



## SDFI's anbefalinger vedr. udstyr og opmålingsprocedurer ved brug af GNSS-positioneringstjenester

**Kontor**  
Geografiske referencer

**Dato**  
24. juni 2024

**J nr.** 1253-4021

En GNSS-positioneringstjeneste kan blive registreret iht. "[Bekendtgørelse om registrering af GNSS-positioneringstjenester](#)" af SDFI. Det betyder, at SDFI stiller krav til, at en positioneringstjeneste under velegnede GNSS-opmålingsbetingelser skal levere GNSS-korrektioner, der gør det muligt at opnå en positionsnøjagtighed, der ligger inden for en af de tre nøjagtighedsklasser:

- A) 1 cm i planen og 2 cm i ellipsoidehøjde,
- B) 2 cm i planen og 4 cm i ellipsoidehøjde eller
- C) 2,5 cm i planen og 5 cm i ellipsoidehøjde.

Der henvises til Bilag 1 i "[Bekendtgørelse om registrering af GNSS-positioneringstjenester](#)" for en beskrivelse af de nævnte nøjagtighedsklasser.

En GNSS-positioneringstjeneste bliver således registreret i den nøjagtighedsklasse den kan opfylde. For nuværende er det ikke realistisk for en landsdækkende positioneringstjeneste at blive registreret i klasse A, så i praksis opereres der med registrering i klasse B og C.

En brugers adgang til en nøjagtig opmåling afhænger således af, hvilken nøjagtighedsklasse brugerens GNSS-positioneringstjeneste er registreret i.

SDFI gør opmærksom på, at opnåelse af nøjagtigheder inden for ovennævnte nøjagtighedsklasser forudsætter, at brugeren udfører stationære målinger af sekunders varighed af punkter/objekter, der ikke er i bevægelse. Ved opmåling af objekter i bevægelse vil den opnåelige nøjagtighed generelt være noget lavere end ved stationær opmåling.

Ved behov for den højest mulige nøjagtighed – fx i forbindelse med indmåling af fikspunkter – anbefaler SDFI målinger af 15-30 sekunders varighed. Ved indmåling af detailpunkter kan der måles i kortere tid.

Der er desuden andre væsentlige forhold, der kan spille ind på muligheden for at opnå de nævnte nøjagtigheder. Opnåelse af en given nøjagtighed forudsætter, at der tages hensyn til en række forhold, der har indvirkning på kvaliteten af opmåling ved brug af en GNSS-positioneringstjeneste. Forkert betjening af udstyr og/eller manglende faglig indsigt i positionering med GNSS kan forårsage væsentlige kvalitetsforringelser af opmålingen.

**Styrelsen for Dataforsyning  
og Infrastruktur**

Sankt Kjelds Plads 11  
2100 København Ø

T: 72 54 55 00  
E: [sdfi@sdfi.dk](mailto:sdfi@sdfi.dk)



I det følgende gennemgås de primære forhold, der har indvirkning på kvaliteten og nøjagtigheden ved opmålinger. Anbefalingerne i dette dokument er tænkt som en *best practise* som brugere af GNSS-positioneringstjenester bør henholde sig til.

### **Indstilling og beskaffenhed af udstyr**

Brugere af GNSS-positioneringstjenester skal være opmærksomme på, at valg af GNSS-udstyr vil have indflydelse på, om man kan forvente at opnå nøjagtigheder inden for den klasse den anvendte positioneringstjeneste er registreret i. Udstyret skal have en vis kvalitet for at en given nøjagtighed kan forventes at blive opnået. Brugere anbefales at forholde sig til specifikationerne på GNSS-producentens datablade for det valgte udstyr. Det gælder især de afstandsafhængige udtryk for nøjagtigheden.

GNSS-modtageren bør altid være konfigureret i overensstemmelse med producentens retningslinjer. Uovervejede afgivelser fra de anbefalede indstillinger kan føre til forringet positionsbestemmelse.

Den såkaldte *Position Dilution of Precision* (PDOP) værdi angiver mål for kvalitet af en GNSS-måling i 3D. En lav PDOP-værdi kan indikere en god positionsnøjagtighed. En høj PDOP-værdi kan indikere en dårligere positionsnøjagtighed. PDOP-grænsen er fra fabrikanternes side typisk sat til 5-7 i en GNSS-modtager. En reduktion af PDOP-grænsen til 3 kan øge robustheden af positioneringsnøjagtigheden i udfordrende miljøer som fx tætte byrum.

Brugeren bør benytte relativt nyt udstyr for at få fuldt udbytte af mulighederne i de GNSS-korrektioner, der modtages. Ældre GNSS-modtagere er ikke nødvendigvis i stand til at anvende data fra nyere GNSS-konstellationer som fx Galileo, og der kan indgå beregningsmetoder og algoritmer, som ikke lever op til de krav, der stilles i dag.

Antennen kan tage skade af at blive tabt på hårdt underlag. Antennen vil måske stadig fungere, men antennefasecenteret i antennen kan være forskubbet, således at positionsnøjagtigheden forringes. Hvis dette er tilfældet, har brugeren ingen mulighed for at se det på positionsløsningen. Fejlen kan konstateres ved indmåling af kendte punkter (se afsnittet "Gentagne indmålinger og kontrol"). Antennekabler med skader bør ikke anvendes. Dette kan give et dårligere signal/støj-forhold for de modtagne signaler og dermed en forringet positionsnøjagtighed.

Firmwaren i GNSS-modtageren indeholder ofte parametre, der er specielt tilpasset de antenner, som modtageren er udviklet til at blive anvendt sammen med. Mange modtagere er udviklet med bagudkompatibilitet, så de kan anvendes med ældre antenner af samme fabrikat. Men man bør sikre sig, at dette er tilfældet, inden udstyr kobles sammen og anvendes til opmåling. SDFI anbefaler, at man altid bruger det nyeste firmware, også selv om det i visse tilfælde koster penge at have adgang til dette.



### **GNSS-konstellationer og flerfrekvente modtagere**

Ved opmåling i udfordrende GNSS-miljøer som fx tætte byområder vil modtagelse af GNSS-signaler fra så mange navigationssatellitter som muligt kunne forbedre sandsynligheden for en brugbar positionsbestemmelse. Det er derfor vigtigt, at modtagerudstyret er i stand til at modtage data fra så mange GNSS-konstellationer som muligt. Her tænkes især på GPS, Galileo, GLONASS og evt. også BeiDou.

De fleste GNSS-modtagere er i dag endvidere i stand til at modtage GNSS-signaler på flere frekvenser på samme tid fra samme satellit. Denne såkaldte flerfrekvenskapacitet giver øget pålidelighed for brugerne. Fordele ved flerfrekvenskapacitet omfatter en kortere initialiseringstid og en forbedret nøjagtighed af positioneringsbestemmelsen. Flerfrekvente modtagere reducerer også problemer forårsaget af signalforstyrrelse og signalforvrængning (multipath) grundet signalrefleksion fra nærliggende bygninger.

Det er derfor en god idé at sikre sig, at ens modtagerudstyr har mulighed for både at modtage GNSS-signaler fra flere satellitkonstellationer samt har flerfrekvenskapacitet, og at funktionaliteten er slået til.

### **Placering og håndtering af GNSS-modtageren**

Placeres en GNSS-antenne under træer vil grene og blade på træerne forstyrre modtagelsen af signaler fra satellitterne og forringe positionsnøjagtigheden. Placeres antennen nær bygninger, skure, biler, containere eller andet, der blokerer for modtagelse af satellitsignaler, vil et reduceret antal satellitter være synlige fra antennen, hvorved positionsnøjagtigheden ligeledes forringes.

En antenne placeret nær bygninger, skure, biler, containere m.v. har endvidere risiko for at modtage signaler, der er reflekteret fra de omgivne overflader (multipath). Det vil bidrage med en fejl, da signalets rejsetid bliver længere, end hvis det ikke reflekteres. Multipath kan reduceres ved blandt andet at sætte en høj elevationsmaske i modtageren og ved at placere modtageren i god afstand til flader, der kan reflektere signalet. Desuden fjerner de nyeste antenner og modtagere med god kvalitet bedre støj fra multipath end udstyr af ældre dato. For at begrænse multipath er det derfor en fordel at anvende tidssvarende udstyr.

Med omhyggelig centrering af antennen og ved at holde antennestokken stabilt bidrages til en mere pålidelig positionsbestemmelse. Det er også vigtigt lejlighedsvis at verificere libellen på stokken. Det er vigtigt at være opmærksom på, at den position som GNSS-udstyret bestemmer, er positionen for antennen. Efter indmåling af punktet korrigeres normalt automatisk for længden af antennestokken, hvorved positionen 'flyttes ned' fra antennen til punktet på jorden. Af samme årsag er det vigtigt, at den rigtige antennehøjde til enhver tid er indtastet i modtageren. Nogle GNSS-modtagere kan i dag selv tage højde for en "skæv" stok, men det anbefales at brugeren kontrollerer sin modtager inden brug.

### **Tegn på manglende kvalitet i opmålingen**

Der kan være problemer med positionsbestemmelsen, hvis initialiseringstiden er længere end normalt. Dette kan skyldes, at antennen er placeret under et træ, nær



bygninger eller andet der forringer signalmodtagelsen. I så fald anbefales det at udføre en ny initialisering, hvor antennen evt. flyttes lidt væk fra de objekter, der eventuelt begrænser signalmodtagelsen. Initialiseringstiden forlænges også, hvis der er problemer med transmission af GNSS-korrektioner, f.eks. ved ustabilitet i mobilnettet. Hvis den anvendte GNSS-positioneringstjeneste har valgt at advisere om eventuelle perioder med serviceforringelser, herunder forringet nøjagtighed – (jf. Bekendtgørelsens §4) – så bør brugeren holde øje med dette.

En høj PDOP-værdi er et tegn på manglende kvalitet i signalmodtagelsen fra satellitterne, og det er derfor vigtigt at holde øje med PDOP under opmåling med GNSS. Værdien siger noget om satellitkonstellationens evne til at give nøjagtige resultater. Hvis satellitterne er meget spredte på himlen er PDOP-værdien lav. Hvis satellitterne er meget samlet på himlen er PDOP-værdien høj (typisk 5-7).

Hvis modtagelsen af GNSS-korrektioner afbrydes, f.eks. som følge af nedbrud af det anvendte mobiltelefonnet, kan modtageren fortsat bestemme positioner. Disse positioner vil dog have en ringere nøjagtighed, end der normalt opnås med GNSS. GNSS-udstyret kan advare brugeren om den forringede nøjagtighed, men for at udnytte informationen kræver det, at brugeren er opmærksom på advarsler, og på angivelsen af positionsnøjagtigheden. Det anbefales at opmåleren opnår en fortrolighed med GNSS-modtageren og har en fornemmelse for, hvordan udstyret fungerer under vanskelige GNSS-opmålingssituationer (tæt på bygninger mv).

### **Gentagne indmålinger og kontrol**

Risikoen for opmålingsfejl kan reduceres (men ikke elimineres) ved, at alle punkter indmåles mindst to gange med et tidsinterval i mellem målingerne på ca. 2 timer (eller mere) og med en ny initialisering imellem målingerne for at få overbestemmelse. Dette er tidskrævende, og brugeren må derfor vurdere, om opgavens karakter gør det nødvendigt at indmåle punkterne to gange, eller om målingens kvalitet kan sikres på anden måde. Det bør overvejes at foretage overbestemmelse en gang i mellem for at give opmåleren en fornemmelse af gentagelsesnøjagtigheden.

Indmåling af et kendt punkt (fx et fikspunkt) og en efterfølgende sammenligning af de nye koordinater med de kendte koordinater, er en enkel måde at kontrollere positionsnøjagtigheden på. Indmåling af det kendte punkt bør ske med den samme initialisering som anvendt ved indmåling af de nye punkter.