MERKNAD - Hver strekning skal måles både fram og tilbake. Tallverdien av summen av disse to målingene, begge med fortegn, skal være mindre enn en viss toleranse. I Norge har man etter 1974 benyttet toleransen $2\sqrt{(S)}$ mm, der S er strekningens lengde i km.

referanseellipsoide

rotasjonsellipsoide med form, dimensjon og plassering valgt slik at den skal være en tilnærming til hele *geoiden*, eller til en del av den

MERKNAD - Også kalt geodetisk ellipsoide.

referanseflate

entydig definert flate som målinger og beregninger henføres til

referansenivå

nivå som *høyde* eller *dybde* regnes fra

referanseramme

(vanligvis kortform for) *geodetisk referanseramme*

sjøkartnull

referansenivå for *dybder* i sjøkartene og *høyder* i *tidevannstabellen*

MERKNAD - I Norge ligger nivået i en avstand Z_0 under *middelvann*.

Også kalt *referansenivå* for *dybder*. Eldre betegnelse kartnull.

SK

Statens kartverk

SPS

Standard Positioning Service

MERKNAD - Tjeneste fra det amerikanske forsvarsdepartementet til sivile brukere.

Stamnettet

overordnet *nett* av *fastmerker* i Norge, etablert av Statens kartverk i forbindelse med overgang til *EUREF89*

MERKNAD - Avløser det tidligere 1. ordens trekantnettet. Har sidelengder på ca. 20 km i bebygde strøk. Statens kartverk er ansvarlig for vedlikehold og forvaltning.

TGBM

Tide Gauge Bench Mark

MERKNAD - Referanse*fastmerke* ved en vannstandsmåler.

tidevann

periodisk heving og senking av verdenshavens overflate

MERKNAD - Forårsaket av himmellegemenes, i første rekke solens og månens, *gravitasjonstiltrekning* på den roterende jorden.

tidevannsperiode

tid mellom to påfølgende *høyvann* eller to påfølgende *lavvann*

MERKNAD - I Norge er tidevannsperioden i middel 12 t 25 min.

tyngde

vanlig kortform for *tyngdekraft*

MERKNAD - Ikke det samme som *gravitasjon*.

tyngdefelt

del av rommet der *tyngdekraften* virker på masselegemer

tyngdekraft

resultanten av kreftene fra jordens *gravitasjon* og rotasjon, i et jordfast koordinatsystem

MERKNAD 1 - Retningen faller sammen med stedets loddlinje. Størrelsen er gitt ved formelen $K = m \times g$, der m er masse og g er *tyngdeakselerasjonen*.

MERKNAD 2 - Ikke det samme som *gravitasjon*.

tyngdepotensial

(det samme som) *geopotensial*

tørrfall

del av kysten som ligger i dybdeområdet fra *middel høyvann* til 0,5 m under *sjøkartnull*

vertikalt datum

datum som beskriver forbindelsen mellom *tyngdekraftrelaterte høyder* og den fysiske jord

MERKNAD 1 - Vanligvis inngår tre størrelser:

1. Referanseflate: I geodesien benyttes oftest *geoiden* eller *kvasigeoiden*. Se *høyde*.
2. *Fundamentalpunkt*: Et *fastmerke* som definerer 0-nivået.
3. Tidsreferanse: *Høyde* endres over tid som følge av landhevning. For å oppnå entydighet må derfor *datumet* ha en tidsreferanse, vanligvis et årstall.

MERKNAD 2 - *Ellipsoidisk høyde* er ikke *tyngdekraftrelatert* og oppgis derfor ikke i noe vertikalt datum, men i et *geodetisk datum*.

MERKNAD 3 - *Høyde* i et vertikalt datum er såkalt "høyde over havet".

WSKTRANS

WINDOWS - Statens kartverk - transformasjon

transformasjonsprogram hovedsakelig for transformasjon mellom *datumer* og konvertering mellom koordinatsystemer

MERKNAD - Utviklet i Statens kartverk. Transformerer mellom horisontale *koordinater* i *EUREF89*, *ED50* og *NGO1948* og mellom *høyder* i *EUREF89* og *NN1954*.

Z_0

høyde av middelvann over sjøkartnull

Tillegg B (informativt) - NN1954 – Historisk utvikling. Beskrivelse

B.1 Normalnull 1954 (NN1954) i Sør-Norge

B.1.1 Historikk

I 1954 ble et nytt utgangsnivå for høyder tatt i bruk i det offisielle høydesystem for Sør-Norge. Dette avløste det gamle nivået som var basert på Normal Null. Det gamle utgangsnivå for høyderegningen før 1954 var definert slik:

"Ved Normal Null (NN) forstås foreløpig middelvannstand bestemt av årene 1888 og 1892–1893 ved to fulle års observasjoner på den Kristiania by tilhørende selvregistrerende vannstandsmåler."

I 1890 ble det i NGOs hage i St. Olavs gate 32 i Kristiania (Oslo) satt opp et såkalt fundamentalpunkt. Det er lagt inne i en støtte av polert labradoritt fundamentert på fast fjell. Fundamentalpunktet er et messingfastmerke inne i støtten og høyden over NN ble ved nivellement bestemt til 18,7810 m. I 1912 ble det på søylens utside satt inn en messingbolt forsynt med en kule hvis høyde var 0,2810 m under fundamentalpunktet. Kulens absolutte høyde blir da 18,500 m over NN. Denne kulen har senere dannet utgangspunkt for alle NGOs nivellementer og dens absolutthøyde over NN har vært fastholdt.

Med tiden ble man oppmerksom på at det foregikk en landhevning i Oslo-området, slik at fundamentalpunktets høyde ikke var i samsvar med den virkelige høyden over middelvann etter som årene gikk. På bakgrunn av langsiktige nivåendringer ble pr. 1. januar 1954 høyden

for fundamentalpunktet inne i den nevnte støtten funnet ved utjevning av alle årgangene for Oslo vannstandsmåler 1888–1950 lik 19,001 meter. Det tilsvarer en landhevning på 3,61 mm pr. år, og det utgjør 220 mm på de 61 årene fra NN ble etablert til 1954.

Vannstandsmålingene i Norge ble drevet i regi av Gradmålingskommisjonen fra ca. 1880 til 1903. Da regnet vitenskapsmennene med at vannstandsvariasjonene langs Norges kyst var godt nok kartlagt. Ansvaret for vannstandsmålingene ble så overført til Geodesiavdelingen i NGO (nå Geodesidivisjonen i Statens kartverk) fordi de hørte naturlig sammen med presisjonsnivellementet. Fra 1904 til 1991 ble arbeidet med vannstandsmålerne utført av Geodesidivisjonen.

Norges Sjøkartverk (nå Statens kartverk Sjø) etablerte 5 permanente vannstandsmålere i 1937–1938. Registreringen ble avsluttet under krigen, men ved frigjøringen overtok Sjøkartverket de fleste vannstandsmålere som var etablert av okkupasjonsmakten. Etter krigen eksisterte det med andre ord to målenett for vannstand. Ved opprettelsen av Statens kartverk i 1986, ble det bestemt at for framtida skulle Sjøkartverket overta registrering av vannstand i Norge. Men Geodesidivisjonen skulle utføre tilknytningen mellom vannstandsmålerne og landets høydenett. Det vil si at Geodesidivisjonen vil fortsette bearbeidelse av vannstandsregistreringer for vertikalt datum, samt overvåkning av havnivå og tidejord. Dette skjer som en følge av at Geodesidivisjonen har ansvaret for de nasjonale høydesystemene.

Plasseringen av dagens vannstandsmålere er vist på figur 12 i Tillegg D.

B.1.2 Status i 1954

Beliggenheten av det gamle NN i forhold til middelvann (MV) langs kysten ble beregnet ved hjelp av nivellement fra Oslo til 6 andre vannstandsmålere. Dette ga følgende høyder for NN over de respektive MV-nivåer:

Tabell 5. Forskjell mellom det gamle NN og lokalt middelvann (MV) i 1952, ved ulike vannstandsmålere.

Vannstandsmåler	NN - MV	Målinger	Avvik fra middel
Oslo	21,4 cm	utj. 1886–1950	+0,2 cm
Nevlunghavn	20,4 cm	utj. 1927–1950	-0,8 cm
Tregde	19,7 cm	utj. 1928–1950	-1,5 cm
Stavanger	25,4 cm	utj. 1922–1953	+4,2 cm
Bergen	18,1 cm	utj. 1883–1950	-3,1 cm
Kjølsdal	23,6 cm	MV 1930–1952	+2,4 cm
Heimsjø	19,6 cm	MV 1928–1952	-1,6 cm
Gjennomsnitt	21,2 cm		

Det ble ansett som uheldig at høyden på Normal Null (NN) ikke svarte til høyden av middelvann langs kysten. Ved å gå over til et nytt NN1954 som lå 21,2 cm under det gamle, ville det nye NNs beliggenhet i forhold til MV langs kysten være som i høyre kolonne i tabell 5.

Som det ses, er disse avvikene små i forhold til gjennomsnittet på 21,2 cm. Tallene er dessuten mindre enn MV-variasjonene fra år til annet. Det nye Normal Null ville på ethvert sted tilsvare MV med så god tilnærming som man kunne finne av en hel årgang vannstandsobservasjoner. Det ville derfor oppfylle de tekniske krav for kommunene langs Sør-Norges kyst.

I nivellementsutjevningen som førte fram til NN1954 var det totalt 8468 km presisjonsnivellement med 3822 fastmerker.

B.1.3 Krav til fundamentalpunktet

De betingelser som ble stilt til fundamentalpunktet, var følgende:

- Det må stå på sikkert fjell.
- Det bør stå på et sted hvor landhevingen er ubetydelig.
- Det bør stå på et sted hvor det kan knyttes sterkt og sentralt til nivellementsnettet og til en vannstandsmåler.
- Det bør stå slik at det i framtida ikke blir sjenert av veianlegg eller andre anlegg.

Analyser av vannstandsdata fra kysten Oslo–Stavanger–Bergen–Trondheim viste at området i nærheten av Mandal ville være best egnet for opprettelse av et nytt fundamentalpunkt.

B.1.4 Offisiell innføring av NN1954

Spørsmålet om forandring av normalnull og fundamentalpunkt ble drøftet på et møte 30. januar 1954 med representanter for: Regionplankomiteén i Stor-Oslo-området, Kartnemnda for Trondheim-Strinda, Oppmålingsvesenet i Bærum, Drammen, Oslo, Stavanger og Trondheim. Samtlige sluttet seg til et forslag fra NGO om å gå over til et nytt NN1954 beliggende 21,2 cm under det gamle NN og å opprette et nytt fundamentalpunkt knyttet til Tregde vannstandsmåler ved Mandal. Bergen oppmålingsvesen hadde skriftlig erklært at de var enig i NGOs forslag.

Saken ble behandlet av Norges geografiske kommisjon på et møte 29. mars 1954.

Kommisjonen sluttet seg enstemmig til NGOs forslag:

- "Det opprettes et nytt Normal Null (NN1954) basert på middelvannstands-beregningene for Oslo, Nevlunghavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølisdal og Heimsjø vannstandsmålere. Det nye NN1954 kommer da til å ligge 21,2 cm under det gamle NN.
- Normalhøydepunktet i NGOs hage erstattes med et nytt NH som settes opp i området om Mandal og knyttes til Tregde vannstandsmåler."
(NH er forkortelse for normalhøydepunkt, som i denne standarden i stedet er betegnet fundamentalpunkt.)

I skriv til NGO av 3. juni 1954 har Samferdselsdepartementet erklært seg enig i Norges geografiske kommisjons uttalelse.

B.1.5 Fundamentalpunktet Tregde – utgangspunktet for NN1954

Utgangspunktet for NN1954 er et messingfastmerke som står inne i en søyle av labradoritt (se forsiden av standarden) på halvøya Bjørholmen ca. 6 km øst-sydøst for Mandal og ca. 500 m

sør for Tregde sentrum. Labradorittsøylen står på fast fjell ved høyeste punkt på halvøya, og ca. 80 m nord for selve vannstandsmåleren.

Fundamentalpunktet for NN1954 (punktet inne i labradorittsøylen) har:

Gradteigsnummer: D40N0055

Høyde i NN1954: 11,205 m

Koordinater for labradorittsøylen:

NGO 1948, akse 2: $x = 991,8$ $y = -49\,068,8$

EUREF89: $B = 58^{\circ} 00' 25,487''$ $L = 7^{\circ} 33' 18,509''$

UTM_(EUREF89) sone 32: $N = 6\,430\,411,5$ $E = 414\,616,4$

Nivellementsfastmerkene i tabell 6 er sikringspunkter for D40N0055, hvor avstand og retning er beregnet i forhold til sentrum labradorittsøyle.

Tabell 6. Sikringspunkter ved fundamentalpunktet Tregde.

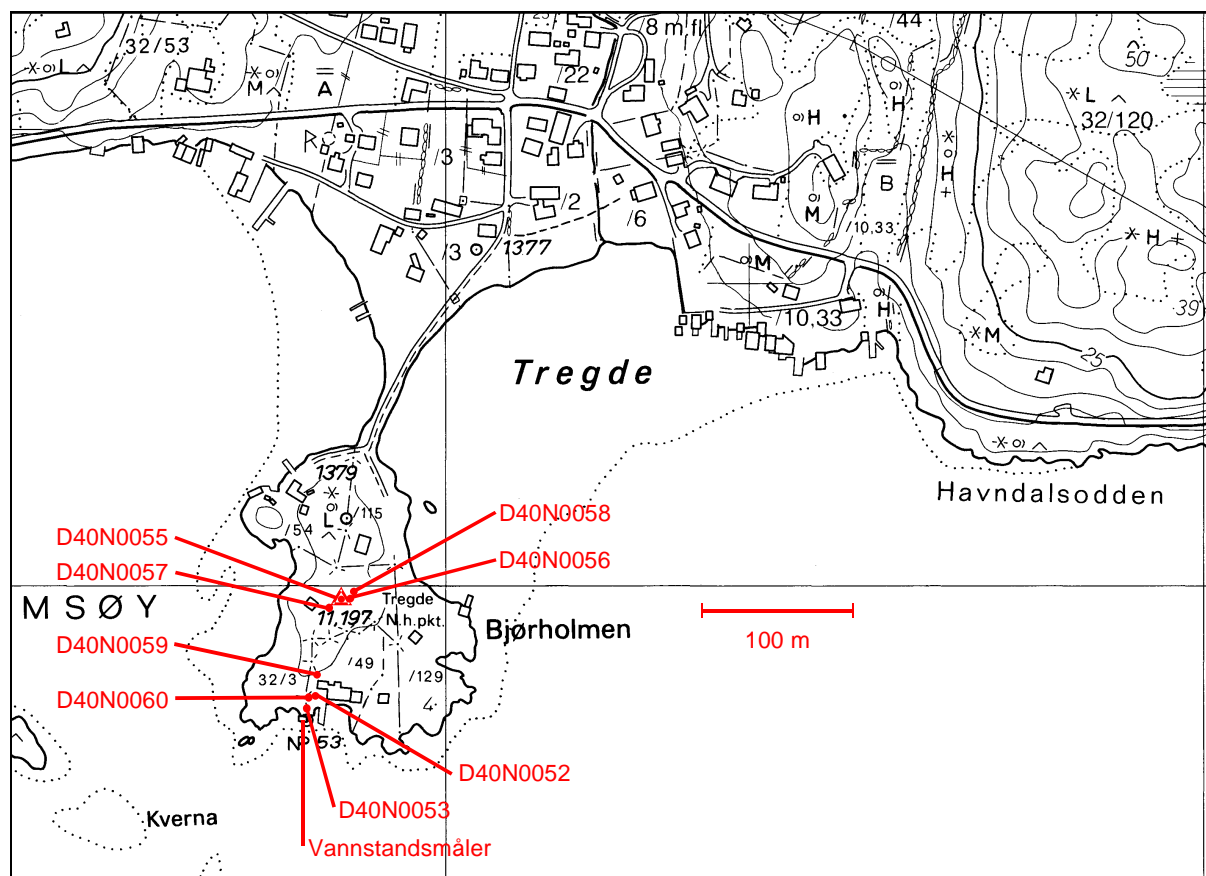
Punkt	Horisontal avstand i meter (NGO1948)	Retning fra rutenettsnord (NGO1948) i grader	Høyde i NN1954 i meter
D40N0056	0,4	94,6	11,197
D40N0057	9,5	232,7	10,583
D40N0058	8,6	75,9	9,585
D40N0059	53,3	197,9	4,563
D40N0052	66,4	195,4	2,300
D40N0053	76,2	197,9	1,706
Vannstandsmåler	ca. 81	ca. 198	

I 1997 ble det etablert en betongsøyle med fastmerke for GPS-målinger like ved vannstandsmåleren. Fastmerket har gradteigsnummer D40N0060 og har følgende koordinater i UTM_(EUREF89) sone 32: $N = 6\,430\,346,02$ $E = 414\,594,17$. Høyden i NN1954 er 2,878 m.

I 2002 ble kontinuerlige GPS-målinger startet med etablering av en GPS-antenne og GPS-mottaker rett over vannstandsmåleren i Tregde.



Figur 8. Kart over Mandal – Tregde. Utsnitt av NORGE 1:50 000 1411-II Mandal og 1410-I Ryvingen (under den svarte streken).



Figur 9. Kart over Tregde. Utsnitt av Økonomisk kartverk – blad BF001-5-3.

B.2 Nord-norsk null 1957 (NNN1957)

B.2.1 Historikk

I 1957 ble det innført et nytt utgangsnivå for høyder i Nord-Norge. På den tiden var det en rekke veibrudd med ferjeforbindelser mellom Fauske og Narvik. Følgelig var det ikke noen direkte forbindelse mellom nivellemenslinjene nord for Narvik og det sørnorske nivellemensnettet. Det var derfor behov for å etablere et fundamentpunkt for Nord-Norge.

Allerede i 1905 ble det utført et nivellement fra Narvik til Riksgrensa ved Bjørnfjellet, langs Ofotbanen. Som utgangspunkt for dette ble det ved beregningen brukt middelvann ved Narvik vannstandsmåler for årgangene 1905–1910. Se [2] i Tillegg E. Denne måleren var oppstilt ved Malmkaia og sikret med to fastmerker i samme kai. Måleren ble ødelagt under annen verdenskrig, men de to fastmerkene var uskadd.

Etter krigen overtok NGO en vannstandsmåler i Narvik, oppstilt av tyskerne under krigen, rett ned for Havnekontoret, og en ved Evenskjer i Tjeldsundet. Disse målerne ble ved presisjonsnivellement knyttet til de gamle fastmerkene på Malmkaia. Etter registrering av noen årganger ved disse målerne viste det seg at det gamle utgangsnivået, i forhold til begge disse målerne, lå 15 cm høyere enn middelvann i midten av 1950-årene. Det ble derfor i 1957

innført et nytt utgangsnivå som ble kalt Nord-norsk null (NNN), ofte betegnet som NNN1957 (se neste underkapittel).

B.2.2 Innføring av NNN1957

Gjennom Norges geografiske oppmålings publikasjon [5] i Tillegg E ble Nord-norsk null (NNN1957) innført. Nord-norsk null (NNN1957) er definert som middelvann for Narvik vannstandsmåler i tiden 1948–1956 og Evenskjer vannstandsmåler i tiden 1945–1956.

Det er ikke reist noen labradorittsøyle som markerer NNN1957 slik det er gjort for NN1954.

Forskjellen mellom det gamle og nye utgangsnivå framgår av høyden på østre fastmerke på Malmkaia, som er referert til begge nivåer:

Høyde på østre fastmerke over gammelt nullpunkt:	3,8605 m
Høyde på østre fastmerke over NNN nullpunkt:	<u>4,0150 m</u>
Differanse:	0,1545 m

Det nye utgangsnivå NNN1957 lå altså 0,1545 m under det gamle. Alle høyder på fastmerker i presisjonsnivellementsnettet nord for Tysfjorden ble regnet om til NNN1957. Senere nivellementslinjer nord for Tysfjorden er utført i NNN1957. Nivellementet i Lofoten er også utført i NNN1957.

B.3 Sammenføring av NN1954 og NNN1957

Grunnen til at det eksisterer to adskilte høydesystemer, er som nevnt den tidligere mangelen på veier i Nord-Norge. Presisjonsnivellement må nemlig av praktiske grunner utføres langs veier eller jernbaner. Først i 1974 ble NNN1957 og NN1954 knyttet sammen. Differansen mellom de to systemene var på 28 mm, og NN1954 lå høyest. Denne forskjellen ble fordelt lineært over en strekning på ca. 200 km (Fauske–Narvik). Differansen var mindre enn antatt måleunøyaktighet på strekningen.

Det er upraktisk å operere med to offisielle høydesystemer. For alle tekniske formål må vi kunne si at NN1954 og NNN1957 faller sammen. Det ble derfor vedtatt at betegnelsen NNN1957 skulle falle bort fra 1. januar 1996.

B.4 Presisjonsnivellement og fjordoverføringer

Et nasjonalt høydesystem består av et vertikalt eller geodetisk datum, og et landsomfattende nettverk av utvalgte fastmerker som er høydebestemt i dette datumet. Høydeforskjellen mellom fastmerkene blir bestemt ved presisjonsnivellement. Se [3] i Tillegg E for detaljer om presisjonsnivellement og *Ordbok for kart og oppmåling* side 75 og side 76, der en tegning viser teknikken skjematisk.

Presisjonsnivellementet må av praktiske grunner følge veier og jernbaner. Det ideelle ruteformede nivellementsnettet kan derfor ikke etableres i et land som Norge.

På Vestlandet og i Nord-Norge har det vært nødvendig å føre høyder over fjordene for å få lukket nivellementssløyfene. Slik høydeoverføring kalles fjordoverføring. Spesielt nøyaktige observasjonsmetoder brukes og observasjonene fordeles over flere dager for å eliminere

virkingen fra ulike værforhold. Se [3] i Tillegg E, side 22–52, for nærmere omtale av metoder og observasjoner.

Det nåværende presisjonsnivellementsnett i Norge er et resultat av mer enn 90 års arbeid. Totalt omfatter nivellementsnett ca. 23 000 km. Pr. 1. januar 2010 var høyde for 29 000 fastmerker lagt inn i nivellementsdatabasen.

Fastmerkene er lovbeskyttet (Signalloven av 1923). Dessverre er mange fastmerker likevel ødelagt, særlig av Statens vegvesen under veiutbygging. På enkelte linjer er 90 % av fastmerkene borte. Det er uhyre viktig å ta vare på de fastmerkene vi har igjen. Et høydesystem uten eksisterende høydefastmerker har ingen verdi.

Vi har også fremdeles noen linjer å nivellere langs kysten før vi kan si at vi har et tilfredsstillende landsomfattende presisjonsnivellementsnett i Norge.

B.5 Historikk

Presisjonsnivellemer utført av Norges geografiske oppmåling (NGO – nå Statens kartverk).

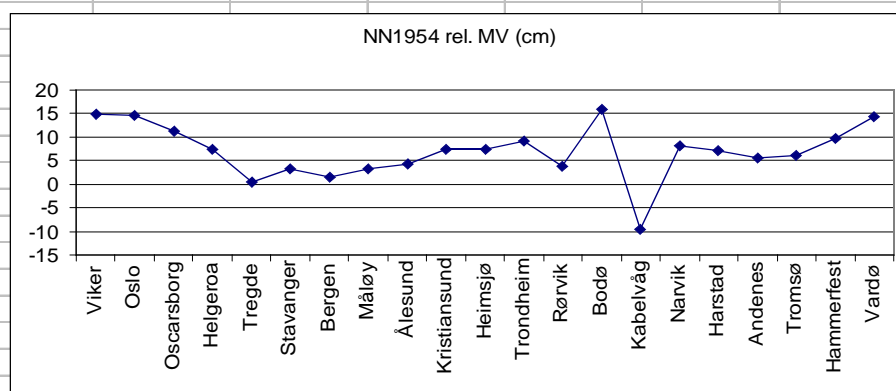
Periode	Instrumenter	Krav ^{*)}	Referanse	Merknader
1887 – 1916	Trestenger. Til fots.	$10,5\sqrt{s}$ mm $6,3\sqrt{s}$ mm	[2] i Tillegg E	Start presisjonsnivellemer 1887
1916 – 1953	Kikkertor med optisk mikrometer. 1919 – 1946: Zeiss nivellerkikkertor. Fra 1946: Wild N-3 nivellerkikkertor. Stenger med skalainndeling på invarbånd. Normalmetre av invar for kalibrering av stengene. Til fots.	$4\sqrt{s}$ mm	[3] og [4] i Tillegg E	Start "Moderne presisjonsnivellemer" 1916. Alle nivellemerlinjer fra før 1916 ble omnivellert. Bare Sør-Norge (med ett unntak). Gjennomsnittlig 250 km dobbelt-nivellemer i året Normalmetrene ble kalibrert mot den internasjonale meterprototypen i Paris i 1919, 1938 og i 1968.
1954 – 1979	Selvhorisonterende instrumenter fra Zeiss, Jena, fra slutten av 70-åra. Til fots.	$4\sqrt{s}$ mm, $2\sqrt{s}$ mm fra 1972	[5] og [6] i Tillegg E	Presisjonsnivellemeret utvidet til Nord-Norge. NN1954 og NNN1957 knyttet sammen i 1974 ved nivellemer mellom Fauske og Narvik.
1980 – 1996	Motorisert presisjonsnivellemer. (På en vanlig arbeidsdag måler et parti nærmere 10 km enkeltnivellemer, mer enn det dobbelte av det en kunne med tidligere metoder.)	$2\sqrt{s}$ mm		I 1980-åra samarbeidet NGO/SK med Lantmåteriverket i Sverige om nivellemer i grensestrøkene. 1994: "Oversiktskart over nasjonalt høydegrunnlag".
1997 – 2009	Digital nivellerutrustning. Til fots. Dagsproduksjonen er som ved motorisert nivellemer.	$2\sqrt{s}$ mm		

^{*)} Største tillatte differanse mellom fram- og tilbakenivellemer, der s er avstanden i kilometer mellom nabofastmerkene

B.6 Differanse mellom NN1954 og middelvann

Figuren og tabellen nedenfor viser hvordan nullnivået for NN1954 ligger i forhold til middelvann (MV) beregnet for perioden 1979-1997. Tabellen viser høyden i cm av nullnivået for NN1954 i forhold til middelvann. Pluss betyr at nullnivået for NN1954 ligger over middelvann.

Havner	NN1954 rel. MV (cm)
Viker	14.9
Oslo	14.6
Oscarsborg	11.2
Helgeroa	7.4
Tregde	0.4
Stavanger	3.4
Bergen	1.5
Måløy	3.4
Ålesund	4.4
Kristiansund	7.3
Heimsjø	7.4
Trondheim	9.2
Rørvik	3.7
Bodø	15.9
Kabelvåg	-9.6
Narvik	8.2
Harstad	7.2
Andenes	5.5
Tromsø	6.0
Hammerfest	9.8
Vardø	14.3



Figur 10. Differanse mellom NN1954 og middelvann for perioden 1979 – 1997

Tillegg C (informativt) - Landhevning

Jordoverflatens langsomme vertikale bevegelse kalles landhevning og oppgis vanligvis i mm/år. Landhevningen kan defineres på to måter, som:

1. Endringen i høyden av et stabilt fastmerke i forhold til havets midlere nivå.
2. Endringen i avstanden for et stabilt fastmerke fra jordens massemiddepunkt.

Dette er ikke identiske definisjoner. Det kommer av at høyden av havets midlere overflate endrer seg med tiden bl.a. som følge av klimaendringer.

Landhevningen etter definisjon 1 kalles relativ eller tilsynelatende landhevning. Det er den landhevningen vi finner ved vannstandsmåling. Med landhevning i denne standarden menes det vanligvis relativ landhevning.

Landhevning bestemt etter 2 kalles absolutt landhevning. Denne absolutte landhevningen er lik landhevningen etter 1 pluss hevingen av havets midlere nivå, også kalt den eustatiske endringen.

For å bestemme havnivåendringen har man brukt data fra mange vannstandsmålere forskjellige steder på jorden og beregnet en middelvei for disse målerne.

FNs "Intergovernmental Panel on Climate Change" oppgir i 2001 verdier fra 1 mm/år til 2 mm/år for de siste 100 år som like sannsynlige. Den eustatiske endringen kan også bestemmes ved nøyaktige GPS-målinger over lang tid nær en vannstandsmåler. Slike GPS-målinger startet på vannstandsmåleren i Tregde i 2002.

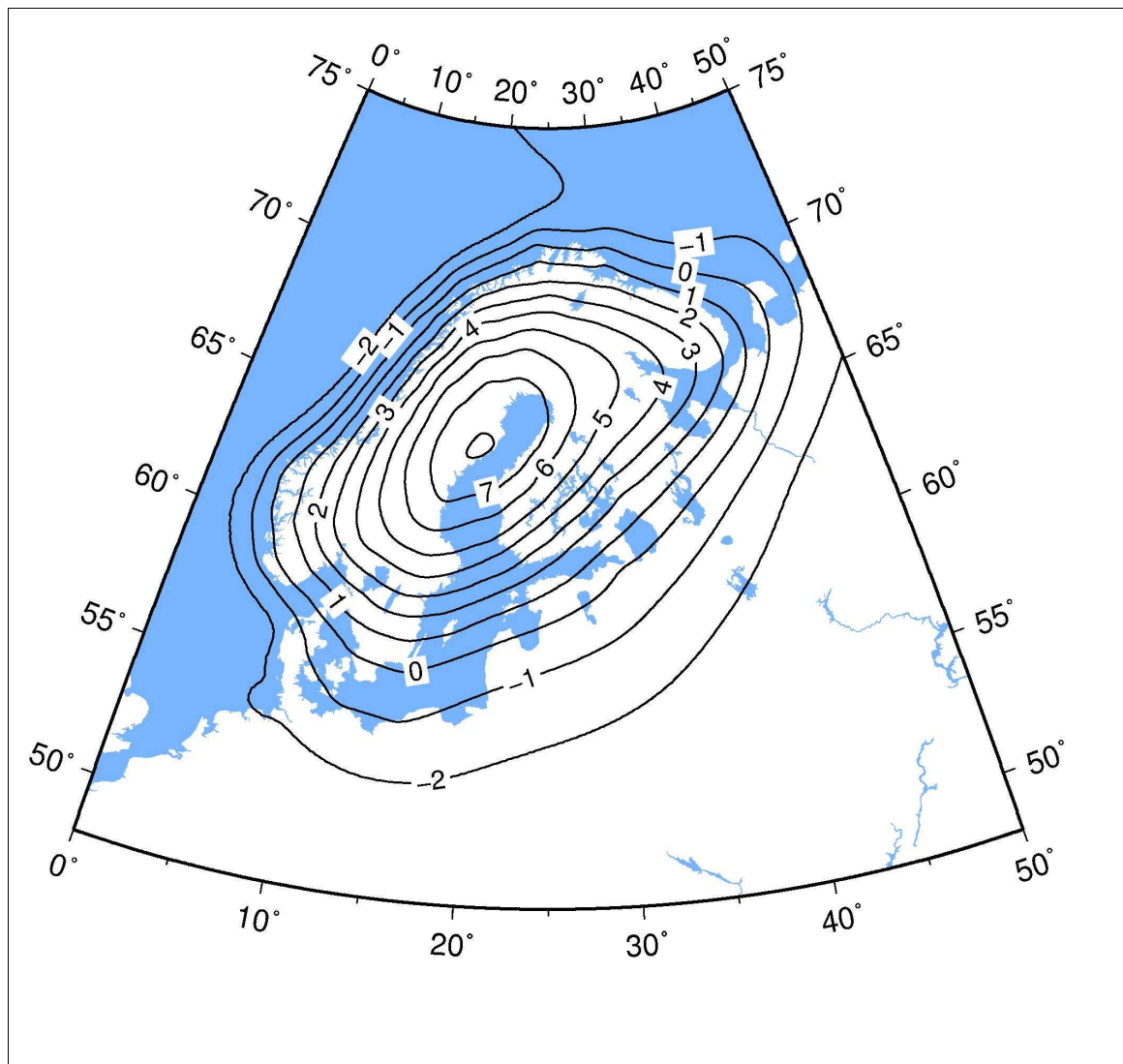
Landhevingen skyldes endring i ytre påvirkning (f.eks. ettervirkning fra istiden) og/eller endring av strømbildet for massebevegelser i jordens indre. Landhevingen medfører at høydene over havets midlere nivå endrer seg med tiden. Denne endringen er forskjellig fra sted til sted, og varierer i Sør-Norge fra nær null ute ved kysten av Vest- og Sørlandet til ca. 5 mm/år ved grensa mot Sverige. For nærmere informasjon om landheving i Norge henvises til figur 11 og til [9] i Tillegg E.

Statens kartverk (SK) har ansvaret for å skaffe til veie landsomfattende konsistente høydesystemer. Derfor har SK spesiell interesse av å bestemme landhevingen.

Ved relative målinger over kortere avstander er forskjellene i landheving vanligvis ikke større enn at den kan utelates, når nøyaktigheten ved målingene og systemet blir tatt i betraktning.

Dersom det i et prosjekt er nødvendig å ha svært nøyaktig høyde over havet, må høydene i NN1954 korrigeres for landhevingen siden 1954. Men da må høydene til alle fastmerkene i prosjektet korrigeres.

Ved nøyaktig absolutt høydebestemmelse med GPS i internasjonale referanserammer (ITRFyy) og tilbakeføring til EUREF89 må man kjenne landhevingen for å korrigere den ellipsoidiske høyden.



Figur 11. Landhevningsskart, mm/år
(NKG2005up, jf. [9] i Tillegg E.)

Tillegg D (informativt) - Tidevann og vannstandsmåling

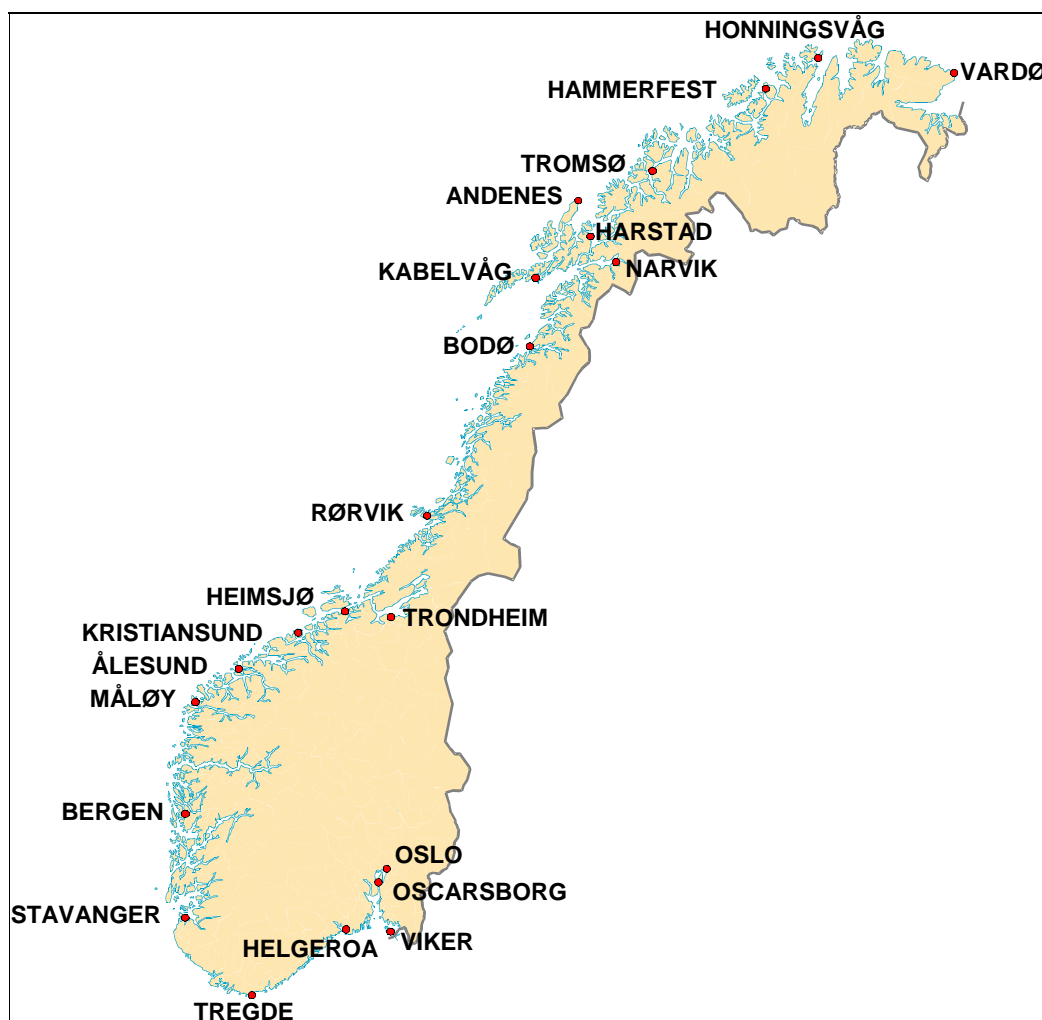
Tidevannet (også kalt astronomisk tidevann) skyldes solens og månens tiltrekningskrefter og de innbyrdes bevegelsene i systemet jord-måne-sol. Tidevannet forplanter seg som en bølge med stor forplantningshastighet og lang bølgelengde (flere hundre km). Tidevannsbølgen kan oppfattes som summen av mange bølger med ulik amplitude, frekvens og fase. Frekvensene til hver enkeltbølge er bestemt av astronomiske forhold og er like over alt på jorden, mens amplitudene og fasene er stedsavhengige og finnes ved analyse av vannstandsobservasjoner. Amplitudene og fasene kalles tidevannskonstanter.

Tidevannskonstantene brukes til å lage tidevannstabeller og til å finne ulike tidevannsnivå som LAT, HAT, middel høyvann m.fl.

I tillegg til det astronomiske tidevannet varierer vannstanden på grunn av meteorologisk påvirkning, spesielt luftrykksvariasjoner og vind.

Mer informasjon finnes i [7] og [8], tillegg E.

Vannstandsmåling blir nå drevet av Statens kartverk Sjø. Dagens målenett består av 22 vannstandsmålere i Norges hovedland og en på Svalbard. Målestedene er vist i figur 12. Alle gamle data er nå digitalisert, kontrollert og samlet i en database. De eldste godkjente seriene i vannstandsdaten er fra 1914, og dataene gir et godt grunnlag til å bestemme middelvann og foreta tidevannsanalyser.



Figur 12. Kartverkets vannstandsmålere.

Tillegg E (informativt) – Litteratur

I tillegg til dokumentene nevnt i kapittel 2 Referanser, er følgende lover, forskrifter m.v. viktige som bakgrunn for standarden *Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer*:

Delingsloven av 1978.

Plan- og bygningsloven av 1985.

Stadnamnlova av 1990.

- [1] Kartrådet, 1978: "Det økonomiske kartverket. Retningslinjer."
- [2] Norges geografiske oppmåling, 1912: "Præcisionsnivellement og signalnivellementer", Geodetiske arbeider, hefte 1.
- [3] Norges geografiske oppmåling, 1956: "Presisjonsnivellement i Sør-Norge 1916–1953", Geodetiske arbeider, hefte 5.
- [4] Norges geografiske oppmåling, 1956: "Høyder for presisjonsnivellement i Sør-Norge", Geodetiske arbeider, hefte 6.
- [5] Norges geografiske oppmåling, 1966: "Høyder for presisjonsnivellement i Nord-Norge", Geodetiske arbeider, hefte 15.
- [6] Norges geografiske oppmåling, 1967: "Høyder for presisjonsnivellement i Sør-Norge 1954–1967", Geodetiske arbeider, hefte 16.
- [7] Statens kartverk, Sjøkartverket, 1997: *Den norske los*, bind 1.
- [8] Statens kartverk Sjø: *Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard* (utgave etter år 2000). Årlig publikasjon.
- [9] Ågren J. et al, 2007: "Postglacial Land Uplift Model and System Definition for the New Swedish Height System RH2000", LMV-Rapport 2007:4
- [10] Harsson, B.G. og Kristiansen, O., 1998: "The New Norwegian National Geodetic Network – EUREF89", FIG XXI International Congress, Brighton UK, 19–25. juli 1998.
- [11] Harsson, B.G., 1998: "Det geodetiske stamnettet fullført", Kart og plan nr. 1, 1998, side 16–22.
- [12] Internasjonal standard ISO 12858 - 1999: "Optics and optical instruments – Ancillary devices for geodetic instruments".
 - Part 1: Invar levelling staffs.
 - Part 2: Tripods.
- [13] Internasjonal standard ISO 17123 - 2001: "Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments".
 - Part 2: Levels.
- [14] Miljøverndepartementet m.fl.: *Norm for kart i målestokkene 1:250, 1:500, 1:1000, 1:2000 og kommunale oppmålingsarbeider* (Kartnormen). Foreløpig ajourført utgave 1982.
- [15] Standard for Geografisk informasjon *Kvalitetssikring av oppmåling, kartlegging og geodata* (Geodatastandarden) [G], 2002.
- [16] Standard for Geografisk informasjon *Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon [SOSI]*, del 1-4.
- [17] Standard for Geografisk informasjon *Fastmerkenummerering og fastmerkeregister* [FF],

versjon 2.1 - 2001.

[18] Standard for Geografisk informasjon *Koordinatbaserte referansesystemer* [KRS], versjon 2.0 - 2004.

[19] Statens kartverk, Norges Karttekniske Forbund, Rådet for teknisk terminologi: *Ordbok for kart og oppmåling* [O], RTT 57 - 1989.