

Kontroll og kalibrering av elektro-optiske avstandsmålere

Versjon 2.1 – Desember 2009

Forord

Den første versjonen av *Retningslinjer for kontroll og kalibrering av elektro-optiske avstandsmålere* ble utgitt i desember 1993, etter at den hadde vært på høring i kart- og oppmålingsmiljøet.

Bjørn Geirr Harsson (leder), Statens kartverk Geodesi og
Leif Grimstveit, Statens kartverk Geodesi
utarbeidet denne første versjonen, som bare fantes i papirformat.

Papirversjonen av standarden ble skannet og ført over på digital form i forbindelse med at alle standardene ble distribuert på CD fra året 1999. I andre standarder utgitt av SK etter 1993 var noen av termene definert litt annerledes. Alt dette ga grunnlag for en teknisk gjennomgang av standarden. Vi foretok også omredigeringer i versjon 2.0 juni 2002 for å få standarden mer i overensstemmelse med Kartverkets mal for standarder. I tillegg til de to som er nevnt ovenfor, deltok også John Sundsby, Statens kartverk Geodesi i dette arbeidet som følge av sin funksjon som standardiseringsansvarlig i Geodesidivisjonen. Trond Espelund, Statens kartverk Land var med under gjennomgang av termene.

I versjon 2.1 (desember 2009) er avsnitt 3 fornyet, ved samlet bearbeiding av termer og definisjoner som er brukt i de geodetiske standardene. Tidligere referanser er gruppert i referanser og litteratur. Innholdet i standarden er ellers ikke endret.

Henvendelser 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

Innholdsliste

Forord	2
0 Orientering.....	4
1 Omfang.....	4
2 Referanser	4
3 Definisjoner og forkortelser	4
4 Enklere kontroll av instrument.....	5
4.1 Plikter.....	5
4.2 Kontrollavstand - etablering.....	5
4.3 Kontrollavstand - måling.....	5
4.4 Reflektor.....	5
4.5 Protokoll.....	5
5 Fullstendig kalibrering	6
5.1 Plikter.....	6
5.2 Formål.....	6
5.3 Systematiske korreksjoner.....	6
5.4 Krav til instrumentene.....	6
5.4.1 Presisjon.....	6
5.4.2 Målenøyaktighet.....	7
5.5 Kalibreringsmålinger.....	7
5.5.1 Når må kalibrering utføres?.....	7
5.5.2 Sporbarhet til internasjonal basis.....	7
5.5.3 Leie av basis.....	7
5.5.4 Håndtering av instrument.....	7
5.5.5 Skrå-/horisontalavstand.....	8
5.5.6 Meteorologiske observasjoner.....	8
5.6 Kalibreringsberegninger.....	8
6 Dokumentasjon av kontroll og kalibrering.....	9
7 Konsekvenser av kalibreringen.....	9
Tillegg A (normativt) - Definisjoner og forkortelser.....	10
Tillegg B (informativt) - Kartskisse over 13 utendørs kalibreringsbasiser i Norge	17
Tillegg C (informativt) - Tabell over 13 utendørs kalibreringsbasiser i Norge	18
Tillegg D (informativt) - Noen data for en del elektro-optiske avstandsmålere.....	19
Tillegg E (informativt) - Litteratur.....	22

0 Orientering

I Norge ble elektro-optiske avstandsmålere tatt i praktisk bruk for oppmålingsoppgaver fra 1960-årene. Anvendelsen av slike avstandsmålere økte helt fram til GPS-mottakere overtok hegemoniet på 1990-tallet. Selv om GPS-mottakere blir brukt til stadig nye oppgaver, må man regne med at elektro-optiske avstandsmålere fortsatt blir benyttet i framtidig oppmålingsvirksomhet. De elektro-optiske avstandsmålerne har sin spesielle styrke i områder hvor signalene fra satellitter er svake eller av ulike årsaker mangler helt. Så lenge elektro-optiske avstandsmålere er i bruk innen oppmåling og utstikking, er det behov for en standard som gir rammen for kontroll og kalibrering av dem.

1 Omfang

Disse retningslinjene beskriver kontroll og kalibrering på utendørs basis av elektro-optiske avstandsmålere som blir brukt i kart- og oppmålingssammenheng. Kalibreringsresultatene kan brukes til å korrigere målte avstander på inntil 3 km, men ikke mer enn 3 ganger kalibreringsbasisens lengde. Avstandsmålere som skal måle lengre avstander, må kontrolleres mot frekvensteller eller kalibreres på langdistansebasis.

Retningslinjene gjelder både for instrumenter som måler ved pulsmetoden og fasemetoden.

I 2001 utga ISO en standard ISO 17123-2 som dekker samme område. Den norske standarden omfatter noe mer enn ISO-standard.

Tilleggene B og C viser hvilke utendørs kalibreringsbasiser som har vært godkjent av Statens kartverk. Trolig er ikke alle i bruk nå (2009). Tillegg D gir opplysninger om en del avstandsmålere, sist oppdatert i 2002.

2 Referanser

I teksten er det ikke referert til standarder eller andre dokumenter som er nødvendige for å kunne forstå og bruke standarden *Kontroll og kalibrering av elektro-optiske avstandsmålere*.

Se ellers Tillegg E - Litteratur.

3 Definisjoner og forkortelser

Termer og forkortelser som er brukt i standarden, er definert i Tillegg A.

4 Enklere kontroll av instrument

4.1 Plikter

Den som utfører offentlige oppmålingsarbeid, plikter å forsikre seg om at måleinstrument (herunder avstandsmåler og reflektorer) fungerer tilfredsstillende i forhold til de nøyaktighetskrav som gjelder for vedkommende måleoppdrag. Måleren plikter å overvåke stabiliteten av instrumentene og dokumentere at så er gjort.

4.2 Kontrollavstand - etablering

Kommuner, oppmålingsfirmaer og andre brukere av elektro-optiske avstandsmålere bør opprette en enklere kontrollbasis, dvs. en lett tilgjengelig kontrollavstand, eller flere, for å passe på stabiliteten for slike avstandsmålere. Disse kontrollavstandene må gå mellom faste, veldefinerte punkter og være bestemt f.eks. ved måling med et instrument som nettopp er kalibrert. Kontrollavstandene innmåles ved minst tre uavhengige måleserier. Etableringsverdi settes lik middelverdien av samtlige aksepterte målinger for en avstand, etter at målingene er korrigert for meteorologi. Kontrollen er lettest å utføre dersom avstandene går mellom søyler med påmonterte festeskruer, men bolter i fjell er også gode.

Hvis et instrument er i jevnlig bruk, måles kontrollavstanden(e) minst en gang pr. kvartal, eller før og etter måleprosjekter. Dette gjøres for å kontrollere om instrumentet trenger kalibrering på godkjent basis. Korte kontrollavstander (40-60 m) vil være best egnet til å avsløre endringer i addisjonskonstanten, mens lange avstander (600-700 m eller mer) kontrollerer målestokken best.

4.3 Kontrollavstand - måling

Man trenger altså ikke å kjenne de sanne verdiene av slike kontrollavstander. Poenget er at målingene med instrumentet, korrigert for meteorologi, hver gang skal gi samme resultat, dvs. verdien ved etableringen \pm akseptert presisjon, kfr. underkapittel 5.4.1.

Hvis målingene i gjennomsnitt viser verdier som ligger utenfor etableringsverdi \pm akseptert presisjon, bør instrumentet kontrolleres igjen senere. Blir målingene fortsatt ikke akseptert, bør instrumentet justeres eller repareres, og deretter kalibreres etter retningslinjene gitt i underkapittel 5.5.

4.4 Reflektor

Dersom en avstandsmåler skal brukes i felten sammen med andre reflektorer enn dem som ble brukt under kalibreringen, må forskjellen i nullpunktfeil være bestemt ved målinger, selv om den er oppgitt av fabrikanten. Reflektorene som skal sammenliknes, settes etter tur opp i samme punkt, helst ved tvangssentrering, og det måles gjentatte ganger fra samme instrumentoppstilling til hver av dem. Forskjellen i nullpunktfeil bestemmes som middelverdien av forskjellene i avlest avstand. Avstanden det måles over, bør være 40-60 m.

4.5 Protokoll

Det må føres egen protokoll for hvert instrument, hvor eventuelle endringer i målt avstand kan registreres. Se kapittel 6.

5 Fullstendig kalibrering

5.1 Plikter

Den som utfører offentlige oppmålingsarbeid, plikter å forsikre seg om at måleinstrument (herunder avstandsmåler og reflektorer) fungerer tilfredsstillende i forhold til de nøyaktighetskrav som gjelder for vedkommende måleoppdrag. Måleren plikter å overvåke stabiliteten av instrumentene og dokumentere at så er gjort.

5.2 Formål

Avstander målt med en elektro-optisk avstandsmåler har feil av systematisk karakter, i tillegg til de tilfeldige måleavvikene. Ved kalibrering bestemmes systematiske feil som er knyttet til selve instrumentet pluss reflektoren. Slik avsløres det om instrumentet har alvorlige mangler som bør rettes på, og det blir mulig å korrigere avstander som senere måles, til verdier som ligger nærmere de riktige. Formålet med kalibreringen er altså å kontrollere instrumentet og dets målenøyaktighet, samt forbedre måleresultatene for å oppfylle de krav som stilles.

5.3 Systematiske korreksjoner

Å kalibrere en avstandsmåler med reflektor er å bestemme dens verdier for tre typer systematiske korreksjoner:

Addisjonskonstant. Antas uavhengig av avstanden.

Målestokk-korreksjon. Antas uavhengig av temperaturen.

Korreksjon for syklisk feil (første ordens kortperiodiske feil). Amplituden antas uavhengig av avstanden.

Feil av disse tre typene kan bestemmes hver for seg, men disse retningslinjene beskriver et opplegg der alle undersøkes samlet ved analyse av et sett målinger gjort på en basis der avstandene er kjente. Se underkapittel 5.5. Avstander som måles med instrumentet, påføres korreksjoner basert på kalibreringsresultatet.

Instrumenter som måler ved pulsmetoden, har ikke syklisk feil, men kan ha periodiske feil på grunn av interpolasjon innen avstandsintervaller som svarer til taktfrekvensen.

Bestemmelsen av et instruments korreksjon for syklisk feil blir ikke nødvendigvis like god på enhver basis. Grunnen er at det settet av enkeltavstander som måles ved kalibreringen, kan passe mer eller mindre godt sammen med instrumentets modulerte bølgelengde.

5.4 Krav til instrumentene

5.4.1 Presisjon

Presisjonen for en elektro-optisk avstandsmåler blir fra fabrikanten gjerne gitt på formen: $a \text{ mm} + b \text{ ppm}$. Se de to spaltene lengst til høyre i tillegg D. Dette oppfattes slik at den

instrumentavhengige delen av standardavviket for en enkelt måling (repeterbarheten) består av en konstantdel: a mm, og en avstandsavhengig del: b mm pr. km.

Fabrikantens oppgitte presisjon for et instrument er å oppfatte som "akseptert presisjon", jf. underkapittel 4.3.

5.4.2 Målenøyaktighet

Målenøyaktigheten avhenger ikke bare av instrumentets og reflektorens kvalitet, men også av observatøren, måleprosedyren og andre ytre betingelser. Den kommer til uttrykk ved standardavviket for en enkelt måling under kalibreringen. I dokumentasjonen av en kalibreringsberegning skal det beregnede standardavviket for en angitt avstand (gjerne 1 km) oppgis. Denne verdien skal være bedre enn kravet som stilles til instrumentet ved aktuelle måleoppgaver.

5.5 Kalibreringsmålinger

5.5.1 Når må kalibrering utføres?

En elektro-optisk avstandsmåler skal kalibreres når det er gjort inngrep i instrumentet, dvs. justeringer og reparasjoner. Dersom enklere kontroll av instrumentet (se kapittel 4) viser signifikante avvik fra etableringsverdien(e), jf. underkapittel 4.2, skal man også utføre kalibrering.

5.5.2 Sporbarhet til internasjonal basis

Målingene skal utføres på en kalibreringsbasis som er godkjent av Statens kartverk. Se tillegg B og C. Disse basisene har kjente avstander som er bestemt i forhold til Nummela-basisen i Finland.

5.5.3 Leie av basis

Avtale om leie av en basis gjøres med den som driver basisen. Se tillegg C. Målingene gjøres normalt av den (eller en av dem) som skal bruke instrumentet i felten. Omfanget av målingene går fram av instruks og/eller måleskjema som blir utdelt fra utleier av basisen.

5.5.4 Håndtering av instrument

Instruksjonsboken for instrumentet gir anvisninger om hvordan instrumentet skal håndteres under målingene, og disse må følges. Avstandsmåleren må eventuelt

varmes opp før målearbeidet begynner. Både avstandsmåler og reflektor må beskyttes mot sterkt solskinn. For avstander mindre enn 50 m må det vurderes å bruke blender. Se instruksjonsboken.

5.5.5 Skrå-/horisontalavstand

Mange avstandsmålere kan redusere målingene til horisontalplanet, men dette skal ikke gjøres med målingene på basisene. Instrumentets omregning av skråavstand til horisontalavstand og høydeforskjell kan eventuelt kontrolleres ved ekstra målinger mellom punkt med kjente avstander og høydeforskjeller.

5.5.6 Meteorologiske observasjoner

Under målingene bør det i størst mulig grad brukes samme prosedyre som under produksjonsmåling. Måleprosedyrene må likevel, dersom dette er nødvendig, tilpasses det beregningsprogram som skal brukes. De korreksjoner som er stilt inn på avstandsmåleren, skal noteres. Temperatur og trykk bør avleses og noteres for samtlige målte avstander. Dette gjøres på representative steder for målestrålen, dvs. over samme terreng som avstanden måles over. Meteorologiske observasjoner gjøres fortrinnsvis i skygge og i strømmende luft.

De meteorologiske instrumentene må være kalibrerte, ellers kan målestokk-korreksjonen som beregnes etterpå, bli misvisende.

Automatisk meteorologisk korreksjon kan kontrolleres ved å måle noen avstander med og uten korreksjon. Avstandsdifferansene på grunn av meteorologisk korreksjon kontrolleres beregningsmessig etter følgende "tommelfingerregel": 1°C eller 3 mm Hg ($= 4\text{ mb} = 4\text{ hPa}$) tilsvarer ca. 1 ppm . Økende temperatur vil gi minkende avlest avstand på instrumentet, mens økende lufttrykk vil gi økende avlest avstand.

5.6 Kalibreringsberegninger

Målinger gjort på en kalibreringsbasis brukes til å beregne **addisjonskonstant, målestokk-korreksjon** og eventuelt korreksjon for **syklisk feil** for instrumentet pluss reflektoren som er brukt. De verdiene man har fra før for disse tre korreksjonene, beholdes, med mindre de ut fra kalibreringsmålingene påvises å være signifikant feilaktige. Eventuelle signifikante forskjeller fra de gamle korreksjonene påvises ved statistisk testing og slik at korrelasjon mellom beregnede verdier for korreksjonene ikke påvirker utfallet, for eksempel kombinatorisk F-test. Anvendt signifikansnivå skal være 95 %.

De som leier ut basisen, kan vanligvis ta seg av kalibreringsberegningen, ved utjevning av målingene med elektronisk regnemaskin. Utskrift fra beregningen sendes til eieren.

6 Dokumentasjon av kontroll og kalibrering

Det lages en beskrivelse av den/de enklere kontrollbasen(e) som er beskrevet i kapittel 4 (merking, beliggenhet, lengde(r), etc.), vedlagt dokumentasjon av hvordan avstanden(e) mellom punktene er bestemt.

For hvert instrument (avstandsmåler og reflektor) lages en kontrollprotokoll. Denne skal inneholde:

- arkivreferanse.
- instrumentets nr.
- attestasjon fra leverandøren om at levert instrument er kalibrert og når dette skjedde, bilagt data for instrumentets parametre (systematiske korreksjoner).
- dato for gjennomførte enklere kontroller mot enklere kontrollbasis (se kapittel 4), observasjons- og resultatdata og hvem som har utført kontrollene.
- dato for gjennomførte kalibreringer av instrumentet etter at det er tatt i bruk, med resultater av kalibreringene (se underkapittel 5.6).
- attestasjonssignatur for innføringen i protokollen.

Dokumentasjonene arkiveres i henhold til eierens arkivsystem og -rutiner.

7 Konsekvenser av kalibreringen

Av kalibreringsutskriften framgår standardavviket på en 1 km lang avstand målt med instrumentet. Dessuten angis hvilke systematiske instrumentkorreksjoner som er statistisk signifikante. Korreksjonene må påføres målingene, om man vil utnytte instrumentet best mulig. Nøyaktigheten, uttrykt ved standardavviket for en enkelt måling korrigert for instrumentfeil, kan være for dårlig for en aktuell måleoppgave. Da må man vurdere om instrumentet bør sendes til verkstedoverhaling og deretter kalibreres på nytt, eller om man må velge et bedre instrument.

Dersom standardavviket for en måling korrigert for instrumentfeil er godt nok for oppgavene hvor instrumentet skal brukes, vil instrumentkorreksjonene være tilstrekkelig godt bestemt. Men korreksjonene kan likevel være så store at det er mest praktisk å få justert instrumentet på verksted, for å unngå brydsomme korreksjonsberegninger.

Forklaringen på eventuelt dårlig bestemte instrumentkorreksjoner kan f.eks. være ugunstig vær under kalibreringsmålingene, eller at basisen er dårlig egnet for bestemmelse av den sykliske feilen. For oppgaver med spesielt høye krav til målenøyaktigheten kan det bli aktuelt å finne andre metoder for kalibrering, f.eks. frekvensmåling og skinnemåling.

Tillegg A (normativt) - Definisjoner og forkortelser

I følgende alfabetiske liste gis definisjoner for termer som er brukt i Kartverkets geodesistandard *Kontroll og kalibrering av elektro-optiske avstandsmålere* [KAL].

Noen regler som er fulgt ved redigeringen av listen:

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

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

- 1) være ført opp på alfabetisk plass i listen, 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.

addisjonskonstant

konstant størrelse som kan adderes til en avlest eller beregnet verdi, som et ledd i korrigering til riktigere verdi

MERKNAD - For *elektroniske avstandsmålere* er addisjonskonstanten summen av *instrumentkonstant* og *reflektorkonstant*. Den korrigerer for samlet *nullpunktfeil* for instrument og reflektor.

avvik

forskjell fra *sann verdi*, fra det man antar er *sann verdi*, eller forskjell mellom to målte verdier for samme størrelse

MERKNAD - Kan være sammensatt av *tilfeldig avvik*, *systematisk(e) feil* og *grov(e) feil*.

basis

nøyaktig målt(e) avstand(er) for kontroll av målebånd eller *elektroniske avstandsmålere*

MERKNAD - Også kalt kontrollbasis eller kalibreringsbasis.

bærebølge

elektromagnetisk bølge som påføres *signal* for å overføre informasjon

elektronisk avstandsmåler

avstandsmåler som benytter elektromagnetiske bølger

MERKNAD - Omfatter *elektro-optisk avstandsmåler* og mikrobølgeinstrument.

elektro-optisk avstandsmåler

elektronisk avstandsmåler som bruker synlig eller infrarødt lys som *bærebølge*

fasemetoden

prinsipp for avstandsmåling der fasedifferansen mellom en utgående og en inngående elektromagnetisk bølge måles

feil

avvik som ikke er *tilfeldige*

MERKNAD 1 - Feil er ofte større i tallverdi enn forventede *tilfeldige avvik* i et datasett eller en måleserie.

MERKNAD 2 - Feil kan være *grove* eller *systematiske*. De behandles forskjellig fra *tilfeldige avvik*. Når et resultat karakteriseres som feilaktig, kan måling og/eller beregning gjentas på en slik måte at feilen unngås.

forventningsverdi

verdi som gjennomsnittet går mot for en rekke like gode bestemmelser av samme størrelse, når antall bestemmelser går mot uendelig

MERKNAD 1 - Defineres forskjellig fra *sann verdi*.

MERKNAD 2 - Se også *systematisk feil*.

grov feil

feil som skyldes tabbe, svikt ved måleutstyr eller feil ved prosedyre

MERKNAD - Oftest større enn de *tilfeldige avvikene* i et datasett. Eksempler på tabber som medfører grove feil, er: Avlesningsfeil, feilidentifisering av målemerke, forglemmelser, forvekslinger, uaktsomhet, eksentrisiteter som ikke er notert/korrigert for. Se også *avvik*.

instrumentkonstant

instrumenttilhørig del av *addisjonskonstanten* for en elektronisk avstandsmåler

MERKNAD 1 - *Reflektorkonstanten* utgjør resten av *addisjonskonstanten*.

MERKNAD 2 - Kan også betegne en konstant verdi for en annen type instrument.

kalibrering

fastlegging av skalaen på et måle- eller registreringsinstrument og angivelse av målenheten som benyttes

MERKNAD - Hensikten er å kunne justere instrumentet, eller påføre måle- eller registreringsverdier korreksjoner. Foregår ofte ved sammenlikning med kjente og mer nøyaktige verdier enn det som ventes å bli oppnådd med det aktuelle instrumentet.

kalibreringsbasis

se *basis*

kontrollbasis

se *basis*

korreksjon

størrelse med samme tallverdi og benevning som tilsvarende *feil* eller *avvik*, men med motsatt fortegn

modulert bølge

elektromagnetisk bølge som oppstår når en *bærebølge* påføres et *signal*

multiplikasjonskonstant

konstant faktor som en avlest eller beregnet verdi kan multipliseres med, som et ledd i korrigerende til riktigere verdi

målestokk-korreksjon

multiplikasjonskonstanten minus 1, for en måleutrustning som er ment å skulle gi målestokkriktige avlesninger

MERKNAD - Regnes for en *elektro-optisk avstandsmåler* ofte i *ppm*. Uttrykker hva som mangler på at målingene er målestokkriktige når de med meteorologiske formler er korrigeret til instrumentets referanseatmosfære, dvs. til dets oppgitte normaltrykk og normaltemperatur. Se tillegg D. Luftfuktighetens virkning kan man i denne sammenhengen se bort fra.

nullpunktfeil

systematisk feil som skyldes at referansepunkt for instrument og/eller reflektor ikke ligger der det forventes

MERKNAD - Tilsvarende *korreksjon* kalles nullpunktkorreksjon eller *addisjonskonstant*.

nøyaktighet

mål for en estimert verdis nærhet til sin *sanne verdi* eller til det man antar er den *sanne verdi*

MERKNAD 1 - Vanligvis er *sann verdi* ikke kjent. I praksis brukes ofte som *sann verdi* en verdi funnet ved bruk av bedre instrument(er), måling(er) og/eller beregning(er).

MERKNAD 2 - Se også *presisjon*.

ppm

parts per million

MERKNAD - Uttrykker en ubenevnt størrelse målt i enhet 10^{-6} ,
f.eks. mm pr. km.

presisjon

grad av nærhet til *forventningsverdien*

MERKNAD - Uttrykker virkningen av *tilfeldige avvik* og beregnes av observasjonene alene. Uttrykkes i geodesi og landmåling oftest ved *standardavvik*. Se også *nøyaktighet* og *repeterbarhet*.

prismekonstant

se *reflektorkonstant*

pulsmetoden

prinsipp for avstandsmåling der avstanden beregnes av tiden som et lysglimt (en puls) bruker for å tilbakelegge strekningen fra instrument til reflektor og tilbake

reflektorkonstant

reflektortilhørig del av *addisjonskonstanten* for en *elektronisk avstandsmåler*

MERKNAD 1 - *Instrumentkonstanten* utgjør resten av *addisjonskonstanten*.

MERKNAD 2 - Reflektoren kan være speil, prisme eller annet reflekterende materiale.

repeterbarhet

uttrykk for variasjon i måleverdi for et instrument når identiske måleprosedyrer utføres under konstante betingelser

MERKNAD - Se også *presisjon* og *nøyaktighet*.

sann verdi

grenseverdi som middeltallet av et økende antall like gode bestemmelser av en størrelse går mot, når *systematiske feil* og *grove feil* er eliminert

MERKNAD 1 - Vanligvis ikke kjent. Som tilnæringsverdi brukes ofte en verdi som er bestemt med større *nøyaktighet* enn *nøyaktigheten* for den størrelsen som observeres eller beregnes.

MERKNAD 2 – Defineres forskjellig fra *forventningsverdi*.

signal

1 : innretning som skal gjøre en detalj synlig for målinger

MERKNAD 1 - I geodesien vanligvis brukt om fysisk konstruksjon som representerer et *fastmerke* som det skal siktes mot. Gis betegnelse etter konstruksjonen som er brukt (varde, søyle, tårn, fotsignal, bardunsignal m.v.) Noen signal er "permanente", mens andre settes opp i forbindelse med aktuelle målearbeid. Signalene kan være plassert sentrisk eller eksentrisk i forhold til *fastmerket*.

MERKNAD 2 - Også brukt i fotogrammetri, for å gjøre en detalj synlig på flybilder.

2: informasjon som skal overføres

MERKNAD - Overføringen skjer i landmåling og geodesi ofte ved *modulerte bølger*, som oppstår ved at *bærebølger* påføres signaler.

signifikant forskjell

statistisk betegnelse for en forskjell som er så stor at den med en nærmere angitt sannsynlighet ikke kan ha oppstått ved tilfeldigheter

standardavvik

kvadratroten av *varians*

MERKNAD 1 - Uttrykker *presisjon* for en gruppe målinger, eller for størrelser som er beregnet av målinger.

MERKNAD 2 - Regnes uten fortegn og erstatter tidligere brukt term middelfeil.

syklisk feil

systematisk feil som varierer som en sinusfunksjon med periode lik den halve *modulerte bølgelengde* for instrumentet

MERKNAD - Dels av elektrisk og dels av optisk art. Oppstår vesentlig fordi sender- og mottakerdelen av instrumentet er bygd sammen. Kalles også første ordens kortperiodisk feil.

systematisk feil

feil som har sin opprinnelse i utilstrekkelig matematisk beskrivelse av den fysiske virkelighet

MERKNAD - Systematisk feil på en måling vil gi måleresultater samlet omkring en verdi (*forventningsverdien*) forskjellig fra den *sanne verdi*, når målingen gjentas mange ganger under samme betingelser.

tilfeldig avvik

avvik som følger tilfeldighetens lov, slik at man ikke kan forutsi det enkelte *avvik* verken med hensyn til fortegn eller størrelse

MERKNAD 1 - Ofte normalfordelt eller tilnærmet normalfordelt, men andre fordelinger kan forekomme.

MERKNAD 2 - Tidligere kalt tilfeldig feil.

tilfeldig variabel

variabel som kan ha flere verdier, som hver opptrer med en viss sannsynlighet

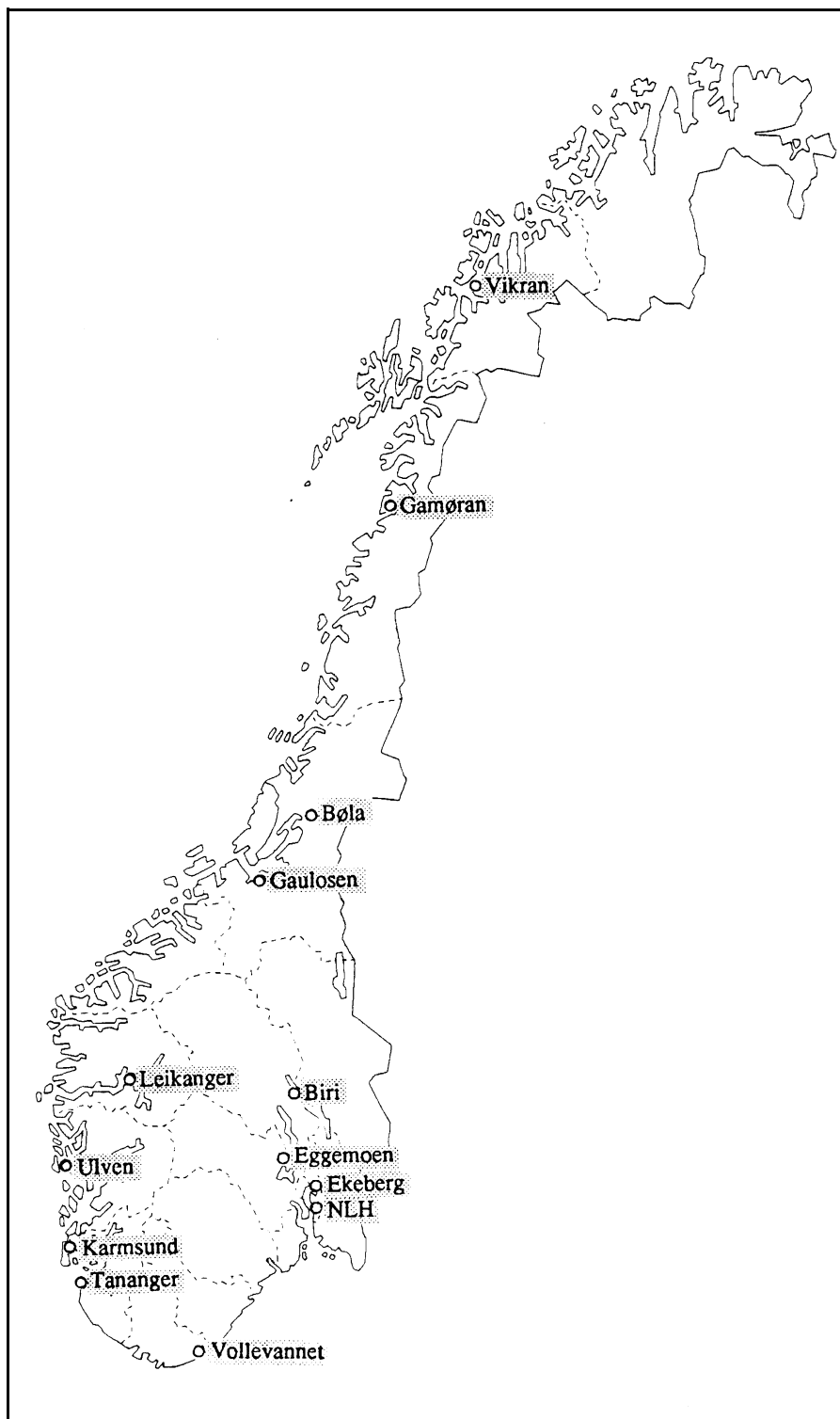
MERKNAD - Også kalt stokastisk variabel. I landmåling og geodesi er sannsynligheten ofte en normalfordeling.

varians

forventningsverdi σ^2 for $(x-\xi)^2$ når x er en *tilfeldig variabel* med *forventningsverdi* ξ

Tillegg B (informativt) - Kartskisse over 13 utendørs kalibreringsbasiser i Norge

(godkjent av Statens kartverk)



Tilbaketrukket oktober 2020

Tillegg C (informativt) - Tabell over 13 utendørs kalibreringsbasiser i Norge (godkjent av Statens kartverk)

Navn	Type	Ant. pkt.	Punkt- betegnelser	Punktmarkering	Faste punkter	Bestemt (målt)			Beregnet av	Kontroll- målt	Drives av
						når	av	med instrument			
Ekeberg	Linje (1130 m)	6	A,1-4,B	A,B: Betongsøyler på fjell m/Kern fundamentplater og Wild festeskruer. 1-4: Underjordiske bolter	A, B	Aug. 1976	NGO/NLH	Tellurometer MA 100	NLH v/Langerak	1979 2000	Plan- og bygningsetaten, Oslo
Ulven	Linje (1066m)	7	A,1-5,B	A,B: Betongsøyler på fjell m/Wild festeskruer. 1-5: Hullbolter	Alle	Mai 1979	NGO	Tellurometer MA 100	NGO v/Engen	1985	Statens kartverk Hordaland
Bøla	Linje (1050 m)	7	A,1-5,B	Betongsøyler på fjell m/Wild festeskruer	Alle	Sept. 1980	NGO/NLH	Kern Mekometer ME 3000	NLH v/Formo	1990 2001	Statens kartverk Nord-Trøndelag
Biri	Linje (1510 m) + stråle (3069 m)	8	A,1-5,B,C	A,3,4,5,C: Betongsøyler på fjell m/Kern fundamentplater 1,2,B: Betongsøyler i løsmasse m/Kern fundamentplater.	A, 3, 4, 5, C	April 1981	NGO	Kern Mekometer ME 3000	NGO v/Engen	1988 1998	Hedmark og Oppland karttekniske forening
Tananger	Linje (855 m)	7	1-7	Betongsøyler på fjell m/Kern fundamentplater.	Alle	Aug. 1982	NGO	Kern Mekometer ME 3000	NGO v/Grimstveit	1994	Statens kartverk Rogaland
Gamøran	Linje (916 m) +nett (2935 m)	7	A,1-4,B,C	Betongsøyler på fjell m/Kern fundamentplater.	Alle	Nov. 1982	NGO	Kern Mekometer ME 3000	NGO v/Grimstveit	1996	Nordland karttekniske forening
Leikanger	Nett (2483 m)	7	1-7	Betongsøyler på fjell m/Kern fundamentplater.	Alle	Sept. - okt. 1983	NGO	Kern Mekometer ME 3000	NGO v/Grimstveit	1987 1998	Statens kartverk Sogn og Fjordane
Gaulosen	Linje (1609 m)	6	1-6	Betongsøyler med plate for Kern eller Wild.	Alle unntatt nr. 4	Okt. 1983	NGO/NTH	Kern Mekometer ME 3000	NTH v/Torkildsen	1990 1994 2003	Statens kartverk Sør-Trøndelag
Eggemoen	Linje (969m)	7	A1-A7	Granittsøyler i morene med Kern fundamentplater.	Alle	Okt. 1984	NGO	Kern Mekometer ME 3000	NGO v/Grimstveit	2002	Statens kartverk, Geodesi
Vikran	Linje (992 m) + stråler (2992 m)	8	1-8	Betongsøyler på fjell med Kern fundamentplater.	Alle	Aug. 1986	SK	Kern Mekometer ME 3000	SK v/Grimstveit	1996/97	Geoforum Troms
NLH	Linje (1260 m)	6	1-6	Betongsøyler på fjell med plater med hull for Wild-skruer	Alle	Okt. 1987	SK	Kern Mekometer ME 3000	SK v/Grimstveit	2000	NLH Institutt for kartfag
Vollevannet	Nett (1166 m)	6	1-6	Betongsøyler med Kern fundamentplater.	Alle (?)	Mai 1988	SK	Kern Mekometer ME 3000	SK v/Grimstveit	2000	Statens kartverk Vest-Agder
Karmsund	Nett (1901 m)	6	1-6	Betongsøyler med Wild skruer.	Alle	Mai 1990	SK	Kern Mekometer ME 3000	SK v/Grimstveit	1994	Karmøy kommune

Skien oppmålingsvesen driver Ris basis, som har fem kjente avstander fra samme oppstillingspunkt og er godt egnet til enklere kontroll. Bestemt av NGO. Ellers i landet fins det flere innen- og utendørs basiser, bestemt av andre enn NGO/SK, som kan være praktiske til enklere kontroll.

Tillegg D (informativt) - Noen data for en del elektro-optiske avstandsmålere

Fabrikk	Modell	Bærebølge- lengde (μm)	Halv modulert bølgelengde (m)	Normal temp ($^{\circ}\text{C}$)	Normal- trykk (mm Hg)	Oppgitt presisjon	
						a mm	b mm/km
AGA	Geodimeter		5				
	6A		5				
	6B		5				
	6BL		5				
	8		10				
	10		10				
	12		10	20	760		
	12A		10				
	14		10				
	14A		10	20	760		
	100		10				
	112		10				
	114	0.88	10	20	760		
	115		10				
	120		10				
	140		10				
	142T	0.91	10	20	760		
	216	0.91	10	20	760		
	220	0.91	10	20	760		
	410	0.91	10	20	760		
	420	0.91	10	20	760		
	440	0.91	10	20	760		
	600		5				
700		5					
710		5					
6000	0.89	10	20	760			
JENOPTIK	Recota	0.860	10	15	740		
	Reta 3A	0.860	10	15	741	4	2
	20A	0.860	10	15	741	4	2
KERN (Leica Aarau)	DM102		10				
	DM104	0.865	10	12	760		
	DM150		10	12	760		
	DM500		10	12	760		
	DM501		10	12	760		
	DM502		10	12	760		
	DM504	0.865	10	12	760		
	DM550	0.865	10	12	760		
	DM1000		10				
	DM2000		10				
NIKON	DTM-851/831/821	0.820	2	20	760	2	2
	NPL-821	0.870	(puls)	20	760	3	3
	DTM-551/531/521	0.820	2	20	760	2	2
	DTM-350/330	0.820	7.5	20	760	3	2
	NPL-350	0.870	(puls)	20	760	5	3
	C-100	0.820	10	20	760	5	5
SERCEL Se WILD							

Omregningsfaktor fra mm Hg (=Torr) til hektopascal hPa (=millibar) : 1.33

Fabrikk	Modell	Bærebølge- lengde (μm)	Halv modulert bølglengde (m)	Normal- temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Normal- trykk (mm Hg)	Oppgitt presisjon a mm + b mm/km	
						a	b
SOKKISHA	RED1A		10				
	SET 2	0.860	10	15	760	3	2
	SET 3	0.860	10	15	760	5	3
	SET 4	0.860	10	15	760	5	3
	SDM 5A		10				
TRIMBLE	5601	0.850		20	760	2	2
	5602	0.850		20	760	2	2
	5603	0.850		20	760	2	2
	5605	0.850		20	760	3	3
	5601DR200+		(puls)			3	3
	5602DR200+		(puls)			3	3
	5603DR200+		(puls)			3	3
	5605DR200+		(puls)			3	3
WILD (Leica Heerbrugg)	DISTOMAT DI3		20	12	760	5	
	DI3S		20	12	760	5	5
	D14	0.885	30.77	12	760	5	5
	DI4L	0.885	30.77	12	760	5	5
	DI5	0.845?	30.77	12	760	3	2
	DI5S	0.845	30.77	12	760	3	2
	DI10	0.875	10	12	760	10	
	DI20	0.835	30.33	12	760	3	1
	DI1000	0.865	20	12	760	5	5
	DI1001	0.850	3.0			5	5
	DI1600	0.850	3.0	12	760	3	2
	DI2000	0.850	10.10	12	760	1	1
	DI2002	0.850	3.0	12	760	1	1
	DI3000	0.865	(puls)	12	760	3-5	1
	DI3000S					3	1
	DIOR3002	0.865	(puls)	12	760	5	1
	DIOR3002S					3-5	1
	Tachymat						
	TC1	0.885	30.77	12	760	5	5
	TC1L	0.850	30.77	12	760	5	5
	TC500					5	5
	TC1000						
	(1,4 1,5 2,2 5,2 5,4)	0.850	10.10	12	760	3	2
	(3,2 4,4 6,4)	0.850	3.0	12	760	3	2
	TC1010					3	2
	TC1600						
	(1,4 1,5 2,2 5,2 5,4)	0.850	10.10	12	760	3	2
(3,2 4,4 6,4)	0.860	3.0	12	760	2	2	
TC1610					2	2	
TC2000	0.845	30.77	12	760	2	2	
TC2002	0.850				1	1	
CI410		10			5	5	
CI1450		10			5	5	

Fabrikk	Modell	Bærebølge- lengde (μm)	Halv modulert bølgelengde (m)	Normal- temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Normal- trykk (mm Hg)	Oppgitt presisjon a mm + b mm/km	
						a	b
ZEISS	Eldi1		10				
	1*		10				
	2		10				
	3		10				
	3*		10				
	Eldi 4	0.860	10	20	708	5	3
	10	0.900	(puls)	20	704	5	2
	Elta E						
	2	0.860	10	20	708	2	2
	2S		10				
	3	0.860	10	20	708	3	3
	4	0.860	10	20	708	3	3
	6	0.860	10	20	708	5	3
	20		10				
	Rec Elta 2		10	20	708	2	2
	Reg Elta 14		10				
	SM4		10				
	SM4*		10				
SM11							
SM41*							

Tillegg E (informativt) - Litteratur

Følgende lover, forskrifter m.v. er viktige som bakgrunn for standarden *Kontroll og kalibrering av elektro-optiske avstandsmålere*:

Signalloven av 1923.

Delingsloven av 1978.

Plan- og bygningsloven av 1985.

Miljøverndepartementet m.fl.: *Norm for kart i målestokkene 1:250, 1:500, 1:1000, 1:2000 og kommunale oppmålingsarbeider [Kartnormen]*. Foreløpig ajourført utgave - 1982.

Internasjonal standard ISO 17123 - 2001: *Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments*. Part 4: *Electro-optical distance meters (EDM instruments)*.

Internasjonal standard ISO 9849 - 2000: *Optics and optical instruments – Geodetic and surveying instruments – Vocabulary*.

Standard Geografisk informasjon *Fastmerkenummerering og fastmerkeregister [FF]*, versjon 2.2 - desember 2009.

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

Standard Geografisk informasjon *Koordinatbaserte referansesystemer [KRS]*, versjon 2.1 – desember 2009.

Standard Geografisk informasjon *Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon [SOSI]*, del 1-4.

Manual med beskrivelse av *SOSI*-format.

Standard Geografisk informasjon *Kvalitetssikring av oppmåling, kartlegging og geodata (Geodatastandarden) [G]* - 2002.

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