

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 1 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

KOORDINATBASERTE REFERANSESYSTEMER

DATUM, KOORDINATSYSTEM, TRANSFORMASJON, KONVERTERING OG AVBILDNING

Versjon 2.1 - Desember 2009

Henvendelser 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

Standard Geografisk informasjon *Koordinatbaserte referansesystemer* inneholder informasjon om datum, koordinatsystem, transformasjon, konvertering og avbildning, samt hvilke krav som stilles i de ulike prosessene. Den gir også en anbefaling om hva som bør brukes i offisielle anvendelser.

Miljøverndepartementet har tillagt Statens kartverk ansvar for standarder og regelverk innen kart og oppmåling.

Standarden har vært behandlet i og er godkjent av Standardiseringsringen i Statens kartverk og Brukerforum for standardisering.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 2 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

FORORD

Arbeidet med denne standarden kom i gang i 1996 som utspill fra lederen i Brukerforum for standardisering, Sverre Steen i Statens kartverk. Den første utgaven av standarden ble sendt på høring omkring årsskiftet 1997/98. Omtrent på denne tiden startet det internasjonale arbeidet med ISO-standard *Geographic information - Spatial referencing by coordinates*. Den omhandler de samme emner som standarden *Koordinatbaserte referansesystemer* utgitt av Statens kartverk. Vår standard ble så tilpasset ISO-standard. I 2000 og i 2003 ble *Koordinatbaserte referansesystemer* sendt ut på ny høring.

Følgende har vært involvert i arbeidet med standarden *Koordinatbaserte referansesystemer*: Lars Bockmann, Per Chr. Bratheim, Jan Danielsen, Leif Grimstveit, John Sundsby, Olav Vestøl og Bjørn Geirr Harsson, med sistnevnte som leder og norsk representant i arbeidet med ISO-standard *Geographic information - Spatial referencing by coordinates*. Professorene Øystein Andersen, Olav Mathisen og Bjørn Ragnvald Pettersen ved NLH (nå UMB) gav spesielt verdifulle bidrag ved utformingen av standarden.

Flere av figurene er lett bearbeidet fra arbeidsutgaven av ISO-standard 19111 *Geographic information - Spatial referencing by coordinates*.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 3 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

Innhold

FORORD	2
0 ORIENTERING	4
1 OMFANG	4
2 REFERANSER	5
3 DEFINISJONER	5
4 KOORDINATBASERT REFERANSESYSTEM	6
4.1 GEODETISK REFERANSESYSTEM, GEODETISK REFERANSERAMME OG DATUM	7
4.2 DATUM.....	8
4.2.1 Geodetisk datum.....	9
Spesielt om EUREF89.....	9
4.2.2 Vertikalt datum.....	10
4.2.3 Anleggsdatum.....	10
4.3 EKSEMPEL PÅ SAMMENSATT KOORDINATBASERT REFERANSESYSTEM.....	10
4.4 KOORDINATSYSTEMER.....	10
4.5 OMFORMING AV KOORDINATER.....	11
4.5.1 Transformasjon.....	12
4.5.2 Konvertering.....	13
4.5.3 Avbildning til kartplan.....	13
5 KRAVSPESIFIKASJONER	17
5.1 KRAV TIL KOORDINATBASERT REFERANSESYSTEM.....	17
5.2 KRAV TIL OMFORMING AV KOORDINATER.....	18
5.2.1 Krav til beregning og beregningsprogram.....	18
5.2.2 Krav til dokumentasjon.....	19
5.3 KRAV TIL KOORDINATANGIVELSE.....	19
5.3.1 Koordinatbasert referansesystem, kartplan.....	20
5.3.2 Koordinatbasert referansesystem, geodetisk	20
5.3.3 Sammensatt koordinatbasert referansesystem.....	20
5.3.4 Koordinatbasert referansesystem, anlegg	20
TILLEGG A (NORMATIVT) - TERMER OG FORKORTELSER	21
TILLEGG B (INFORMATIVT) - FORHOLDET MELLOM KARTESISKE OG GEODETISKE KOORDINATER	38
TILLEGG C (INFORMATIVT) - GEOIDE, HØYDE OG VERTIKALT DATUM	41
TILLEGG D-1 (INFORMATIVT) - ULIKE KOORDINATBASERTE REFERANSESYSTEMER	45
TILLEGG D-2 (INFORMATIVT) - KOORDINATBASERT REFERANSESYSTEM: NORSK HØYDESYSTEM	47
TILLEGG E (INFORMATIVT) - EKSEMPLER PÅ UTSKRIFT VED TRANSFORMASJON	48
TILLEGG F (INFORMATIVT) - LITTERATUR	50

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 4 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

0 ORIENTERING

Statens kartverk ga i 2001 ut versjon 1.0 av denne standarden [KRS] om datum, transformasjon og avbildning, etter ønske fra brukere. Dette ble gjort etter at det geodetiske stamnettet (oftest kalt bare Stamnettet) var på plass, med koordinater beregnet i EUREF89. Samtidig pågikk arbeid med den tilsvarende internasjonale standarden ISO19111 *Geographic information – Spatial referencing by coordinates*, som kom i First edition i 2003. Vår standard [KRS] ble i stor utstrekning utarbeidet med støtte i Kartverkets utkast til den internasjonale. Versjon 2.0 mai 2004 av [KRS] var derfor for en stor del utformet i samsvar med ISO19111.

Imidlertid er den internasjonale standarden mer omfattende enn [KRS] når det gjelder noen generelle temaer, mens [KRS] går mer detaljert inn på enkelte lokale spørsmål. Således bruker ISO mye plass på å gjøre greie for hvordan en skal identifisere typen av koordinatbasert referansesystem (KRS), med bruk av tabeller og beslutningsdiagrammer som er satt opp i samsvar med Unified Modeling Language (UML). Dessuten blir det beskrevet hvordan en skal kontrollere at et KRS oppfyller kravene i ISO19111. [KRS] setter i stedet opp omhyggelige tabeller over egenskaper og karakteristiske data for de systemene som er aktuelle i Norge, uten å referere uttrykkelig til UML. Krav til KRS gis for norske forhold.

ISO drøfter tilsvarende grundig, med omfattende tabeller, hvordan en skal undersøke om en koordinattransformasjon eller koordinatkonvertering tilfredsstiller kravene i ISO19111. [KRS] gjør i stedet nøye greie for strukturen av transformasjon hhv. konvertering og tar særlig for seg de forskjellige avbildninger av ellipsoiden i planet, med vekt på dem som er mest aktuelle i Norge. Kravene som blir satt, gjelder vesentlig beregningsprogrammene som brukes.

Under utarbeidelsen av [KRS] ble det en del diskusjon om hvilken av termene ”terrestrisk referansesystem” (TRS) og ”geodetisk datum” som skulle brukes. TRS benyttes i satellittgeodesi, mens geodetisk datum har røtter i klassisk geodesi. I standarden benyttes geodetisk datum, slik det også er gjort i ISO19111, men de to termene kan i denne sammenhengen brukes som synonymer.

I versjon 2.1 (desember 2009) er Tillegg A fornyet, ved samlet bearbeiding av termer og definisjoner som er brukt i de geodetiske standardene. Noen mindre justeringer er gjort, og tilstrekkelig samsvar med 2007-utgaven av ISO19111 er kontrollert. ISO19111-2, utgitt 2009, er en utvidelse for såkalte parametriske verdier og er ikke tatt i betraktning.

1 OMFANG

Posisjoner på eller ved jordens overflate kan i hovedtrekk angis på to måter:

- direkte stedfesting ved hjelp av koordinater
- indirekte stedfesting ved henvisning til et kjent, avgrenset område (kommune, stedsnavn, postadresse eller lignende)

Denne standarden omfatter direkte stedfesting og tar utgangspunkt i at posisjoner på jordens overflate eller i dens umiddelbare nærhet er entydige hvis man kan oppgi dem i et koordinatbasert referansesystem (KRS). Til det trengs både et datum og et koordinatsystem, i samsvar med det som kreves i internasjonal standard ISO19111. Koordinatene som omfattes

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 5 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

av standarden, kan referere seg til den fysiske jordoverflate, til en jordmodell (ellipsoide, geoide) eller være koordinater i kartplanet.

Standarden tar for seg oppbyggingen av et KRS og de krav som må stilles til offisielle slike systemer i Norge. Den beskriver hvilken informasjon som kreves for å transformere eller konvertere koordinater fra ett KRS til et annet, med krav til beregningsprogram som brukes. Videre beskrives informasjonen som kreves for avbildning fra ellipsoide til kartplan.

2 REFERANSER

I teksten er det ikke referert til standarder eller andre dokumenter som er nødvendige for å kunne forstå og bruke standarden *Koordinatbaserte referansesystemer*. Se likevel Tillegg F (informativt) - Litteratur.

3 DEFINISJONER

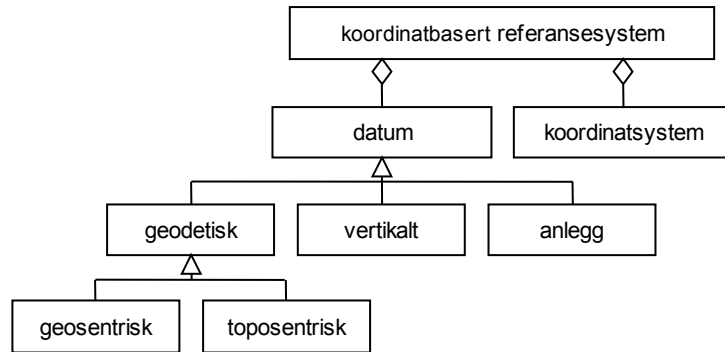
I Tillegg A (normativt) er det gitt definisjoner på fagtermer som er brukt i standarden. De fleste definisjonene er hentet fra andre relevante standarder som er utgitt, og fra *Ordbok for kart og oppmåling*. En del av dem er noe bearbeidet. Tre meget sentrale termer i standarden er også gjengitt nedenfor:

datum	<p>numerisk eller geometrisk størrelse, eller sett av slike størrelser, som danner utgangspunkt eller basis for andre størrelser</p> <p>MERKNAD 1 - I geodesi- og landmålingsfaget definerer et datum plasseringen av et koordinatsystem ved</p> <ol style="list-style-type: none"> plasseringen av origo, målestokken, og orienteringen av aksene. <p>MERKNAD 2 - Det skilles mellom tre hovedtyper datum:</p> <ol style="list-style-type: none"> geodetisk datum (kan anvendes for regioner eller hele jorden) vertikalt datum (basis for tyngdekraftrelaterte høyder) anleggsdatum (kan anvendes i et begrenset område) <p>De tre datumtypene blir nærmere omtalt i avsnitt 4.2</p>
koordinatsystem	sett av matematiske regler som spesifiserer hvordan punkter kan tilordnes koordinater
koordinatbasert referansesystem	<p>koordinatsystem som er knyttet til den virkelige verden gjennom et datum</p> <p>MERKNAD — For geodetisk datum og vertikalt datum vil koordinatsystemet være knyttet til jorden.</p>

4 KOORDINATBASERT REFERANSESYSTEM

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 6 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

Denne standarden beskriver de data som skal til for å definere en-, to- og tredimensjonale koordinatbaserte referansesystemer. Som vist i figur 1 er et koordinatbasert referansesystem definert ved et datum og et koordinatsystem. Koordinatene i en posisjonsangivelse er her entydige kun når de er knyttet til et koordinatbasert referansesystem.

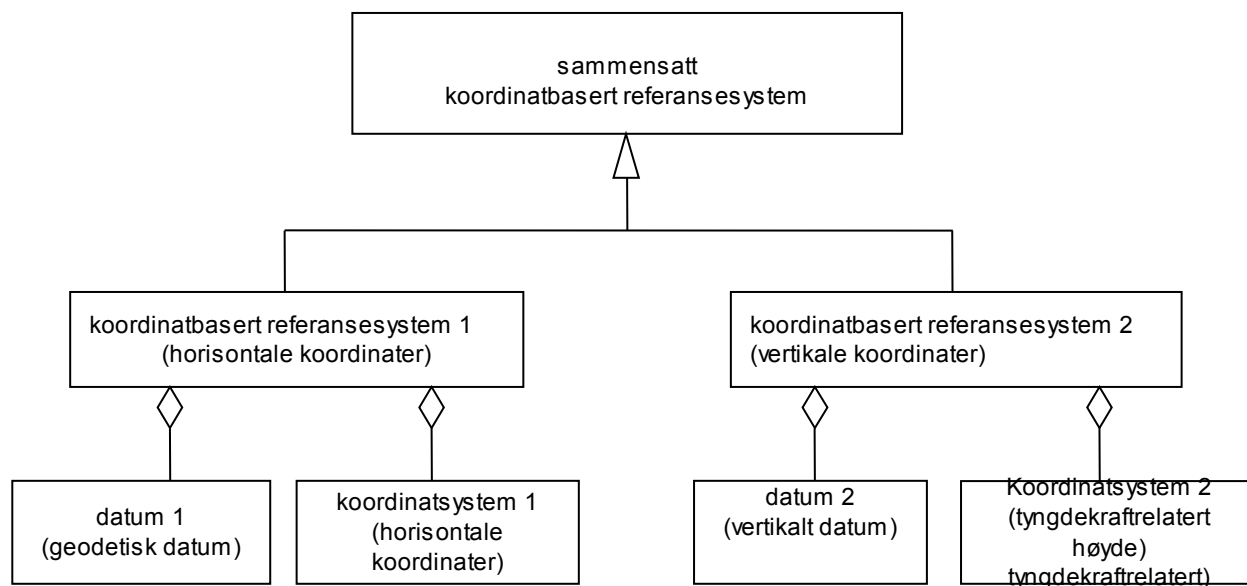


Figur 1. *Koordinatbasert referansesystem.*

For kart- og oppmålingsformål forutsettes et koordinatbasert referansesystem å være knyttet til et bestemt tidspunkt, eller en epoke, som ofte er den internasjonale betegnelsen. Tektoniske endringer med tiden fanges opp når man benytter årstallet som viser tidspunktet for realisering.

I noen tilfeller kan tredimensjonale posisjoner beskrives ut fra to ulike koordinatbaserte referansesystemer. Dette er tilfelle når de horisontale koordinatene refererer seg til ellipsoiden, mens høydene er referert til geoiden. Da får man et *sammensatt koordinatbasert referansesystem*.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 7 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	



Figur 2. Eksempel på sammensatt koordinatbasert referansesystem.

4.1 Geodetisk referansesystem, geodetisk referanseramme og datum

Før satellitt-teknologien kom i bruk, hadde gjerne hvert land sitt eget (sine egne) nasjonale system for entydig stedsangivelse. Dette inkluderte definisjon av en ellipsoide og dennes plassering og orientering i forhold til jorden. Ellipsoidens størrelse, form, plassering og orientering ble tilstrebet slik at ellipsoiden passet best mulig sammen med geoiden i landet. Plassering og orientering var gjerne definert ved et fundamentalpunkt der geoidehøyde og loddavvik ble forsøkt bestemt eller satt til faste verdier som f.eks. 0. Asimut var bestemt ved astronomiske observasjoner.

Et slikt system for entydig stedsangivelse kalles geodetisk datum og var altså knyttet til jordoverflaten. Det geodetiske koordinatsystemet var den aktuelle ellipsoidens koordinatsystem. NGO1948 er eksempel på et slikt nasjonalt geodetisk datum basert på en bestemt ellipsoide.

Bruken av satellittbasert teknologi, særlig GPS, har tvunget frem endringer vedrørende entydig stedsangivelse:

- Ett eller noen få felles internasjonale referansesystemer er nå mer hensiktsmessig enn mange ulike nasjonale systemer. International Terrestrial Reference System (ITRS) er eksempel på et slikt internasjonalt globalt referansesystem.
- Det fundamentale koordinatsystemet er nå et geosentrisk tredimensjonalt kartesisk koordinatsystem med origo i jordens massemidtpunkt og X - og Y -akse tilnærmet i ekvatorplanet. Eksempel: ITRS.
- Før fastmerker eller andre objekter på jordoverflaten kan stedfestes i et moderne geodetisk referansesystem, må systemet realiseres ved at utvalgte fastmerker eller stasjoner på jordoverflaten tilordnes koordinatverdier og dermed utgjør en referanseramme. Eksempler: ITRF93, ITRF2000.
- En ellipsoide er ikke lenger nødvendig for å få entydig stedsangivelse, ettersom

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 8 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

koordinatene i referanserammen realiserer et referansesystem, som 3-dimensjonale geosentriske koordinater. Først når disse koordinatene ønskes presentert som geodetiske koordinater (lengde og bredde) eller kartplankkoordinater, trengs en ellipsoide.

- Når en ellipsoide benyttes, er dens størrelse og flattrykning søkt sammenpasset best mulig med geoiden for hele jorden, ikke for et enkelt land. Ellipsoidens plassering og orientering for øvrig er bestemt av at dens akser skal falle sammen med aksene til det geosentriske koordinatsystemet. Dette medfører bl.a. at et fundamentalpunkt (fastmerke) hvor geoidehøyde og loddavvik er angitt, ikke lenger eksisterer, hverken nasjonalt eller globalt.

Det er altså prinsipielle forskjeller mellom "gamle dagers" datum og satellitt-tidens geodetiske referansesystem og referanseramme, derfor passer ikke betegnelsene helt sammen. Begrepene har oppstått til forskjellig tid og i forskjellige fagmiljø. Det er i denne standarden forsøkt å skape forbindelse mellom dem i tråd med den internasjonale standarden ISO 19111 *Geographic Information - Spatial referencing by coordinates*.

Tidligere ble et geodetisk datum realisert ved at det ut fra fundamentalpunktet ble bygd opp et hierarkisk nettverk av fastmerker med koordinater beregnet i dette datumet. Det var en langsom prosess som foregikk nasjonalt og regionalt. I klassisk geodesi har man ikke hatt noe klart skille mellom geodetisk datum som system og geodetisk datum som realisering av systemet. Et eksempel på slikt manglende skille er omtalen av det geodetiske datumet NGO1948. Som system (referansesystem) beskrives NGO1948 med parametrene modifisert Bessel-ellipsoide med fundamentalpunkt i Oslo Observatorium. Som realisering av NGO1948 (referanseramme) fungerer første ordens trekantnett med sine koordinater i NGO1948.

Med dagens satellittbaserte teknologi kan et geodetisk referansesystem realiseres hurtig og globalt, og hver gang blir de beregnede koordinatene litt forskjellige ettersom jordens ulike kontinenter (egentlig tektoniske plater) er i bevegelse i forhold til hverandre. Hver realisering utgjør en geodetisk referanseramme som får sin egen betegnelse for å skille dem fra hverandre.

Et internasjonalt byrå kalt International Earth Rotation Service (IERS), har som formål bl.a. å realisere ITRS ved referanserammer kalt ITRF. De angir geosentriske koordinater for utvalgte internasjonalt aksepterte fastmerker (stasjoner) over hele kloden. Hver referanseramme som utarbeides, får et årstall (f.eks. ITRF93, ITRF2000) for å holde dem fra hverandre.

4.2 Datum

Som det fremgår av figur 1, skiller man mellom tre hovedtyper av datum:

- 1) et *geodetisk* datum, som består av nødvendige størrelser for entydig å kunne angi posisjoner over hele jorden. Slik det går frem av fig. 1, skilles det mellom geosentrisk og toposentrisk datum. I geodetisk datum blir alle høyder gitt i forhold til anvendt ellipsoide, og høydene kalles ellipsoidiske høyder.
- 2) et *vertikalt* datum, som består av nødvendige størrelser for å kunne angi entydige tyngdekraftrelaterte høyder.
- 3) et *anleggsdatum*, som består av nødvendige størrelser for å kunne angi entydige posisjoner innenfor et begrenset område (f. eks. kan utgangspunktet på et byggeanlegg velges sammen med en mulig retning som hovedakse i anlegget).

4.2.1 Geodetisk datum

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 9 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

Et geodetisk datum omfatter vanligvis størrelse og form på en ellipsoide (jordmodell) som benyttes i kart- og oppmålingsvirksomhet, foruten denne ellipsoidens plassering og orientering i forhold til den fysiske jord. I et geodetisk datum blir, som nevnt, alle høyder gitt som ellipsoidiske høyder.

Frem til man startet med satellittbasert geodesi, var et tradisjonelt geodetisk datum knyttet til jordoverflaten (toposentrisk datum). Et toposentrisk geodetisk datum kan være nasjonalt og dekke én nasjon, eller det kan være regionalt og dekker da flere nasjoner. Et toposentrisk geodetisk datum krever flere parametre klarlagt enn det som kreves av et geosentrisk datum, som er knyttet til jordens massesenter. Et toposentrisk geodetisk datum ble knyttet til et fundamentalpunkt, vanligvis et observatorium, hvor loddavvik og geoidehøyde måtte angis.

Spesielt om EUREF89

Med satellitt-teknologien fikk man *geosentriske* datumer. Et rettvinklet tredimensjonalt koordinatsystem tenkes da plassert med origo i jordens massesenter. Aksene legges slik at den ene går gjennom referansepolen gitt av International Earth Rotation Service (IERS), som innenfor $\pm 0.03''$ faller sammen med den midlere terrestriske pol fra perioden 1900-1905. Denne aksene ligger altså meget nær jordens momentane rotasjonsakse. Den andre aksene går gjennom det punktet hvor referansemeridianen til IERS krysser ekvatorplanet. Dette punktet faller meget nær det punktet hvor Greenwich-meridianen krysser ekvator. Den tredje aksene står vinkelrett på de to beskrevne aksene.

For å realisere et geosentrisk datum beregnes posisjonen til utvalgte punkter på jordoverflaten (referanserammen) ved et nærmere angitt årstall. På grunn av tektoniske bevegelser vil også disse utvalgte punktene bevege seg med tiden. Slike utvalgte punkter danner basis for ulike internasjonale terrestriske referanserammer (ITRF), som blir påført aktuelt årstall med to eller fire siffer (f. eks. ITRF97, ITRF2000). Årstallet refererer seg til den gregorianske kalenderen. Det europeiske terrestriske referansesystemet (ETRS), som de europeiske statene i 1990 bestemte seg for å benytte, følger den europeiske tektoniske platen og kalles ETRS89, siden det referer seg til tidspunktet 1989.0. Så lenge denne platen beveger seg som en homogen plate, vil koordinatene som refererer seg til ETRS89, være uendret.

EUREF89 er betegnelsen på det geodetiske datumet som ble brukt i Norge under beregningen av koordinater for fastmerkene i Stamnett, og som føyer seg inn under ETRS89. EUREF89 er basert på den internasjonale referanserammen ITRF93 og tilbakeført til år 1989 i tråd med retningslinjene for ETRS89.

Utjevningen av de 113 punktene i Stamnett som kalles 3D-punkter, er en realisering av EUREF89 som et geosentrisk geodetisk datum, mens utjevningen av det overordnede nett i Europeisk Datum 1950 (ED50) og NGO1948 er realiseringer av toposentriske geodetiske datumer. I disse tre datumer er det benyttet henholdsvis GRS80-ellipsoiden, den internasjonale ellipsoiden og den modifiserte Bessel-ellipsoiden.

4.2.2 Vertikalt datum

Et vertikalt datum er basis for tyngdekraftrelaterte høyder, dvs. høyder som har verdi påvirket av variasjoner i tyngdekraftens styrke og loddlinjens retning. Høyder bestemt ved triangulering og nivellement vil være typisk tyngdekraftrelaterte (det vil si høyder av typen "høyde over havet", som alternativ til "ellipsoidisk høyde").

Sentralt i et vertikalt datum er en referanseflate som representerer nullnivået. Geoiden er en

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 10 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

slik referanseflate. For å fiksure geoiden til jordkroppen anvendes et fundamentalpunkt, som vanligvis er knyttet til en vannstandsmål. På den måten kan nullnivået legges til middelvann for en gitt periode. I Skandinavia, hvor man har landhevning, må derfor et årstall inngå i datumsdefinisjonen for at det skal oppnås entydighet. Ellers vises til Tillegg C (informativt), hvor det er mer utførlig redegjort for begrepene høyde, geoide og vertikalt datum.

4.2.3 Anleggsdatum

Et datum blir kalt *anleggsdatum* når definisjonen av datumet er sterkt forenklet og derfor kun gir entydige posisjoner innenfor et begrenset område. Slike datumer blir typisk opprettet på en anleggsplass hvor praktisk bruk av datumet har høy prioritet, og hvor forholdet til ellipsoiden og geoiden ikke behøver å være kjent. Et anleggsdatum kan definere et utgangspunkt og retninger for et koordinatsystem. For eksempel kan en hovedakse velges i anleggets lengderetning og gjerne være synlig på anleggsplassen i form av vegger, bolter og murer. Normalt på hovedaksen legges tilsvarende en tverrakse.

4.3 Eksempel på sammensatt koordinatbasert referansesystem

Innen fagområdet kart og oppmåling er det tradisjon for å oppgi horisontale koordinater og høyde i to ulike datumer. Nå (2009) blir eksempelvis kartplankoordinater i Norge oftest oppgitt i EUREF89, mens høydene blir oppgitt i NN1954. Dette blir da eksempel på et sammensatt koordinatbasert referansesystem hvor to ulike datumer inngår.

4.4 Koordinatsystemer

Et koordinatsystem er et sett av matematiske regler som spesifiserer hvordan koordinater relateres til punkter. Gjennom koordinatsystem og datum finnes punktenes entydige plassering i forhold til jorden. Innenfor kart og oppmåling har man tre hovedtyper av koordinater:

1. Geosentriske
2. Geodetiske
3. Plane (på kartet)

For hver type må det defineres et koordinatsystem.

Romlige koordinater (3-dimensjonale)

Geosentriske koordinater (X, Y, Z) er rettvinklede, kartesiske koordinater med origo i jordens massesenter.

Geodetiske koordinater (φ, λ, h), der φ og λ er bredde og lengde som refererer seg til ellipsoiden, og h er ellipsoidisk høyde.

Geodetiske koordinater (φ, λ) horisontalt og *ortometrisk høyde* eller *normalhøyde* (H) vertikalt.

Flatekoordinater (2-dimensjonale)

Geodetiske koordinater er bredde og lengde gitt i grader ($^{\circ}$), eventuelt også bueminutter ($'$) og buesekunder ($''$), med referanse til en ellipsoide som er tilpasset jorden.

Ofte blir betegnelsen *geografiske koordinater* brukt. Dette er en samlebetegnelse for geodetiske koordinater (på ellipsoiden) og astronomisk bestemte koordinater (beregnet i forhold til loddlinjen, altså geoiderelatert).

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 11 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

Kartplankoordinater er plane koordinater gitt i kartets projeksjon. Man kan ta ut kartplan-koordinater fra et digitalt kart eller fra rutenettet på et analogt kart.

Høydekoordinat (1-dimensjonal)

Ortometrisk høyde er det fagfolk i Norge vanligvis forstår med høyden over havet.

Ellipsoidisk høyde er høyden over ellipsoiden.

Geoidehøyde er høydedifferansen fra ellipsoiden til geoiden, positiv utover.

Se figur C-1 i Tillegg C (informativt).

Når ellipsoiden er relatert til jordkloden, blir den kalt en geodetisk ellipsoide, og de ellipsoidiske koordinatene blir da kalt geodetiske koordinater. I et geodetisk koordinatsystem får man posisjonen for et punkt i forhold til ellipsoiden oppgitt som geodetisk bredde og geodetisk lengde hvis man opererer i 2 dimensjoner (2D). Dessuten oppgis i tillegg ellipsoidisk høyde hvis man benytter 3 dimensjoner (3D) i det koordinatbaserte referansesystemet.

4.5 Omforming av koordinater

Koordinater kan omformes slik at de blir hensiktsmessige for ulike formål. Omformingen kan skje på ulike måter.

- *Konvertering* er omforming basert på et formelverk som er gitt på forhånd, uten tilpasning som i transformasjon. Eksempler på konvertering er: omforming fra fot til meter, fra grader til radianer, fra romlige geosentriske koordinater til geodetiske koordinater med bredde og lengde, fra kartplankoordinater i en sone til kartplankoordinater i en nabosone.
Avbildning er å oppfatte som et spesialtilfelle av konvertering, hvor punkter på ellipsoiden (med geodetiske koordinater) tilordnes tilsvarende punkter i kartplanet, enten ved et matematisk formelverk eller ved geometrisk projeksjon.
- *Transformasjon* er tilpasning av punkters koordinater i ett koordinatsystem med et gitt datum, til deres koordinater i et koordinatsystem av samme type, med et annet datum. En koordinat-transformasjon utføres gjennom en metode med gitt regneoppskrift (algoritme). Hver algoritme har et eget sett med parametre. Parametrenes verdier er funnet empirisk, de er altså avhengige av målinger og vil inneholde målingenes feil. Ulike sett av målinger vil resultere i ulike sett med parametre. Oppsett av transformasjonsbeskrivelse er imidlertid ikke nødvendig for å beskrive et koordinatbasert referansesystem. Men for transformerte koordinater kan det ofte være nødvendig å oppgi hvilket transformasjonsprogram som er benyttet.

4.5.1 Transformasjon

Koordinattransformasjon kan skjematisk vises som i følgende figur:



Figur 3. Transformasjon (KRS = koordinatbasert referansesystem).

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 12 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

Den vanligste situasjonen ved en transformasjon er at man beregner transformasjonsparametrene på bakgrunn av et visst antall punkter som har kjente koordinater i begge de aktuelle koordinatbaserte referansesystemer. Transformasjonen kan bestå av translasjon og/eller rotasjon og/eller målestokksendring. Hvis transformasjonen er tredimensjonal og vinkeltro (se nedenfor) og inneholder alle disse elementer, blir det en 7-parameter-transformasjon. Dersom den bare inneholder en translasjon, blir det maksimalt en 3-parameter-transformasjon. Transformasjonen kan også være basert på et polynom av grad 1 og høyere (vanligvis ikke mer enn 5. grad), eller den kan være basert på andre formelverk som ikke blir omtalt her.

En *vinkeltro* (konform) transformasjon, også kalt Helmert-transformasjon, benyttes når man har samme målestokk eller målestokksendring i alle retninger. En *affin* transformasjon benyttes når man aksepterer forskjellig målestokk i ulike retninger.

En 7-parameter transformasjonsformel som transformerer tilnærmet fra et "FRA-datum" (F) til et "TIL-datum" (T) kan se slik ut, under forutsetning av at rotasjonene er små:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(T)} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(F)} + \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -R_3 & R_2 \\ R_3 & 0 & -R_1 \\ -R_2 & R_1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(F)} + D \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(F)} = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1+D & -R_3 & R_2 \\ R_3 & 1+D & -R_1 \\ -R_2 & R_1 & 1+D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(F)}$$

Her er:

- T_1, T_2, T_3 translasjoner langs hver av de tre aksene,
- R_1, R_2, R_3 rotasjoner i et høyrehåndssystem, gitt i radianer omkring hver av aksene,
- D målestokkskorreksjonen. Størrelsene D, R og T finnes ved minimalisering av residiene mellom de transformerte FRA-koordinatene og TIL-koordinatene.

Formelen ovenfor er en forenkling av følgende strenge 7-parameter transformasjonsformel som transformerer fra et "FRA-datum" (F) til et "TIL-datum" (T), uten å forutsette at rotasjonene er små:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(T)} = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix} + D \cdot A \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(F)}$$

Her er:

- T_1, T_2 og T_3 translasjoner langs hver av de tre aksene i et rettvinklet kartesisk koordinatsystem,
- A en 3x3 rotasjonsmatrise som er funksjon av rotasjonene R_1, R_2 og R_3 omkring aksene,
- D målestokksfaktoren.

Alle parametrene som benyttes under transformasjonen, må være bestemt og oppgitt med så mange gjeldende siffer at ikke gjeldende siffer i koordinatene går tapt under transformasjonen.

4.5.2 Konvertering

Konvertering kan skjematisk vises som i følgende figur:

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 13 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	



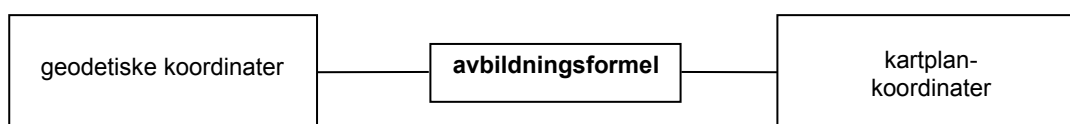
Figur 4. Konvertering (KRS = koordinatbasert referansesystem).

I en konvertering opererer man altså i samme datum, men man går over til et annet koordinatsystem. Det kan skje når man f. eks. går over fra koordinater i et tredimensjonalt, geosentrisk koordinatsystem til koordinater på referanseellipsoiden, eller man skifter origo for å gå over til et lokalt koordinatsystem. Overgangen fra geodetiske koordinater til koordinater i et kartplan er også konvertering. Den kalles også avbildning eller kartprojeksjon. Resultatet av en konvertering skal dokumenteres som angitt i kapittel 5.

4.5.3 Avbildning til kartplan

Man skiller altså mellom en transformasjon og en konvertering. Avbildning (kartprojeksjon) blir å oppfatte som en spesiell form for konvertering. Ved avbildning benyttes et matematisk formelapparat som "overfører" punkter fra ellipsoiden, ofte innenfor et begrenset område, til punkter i kartplanet.

Geodetiske koordinater i et gitt geodetisk datum kan avbildes i et kartplan gjennom et formelapparat som matematisk beskriver kartprojeksjonen. Avbildningen kan dekke hele ellipsoiden eller deler av den. Gjennom avbildningen føres punkter på en dobbelt krummet flate (ellipsoiden) over til et plant, kartesisk koordinatsystem. Hvis de samme numeriske verdier for et sett geodetiske koordinater er gitt i to ulike datumer, vil man få ulike koordinatverdier i kartplanet. Derfor vil for eksempel $UTM_{(ED50)}$ -koordinater avvike ca. 200 m fra $UTM_{(EUREF89)}$ -koordinater hvor (ED50) og (EUREF89) betegner de to datumer.



Figur 5. Avbildning.

Avbildningen må være beskrevet gjennom et entydig formelapparat. Et slikt formelapparat kan gis indirekte ved navnet på kartprojeksjonen.

Man kan dele inn kartprojeksjoner på mange forskjellige måter, etter projeksjonsmetode (ekte, uekte), etter egenskaper (vinkeltro, lengdetro, flatetro) eller etter art. En vanlig grovinndeling etter art vil være: sylinderprojeksjon, kjegleprojeksjon og planprojeksjon, avhengig av om ellipsoiden projiseres inn på en sylinder, en kjegle eller et plan.

Eksempler på projeksjoner kan være:

Sylinder:

-Mercator

-Transversal Mercator (også kalt Gauss-Krüger-projeksjon eller bare Gauss-projeksjon)

Kjegle:

-Polykonisk

-Lamberts konforme kjegleprojeksjon

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 14 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

Plan:

- Stereografisk
- Gnomonisk

En spesiell variant av transversal Mercator-projeksjon går under betegnelsen Universal Transversal Mercator (UTM). Punktene på ellipsoiden konverteres da først til en sylinder som tangerer ellipsoiden langs en meridian. Så tenkes sylinderen brettet ut til et kartplan. Ved utbrettingen benyttes en målestokksfaktor på 0,9996 (dvs. -400 ppm) både for koordinatverdier langs sentralmeridianen (tangeringsmeridianen), som blir nord-akse, og for koordinatverdier langs aksens vinkelrett på sentralmeridianen, dvs. øst-aksen. Selve sentralmeridianen blir gitt en kunstig østverdi på 500 000 m for å hindre at østverdier i kartplanet blir negative vestenfor sentralmeridianen. Målestokksforøgningen i kartplanet øker med avstanden fra sentralmeridianen, og man kan bare anvende projeksjonen ut til en viss avstand fra sentralmeridianen før forøgningen overskrider en fastsatt grense. Da må man legge en ny sylinder langs en ny sentralmeridian og foreta en tilsvarende utbretting. Ved hver slik utbretting dekker man en sone. I UTM er sonene jevnt over standardisert til å dekke 6 lengdegrader, det vil si 3 grader ut til hver side fra sentralmeridianen. NATO, som hovedaktør med UTM-systemet, har imidlertid akseptert at sone 32 er utvidet vestover mellom 56°N og 64°N slik at Syd-Norge og det nærmeste havområdet utenfor kommer med i sone 32. Ellers er det få steder UTM-sonebredden avviker fra de nevnte 6 lengdegradene. UTM-sonene går sammenhengende fra 80° sydlig til 84° nordlig bredde.

For bruk i bygg- og anleggsbransjen er det innført en sekundær offisiell projeksjon, EUREF89 NTM (Norsk Transversal Mercator). Den har 26 soner, nummerert 5-30, hver av dem med bredde 1°. Sentralmeridianene er 5°30', 6°30' osv. I hver sone regnes nordkoordinatene langs sentralmeridianen, fra 58° nordlig bredde, med et valgt tillegg på 1 000 000 m. Østkoordinatene regnes fra sentralmeridianen, med et valgt tillegg på 100 000 m. Avbildningsmålestokken er 1,0000 langs sentralmeridianen. Ellipsoidmodellen er den samme som for EUREF89 UTM.

I Norge har man tidligere benyttet en særnorsk transversal Mercator-projeksjon (NGO 1948) for topografiske, økonomiske og tekniske kartserier. Denne projeksjonen er benyttet med varierende avstand mellom sentralmeridianene, ut fra et krav om at forøgningen i kartplanet ikke skulle overstige 1: 10 000. Dette ga 8 soner for Fastlands-Norge. Null-verdien for nordaksen ble satt ved breddesirkelen 58°N på den modifiserte Bessel-ellipsoiden. Østkoordinater vest for sentralmeridianen i hver sone ble markert med negativt fortegn. Se tillegg D-1 (informativt).

Det er en gjensidig, entydig matematisk sammenheng mellom geodetiske koordinater og koordinater i kartplanet når formlene for kartprojeksjonen er gitt.

Frem til 1993 benyttet offisielle kartserier i Norge kartprojeksjoner både i Gauss-Krüger og UTM. Med innføringen av EUREF89 ble det besluttet å bruke UTM til offisielle landkart i Norge. Sjøkart i Norge er fortsatt fremstilt i ulike projeksjoner som Gauss, Mercator, polykonisk, Cassini og platt.

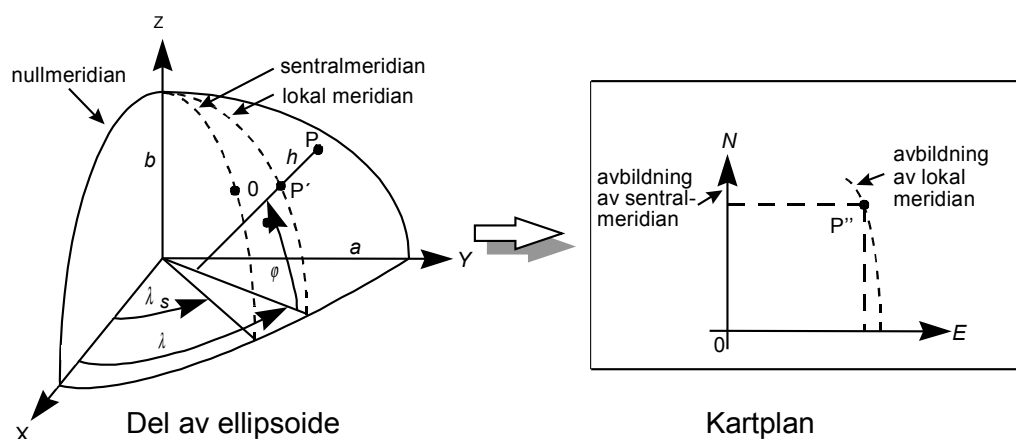
Generelt gjelder følgende: Hvis hvert punkt P' på en geodetisk ellipsoide er identifisert med sine geodetiske koordinater (φ, λ), og hvert tilhørende punkt P'' i kartplanet med sine kartesiske koordinater (N, E), så er kartprojeksjonen definert ved to funksjoner f og g slik at

$$N = f(\varphi, \lambda)$$

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 15 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

$$E = g(\varphi, \lambda)$$

Fra dette kan slutes at for ethvert punkt P, utenfor eller innenfor en valgt geodetisk ellipsoide, kan punktets posisjon representeres ved de tredimensjonale koordinatene (N, E, h) hvor h er høyden eller dybden i forhold til ellipsoidens overflate. Det er imidlertid fremdeles mest praktisk at man sammen med N og E i stedet for h oppgir H , som er høyden i forhold til geoiden. Ved anvendelse av satellitt-teknologi må man derfor kjenne høydeforskjellen mellom ellipsoiden og nullnivået i det aktuelle høydesystemet, for å kunne omgjøre ellipsoidiske høyder til den type høyder som brukes i praktisk oppmåling.



Figur 6. Kartprojeksjon.

Når man avbilder deler av ellipsoiden til kartplanet, skjer det vanligvis ved at man krever lokal *formbevaring* (konformitet) eller *arealbevaring*. Det er umulig å oppnå begge deler samtidig. Lengdebevaring og vinkelbevaring over vilkårlige avstander er matematisk umulig. For kart i topografiske, økonomiske og tekniske kartserier i Norge er konforme projeksjoner det vanlige. Generelt kan man si at avbildningen i kartplanet vil ha en målestokksfortegning som øker med avstanden fra det sentrale punktet, den sentrale meridianen eller den sentrale breddesirkelen som inngår i henholdsvis plan-, sylinder- og kjegleprojeksjon.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 16 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

5 KRAVSPESIFIKASJONER

5.1 Krav til koordinatbasert referansesystem

I Norge er det et mål at alle offisielle kartserier og horisontale koordinater skal baseres på EUREF89 som geodetisk datum. Det vil si at man benytter ellipsoiden fra Geodetic Reference System 1980 (GRS80-ellipsoiden), som har:

store halvakse $a = 6\,378\,137$ m

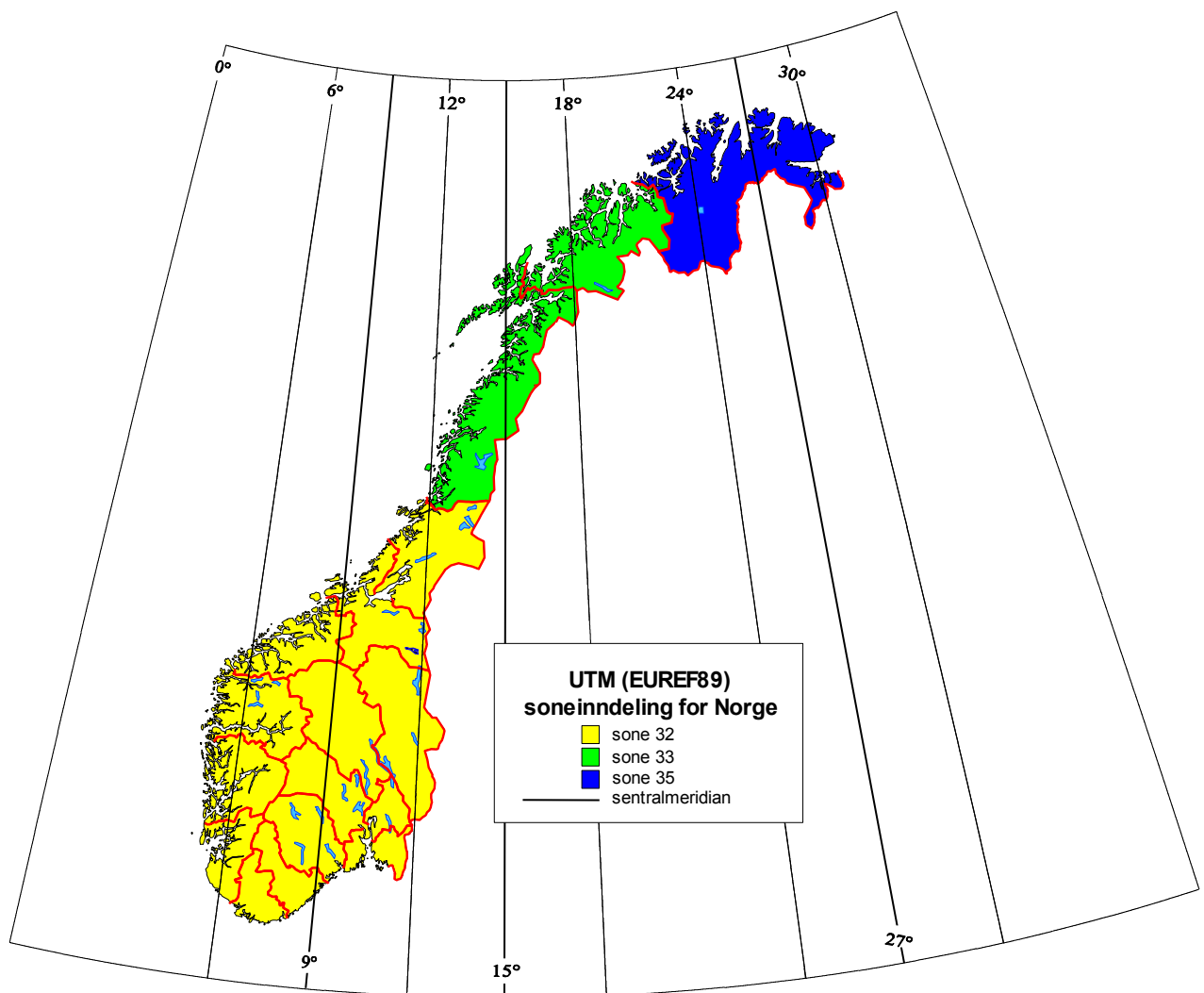
flattrykning $f = 1/298,257\,222\,101$

Ellipsoidiske høyder skal ifølge denne standarden angis i forhold til GRS80-ellipsoiden.

Høyder i vertikalt datum skal for Norges hovedland normalt angis i NN1954. Se Tillegg D-2 (informativt).

For Norges hovedland og Svalbard skal kartplankoordinater oppgis som UTM-koordinater. I norske tekniske og økonomiske kartserier benyttes sonene 32 for Syd-Norge til og med Nord-Trøndelag, sone 33 for Nordland og Troms, og sone 35 for Finnmark. Se figur 7. Dette er i tråd med Miljøverndepartementets anbefaling i veilederen *Kartgrunnlag for plan- og byggesaksbehandlingen*. For topografiske og geografiske kartserier hvor Norge er bundet til NATO-standarder, brukes soner 32, 33, 34 og 35 inntil annet blir akseptert.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 17 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	



Figur 7. $UTM_{(EUREF89)}$ soneinndeling for tekniske og økonomiske kartserier i Norge.

5.2 Krav til omforming av koordinater

Transformasjon, konvertering og avbildning av koordinater gjøres vanligvis med beregningsprogrammer som det stilles bestemte krav til. Med tanke på senere bruk av lister eller filer med omformede koordinater er det viktig at dokumentasjonen er tilstrekkelig for ettertiden til å vurdere koordinatenes anvendelighet. Det stilles derfor krav både til selve beregningen, til beregningsprogrammet og til lister/filer som produseres med omformede koordinater.

5.2.1 Krav til beregning og beregningsprogram

1. I programbeskrivelsen for anvendte edb-programmer må det dokumenteres hvilke matematiske prinsipper som ligger til grunn. Dokumentasjonen kan være integrert i programmet eller oppgitt i en tilhørende brukerveiledning. Ved avbildning må formelapparatet være spesifisert. Hvis programmer inneholder rekkeutvikling, må alle ledd i rekkene dokumenteres.
2. Programmet må dokumentere begrensingsområder for de ulike omforminger. Dokumentasjonen kan være integrert i programmet eller oppgitt i en tilhørende brukerveiledning. Ved avbildning må kartprojeksjon angis hvis projeksjonen er allment

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 18 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

kjent. Ved særegne projeksjoner må også benyttet formelverk oppgis. Nødvendig tilleggsinformasjon som for eksempel UTM-sone eller sentralmeridian må oppgis. Det må videre dokumenteres hvor langt ut fra sentralpunktet/sentralmeridianen/breddegraden beregningsresultatene holder en nøyaktighet på 1 m, 1 dm, 1 cm eller 1 mm.

3. Dokumentasjonen må oppgi ytre begrensninger for gyldighetsområdet.
4. Programmet må kunne lese ASCII-filer. Informasjon om koordinattype og datum må kunne følge med som f. eks. førstelinje(r) i resultatfiler også i den videre behandlingen av dataene. På den måten kan "historien" spores for koordinatene.
5. Et transformasjonsprogram må være entydig reversibelt, det vil si at programmet må gi samme verdier som utgangsverdiene når man transformerer resultatet tilbake til det opprinnelige FRA-datum.

5.2.2 Krav til dokumentasjon

Utført omforming av koordinater skal dokumenteres på liste eller edb-lesbart medium.

Dokumentasjonen skal gi følgende opplysninger:

1. Navnet på anvendt beregningsprogram.
2. Versjonsnummer på beregningsprogrammet.
3. Dato for utført beregning.
4. Hvem som har utført beregningen.
5. Ved transformasjon:
 - FRA-datum og type koordinater som gikk inn i transformasjonen.
 - TIL-datum og type koordinater ut av transformasjonen.
1. Ved konvertering: Om type inngående koordinater og type resultatkoordinater.
2. Ved konvertering til eller fra 3-dimensjonale geosentriske koordinater: Hvilken høydereferansemodell som er benyttet.

5.3 Krav til koordinatangivelse

I samsvar med standarden *Stedfesting av natur- og samfunnsgeografisk informasjon* kan følgende nevnes for bruk av koordinater:

Når koordinater oppgis i listeform, skal de normalt komme i rekkefølge nordverdi, østverdi og høyde (hvis høyde angis). Det finnes en NATO-standard som krever øst-koordinat foran nord-koordinat. Men i overensstemmelse med sivil sedvane i mange land, og med støtte i ISO 6709-1983, anbefales den førstnevnte rekkefølgen på koordinater.

Det som er felles for flere koordinater, kan settes som "hode" foran en liste med koordinater.

Ellers er en mer uttømmende angivelse av koordinatbaserte referansesystemer gitt i Tillegg D (informativt).

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 19 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

5.3.1 Koordinatbasert referansesystem, kartplan

For koordinatangivelse i et metrisk, plant, ortogonalt kartkoordinatsystem vil følgende elementer gi entydig koordinatangivelse for stedfesting:

1. Kartprojeksjon.
2. Geodetisk, horisontalt datum.
3. Akse eller sone.
4. Nordkoordinat (positiv retning mot nord), i meter.
5. Østkoordinat (positiv retning mot øst), i meter.
6. Høyde (positiv retning opp, langs loddlinjen), i meter.
7. Vertikalt datum.

Punktene 6 og 7 benyttes ikke dersom høyde er utelatt.

5.3.2 Koordinatbasert referansesystem, geodetisk

For koordinatangivelse i gradsystem på ellipsoiden vil følgende elementer gi entydig koordinatangivelse i forhold til anvendt ellipsoide:

1. Geodetisk datum.
2. Nordkoordinat (positiv retning mot nord), i desimalgrader.
3. Østkoordinat (positiv retning mot øst), i desimalgrader.
4. Hvis høyde skal være med: Ellipsoidisk høyde (positiv retning opp, langs ellipsoidenormalen), i meter.

5.3.3 S sammensatt koordinatbasert referansesystem

For koordinatangivelse i gradsystem på ellipsoiden, kombinert med høyder angitt i vertikalt datum, vil følgende elementer gi entydig koordinatangivelse på ellipsoiden:

1. Geodetisk datum.
2. Nordkoordinat (positiv retning mot nord), i desimalgrader.
3. Østkoordinat (positiv retning mot øst), i desimalgrader.
4. Høyde (positiv retning opp, langs loddlinjen), i meter.
5. Vertikalt datum.

5.3.4 Koordinatbasert referansesystem, anlegg

For koordinatangivelse i et koordinatbasert referansesystem med anleggsdatum vil følgende elementer gi entydig koordinatangivelse:

1. Angivelse av fastmerke for utgangspunkt (beskrivelse og eventuelt fastmerkenummer).
2. Retning for horisontalakse 1 (beskrivelse og skisse).
3. Retning for horisontalakse 2 (beskrivelse og skisse).
4. Koordinatverdi langs horisontalakse 1, i meter.
5. Koordinatverdi langs horisontalakse 2, i meter.
6. Koordinatverdi i høyde (positiv retning opp, langs loddlinjen), i meter.

Hvis fastmerket for utgangspunktet er tildelt gitte verdier forskjellig fra null for en eller flere av de tre mulige aksene, må verdien(e) oppgis spesielt.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 20 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

TILLEGG A (normativt) - Termer og forkortelser

I følgende alfabetiske liste gis definisjoner for termer som er brukt i denne standarden.

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 fremheve 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.

anleggsdatum

datum som beskriver forbindelsen mellom et *koordinatsystem* og lokal(e) referanse(r)

MERKNAD - Etableres i prinsippet uavhengig av *ellipsoide* og *geoide*. Et anleggs hovedakse kan ofte være basis for *koordinataksene* som blir brukt.

ASCII

American Standard Code for Information Interchange

MERKNAD - Regnemaskinkode for representasjon av alfanumeriske tegn.

avbildning

se *kartprojeksjon*

bredde

(i denne standarden ofte kortform for) *geodetisk bredde*

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

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 21 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

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.

den internasjonale ellipsoide

se *internasjonal ellipsoide*

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.

ED50

Europeisk Datum 1950

MERKNAD - *Geodetisk datum* med *fundamentalpunkt* i Helmert-tårnet i Potsdam, basert på den *internasjonale ellipsoiden* av 1924. Ble benyttet ved felles utjevning av førsteordensnettene i Europa omkring 1950. Ved senere utjevninger er årstallet ført bak ED, f.eks. ED87.

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*).

ellipsoidens flattrykning

rotasjonsellipsoidens avvik fra kuleform

MERKNAD - Uttrykkes matematisk ved formelen

$$f = (a-b)/a$$

der a og b er *store halvakse* og *lille halvakse* for *rotasjonsellipsoiden*.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 22 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

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*.

ETRS89

European Terrestrial Reference System 1989

MERKNAD - *Referansesystem* definert av *EUREF*-kommisjonen og av samme kommisjon anbefalt brukt i de europeiske stater ved utveksling av stedfestet informasjon. I definisjonen inngår 1989 som referanseår. *Koordinater* for utvalgte europeiske stasjoner i den internasjonale *referanserammen ITRF93* holdes fast. Det må derfor korrigeres for bevegelser (snaue 2 cm/år) av den europeiske tektoniske platen i forhold til denne internasjonale *referanserammen* når man skal realisere *koordinater* i dette *referansesystemet*. Ved *konvertering* til *geodetiske koordinater* skal *referanseellipsoiden GRS80* ligge til grunn. I Norge har realiseringen av dette *referansesystemet* fått betegnelsen *EUREF89*.

EUREF

European Reference Frame

MERKNAD - En europeisk komité (sub-commission) under International Association of Geodesy (IAG).

EUREF89

European Reference Frame 1989

MERKNAD - Offisiell europeisk *geodetisk referanseramme*, brukt som *geodetisk datum* under beregningen av *Stamnettet*. *Koordinatene* til de såkalte 3D-*fastmerkene* i *Stamnettet* 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 henvise 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 *horisontale koordinater* og/eller *høyde*, *tyngde* og/eller andre *koordinater* er bestemt, eller planlagt bestemt, i et *koordinatbasert referansesystem*

flattrykning

(vanligvis kortform for) *ellipsoidens flattrykning*

fundamentalpunkt

utgangspunkt i et definert *datum*

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 23 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

geodetisk bredde

vinkel som *ellipsoidens* normal danner med et plan som står vinkelrett på *ellipsoidens* omdreiningsakse

MERKNAD 1 - Regnes positiv nordover fra ekvator.

MERKNAD 2 - Utgjør den ene av de to eller tre *koordinatene* som til sammen danner *geodetiske koordinater*.

MERKNAD 3 - Kortform: bredde.

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 ellipsoide

(vanligvis det samme som) *referanseellipsoide*

geodetisk koordinat

en av de tre koordinatene *geodetisk bredde*, *geodetisk lengde* og *ellipsoidisk høyde*

geodetisk koordinatsystem

koordinatsystem hvor en *posisjon* blir angitt ved *geodetisk bredde* og *geodetisk lengde*, og i et tredimensjonalt tilfelle også ved *ellipsoidisk høyde*

geodetisk lengde

vinkel mellom *nullmeridianen* og det plan som inneholder den *geodetiske meridianen*

MERKNAD 1 - *Nullmeridianen* er vanligvis *Greenwich-meridianen*, og vinkelen regnes positiv østover fra Greenwich.

MERKNAD 2 - Utgjør den ene av de to eller tre *koordinatene* som til sammen danner *geodetiske koordinater*.

MERKNAD 3 - Kortform: lengde.

geodetisk meridian

skjæringslinje mellom *referanseellipsoiden* og et plan som inneholder denne *ellipsoidens* omdreiningsakse

MERKNAD 1 - Oftest blir hver halvpart av denne skjæringslinjen, fra pol til pol, regnet som egen geodetisk meridian.

MERKNAD 2 - Kortform: meridian.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 24 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

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.

geodetisk referansesystem 1980

se *GRS80*

geografisk koordinat

geodetisk koordinat eller astronomisk bestemt koordinat

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 tidevannsbevegelser, 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*.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 25 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

MERKNAD 2 - Kalles også tyngdepotensial.

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.

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*.

Greenwich-meridianen

internasjonalt akseptert referanse*meridian* for måling av *geografisk lengde*

MERKNAD - Kalles ofte nullmeridianen. Går gjennom et *fastmerke* i observatoriet i Greenwich, London.

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 $f = 1/298,257\,222\,101$.

grunnlagsnett

nett av fastmerker med kjente koordinater

MERKNAD - Brukes som grunnlag ved bestemmelse av tilsvarende *koordinater* for andre *fastmerker*, og ved innmåling av objekter, plassering og påvisning.

horisontalt datum

parametere for en *referanseellipsoide* og dennes tilordning til jordkloden

MERKNAD - Del av *geodetisk datum*.

horisontal koordinat

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 26 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

en av to *koordinater* som angir beliggenhet i et horisontalt plan eller i et kartplan

MERKNAD - Ofte også kalt plan koordinat eller kartkoordinat.

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 kvasigeoiden. Den dagligdagse betegnelsen "høyde over havet" er en upresis samlebetegnelse for *normalhøyde* og *ortometrisk høyde*.

høydedatum

(det samme som) *vertikalt datum*

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 *geoideshøydmodell* eller kvasigeoideshøydmodell tilpasses punkter der *høyder* av de to aktuelle typer er kjent.

MERKNAD 2 - Eksempler: HREF, VREF.

høydesystem

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

internasjonal ellipsoide

referanseellipsoide hvor *store halvakse* $a = 6\,378\,388$ m og *flattrykning* $f = 1/297$

MERKNAD - Vedtatt på generalforsamlingen til Den internasjonale union for geodesi og geofysikk (IUGG) i Madrid i 1924. Størrelse og form er de samme som for Hayfords ellipsoide.

ITRF

International Terrestrial Reference Frame

MERKNAD - Global *geodetisk referanseramme*, fremkommet 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.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 27 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

ITRS

International Terrestrial Reference System

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

kartesisk koordinatsystem

koordinatsystem der *koordinatene* gis som avstander i et system av innbyrdes orienterte rette linjer (akser) som skjærer hverandre i ett punkt (origo)

MERKNAD - Oftest brukt om tredimensjonalt system, for eksempel (X,Y,Z) , med høyrehåndsorienterte akser som står loddrett på hverandre. *Koordinatene* er da avstander, med fortegn, fra de tre planene som defineres av disse aksene. Med høyrehåndsorientering er dreiningen 90° mot urviser fra akse $+Y$ til akse $+Z$, sett mot origo fra $+X$.

kartkoordinat

se *horisontal koordinat*

kartprojeksjon

overføring av den krumme jordoverflaten, eller deler av den, til en forminskjet gjengivelse i planet

MERKNAD 1 – Kalles også (kartografisk) avbildning.

MERKNAD 2 - Det er matematisk umulig å brette ut et område på jordoverflaten (ellipsoiden) til et kartplan uten at man får fortegninger. Derfor brukes det ulike kartprojeksjoner, og ofte oppdeling av jordoverflaten i mindre deler, for at fortegningen skal tilfredsstille valgte kriterier. Oftest ønsker man å gjøre fortegningene små.

MERKNAD 3 - Det finnes et stort antall kartprojeksjoner, og de kan deles inn etter ulike kriterier. Eksempler på kriterier er:

- (1) Selve projeksjonsprinsippet. Man har direkte (ekte) projeksjoner og indirekte projeksjoner,
- (2) Det finnes
 - (1) Selve projeksjonsprinsippet. Man har direkte (ekte) projeksjon og indirekte projeksjoner.
 - (2) Projeksjonens egenskaper. Den kan være ekvivalent (flateriktig), ekvidistant (lengderiktig) langs visse linjer eller konform (lokalt vinkelriktig), eventuelt ingen av delene.
 - (3) Projeksjonsflatens art. Jordoverflaten kan projiseres inn på en sylinder eller kjegle som omslutter eller skjærer jorden og etter projiseringen brettes ut til et plan, eller den kan projiseres på et plan som tangerer eller skjærer jorden.

MERKNAD 4 - Kartprojeksjon kan betraktes som et spesialtilfelle av *konvertering*, der punkter på *ellipsoiden*, med *geodetiske koordinater*, tilordnes tilsvarende punkter i kartplanet.

konvertering

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 28 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

forandring av datarepresentasjon fra en form til en annen uten forandring av innholdet

MERKNAD - I landmåling og geodesi: vanligvis kortform for *koordinatkonvertering*.

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*.

koordinatbasert referansesystem

koordinatsystem som er knyttet til den virkelige verden gjennom et *datum*

MERKNAD - For *geodetisk datum* og *vertikalt datum* vil *koordinatsystemet* være knyttet til jorden.

koordinatkonvertering

entydig omregning av *koordinater* mellom to *koordinatbaserte referansesystemer* med samme *datum*, men ulikt *koordinatsystem*

MERKNAD 1 - Ren matematisk omregning, med parametre som har verdier utledet av det geometriske forholdet mellom de to *koordinatbaserte referansesystemene*.

MERKNAD 2 - Vanlig kortform: *konvertering*.

MERKNAD 3 - Se også *koordinattransformasjon*.

koordinatsystem

sett av matematiske regler som angir hvordan punkter kan tilordnes *koordinater*

MERKNAD - Også ofte brukt om et sett av akser som *koordinatene* regnes i forhold til.

koordinattransformasjon

omregning av *koordinater* mellom to *koordinatbaserte referansesystemer* med samme *koordinatsystem*, men ulike *datumer*

MERKNAD 1 - Bruker parametre som er beregnet, ev. ved utjevning, av *koordinatene* for punkter som er kjente i begge de *koordinatbaserte referansesystemene*.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 29 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

MERKNAD 2 - Overføringen kan inneholde elementer av translasjon, rotasjon og målestokksendring.

MERKNAD 3 - Kravet om at *koordinatene* knyttes til to forskjellige *datumer*, gjelder innen geodesi.

MERKNAD 4 - Vanlig kortform: *transformasjon*.

MERKNAD 5 - Se også *koordinatkonvertering*.

KRS

koordinatbasert referansesystem

Landsnettet

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

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

lengde

(i denne standarden ofte kortform for) *geodetisk lengde*

lille halvakse

avstanden fra sentrum i en *ellipsoide* til de punkter på *ellipsoiden* som har minst avstand fra sentrum

MERKNAD - For en *rotasjonsellipsoide* som brukes som *referanseellipsoide*, er lille halvakse lik polradius. Denne er mindre enn samme *ellipsoides* krumningsradius i polene.

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.

meridian

(vanligvis kortform for) *geodetisk meridian*

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.

nasjonalt geodetisk grunnlag

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 30 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

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.

nett

fastmerker systematisk bundet sammen på grunnlag av landmålingsobservasjoner

MERKNAD 1 - Landmålingsobservasjonene er vanligvis *vektorer, høydeforskjeller, vinkler, 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 målestokksfor-tegning i kartplanet er systemet basert på 8 *projeksjonssoner*, dvs. 8 aksesystemer som dekker Fastlands-Norge. *Projeksjon* og akser i *NGOs* rutenettsystem skriver seg opprinnelig fra 1913.

NKG

Nordiska Kommissionen för Geodesi

NN1954

normalnull 1954

NNN1957

Nord-norsk null 1957

Nord-norsk null 1957

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

MERKNAD 1 - Forkortes ofte til NNN1957. Brukt som navn både på det *vertikale datumet* og på *høydesystemet*. Eksisterte tidligere

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 31 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

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 antagelser 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*.

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*.

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 – Ikke det samme som presisjon.

ortometrisk høyde

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

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 32 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

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 lodmlinjen (inne i massene) mellom *geoiden* og punktet. Kalles gjerne "høyde over havet".

MERKNAD 2 - Se også *normalhøyde*.

overordnet nett

nett av punkter som kan danne grunnlag for beregning av punkter videre nedover i et punkthierarki

MERKNAD - Brukes i nasjonal sammenheng om *nett* som Statens kartverk har ansvar for, også kalt *nasjonalt geodetisk grunnlag*. De punkter som inngår i Kartverkets fastmerkeregister, utgjør landets overordnede fastmerkenett.

posisjon

punktbeliggenhet angitt ved hjelp av *koordinater* i et *geodetisk referansesystem*

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.

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.

referanseramme

(vanligvis kortform for) *geodetisk referanseramme*

referansesystem

se *geodetisk referansesystem* og *koordinatbasert referansesystem*

rotasjonsellipsoide

ellipsoide der to av halvaksene er like lange

MERKNAD 1 - Kan tenkes oppstått ved at en ellipse roterer om en av sine akser.

MERKNAD 2 - Kalles også omdreiningsellipsoide eller sfæroide.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 33 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

sammensatt koordinatbasert referansesystem

kombinasjon av flere *koordinatbaserte referansesystemer*

MERKNAD - Kan f.eks. være et todimensjonalt *kartesisk koordinatsystem* kombinert med et *tyngdekraftrelatert høydesystem*.

sentralmeridian

tangeringsmeridian i en transversal sylinderprojeksjon

MERKNAD - Se også *kartprojeksjon*.

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.

stedfesting

fastlegging av et objekts geografiske beliggenhet på et gitt tidspunkt og med en foreskrevet *nøyaktighet* eller presisjon

MERKNAD - Kan skje ved *koordinater* i et kjent *geodetisk referansesystem*, grafisk som posisjon i kart/bilder (rutereferanse o.l.), eller verbalt ved stedsnavn/adresse, eventuelt ved utmål i forhold til angitt stedsnavn/adresse.

store halvakse

avstanden fra sentrum i en *ellipsoide* til de punkter på *ellipsoiden* som har størst avstand fra sentrum

MERKNAD - For en *rotasjonsellipsoide* som brukes som *referanseellipsoide*, er store halvakse lik ekvatorradius.

terrestrisk referanseramme

koordinater for et sett av *fastmerker* som realiserer et *terrestrisk referansesystem*

MERKNAD - Kun det første settet av *fastmerker* som velges ut ved beregningen, inngår i referanserammen. *Fastmerker* som inngår i videre fortetningsnett, regnes ikke til referanserammen.

terrestrisk referansesystem

matematisk system som tilfredsstiller en idealisert definisjon av hvordan et *fastmerkes* posisjon kan uttrykkes

MERKNAD - Et terrestrisk referansesystem er ikke synlig i naturen. Den fysiske materialiseringen av det kan skje gjennom en *terrestrisk referanseramme*, som er gitt ved *koordinater* for spesifiserte *fastmerker* fordelt over hele kloden eller deler av

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 34 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

den.

toposentrisk datum

regionalt eller lokalt *datum* som defineres i tilknytning til punkter på jordoverflaten

MERKNAD - Brukt i klassisk geodesi, f. eks. *NGO1948* og *ED50*.

transformasjon

(i landmåling og geodesi vanligvis kortform for) *koordinattransformasjon*

transformasjonsparameter

koeffisient i likning som brukes ved *koordinattransformasjon*

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*

Universal Transverse Mercator

kartprojeksjonssystem av type sylinder som dekker hele jorden, unntatt polare områder, i soner og belter

MERKNAD - Forkortes ofte til UTM. Systemet dekker jorden med 60 nord-sørgående soner, hver på 6 *lengdegrader*, og øst-vestgående belter, som dekker området fra 80 grader sørlig *bredde* til 84 grader nordlig *bredde*. Systemet har en målestokksfaktor på 0,9996 både langs tangeringsmeridianen og vinkelrett på denne.

UTM

Universal Transverse Mercator

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*.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 35 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

2. *Fundamentpunkt*: 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*".

WGS84

World Geodetic System 1984

MERKNAD 1 - *Terrestrisk referansesystem* utviklet av forsvarsdepartementet i USA. Betegner også systemet som *GPS-satellittene* opererer i.

MERKNAD 2 - WGS84(G1150), eller tilsvarende, betyr den realiseringen av WGS84 som ble tatt i bruk i *GPS-uke 1150*, eller tilsvarende. *GPS-ukene* telles fra 1980-01-06.

MERKNAD 3 - WGS84 er ikke alltid blitt definert på samme måte siden det ble tatt i bruk. Er nå (2009) nær knyttet til gjeldende *ITRF-løsning*.

WSKTRANS

WINDOWS - Statens kartverk - transformasjon

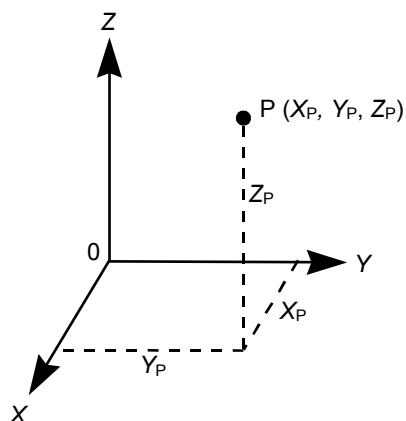
transformasjonsprogram hovedsakelig for *transformasjon* mellom *datumer* og *konvertering* mellom *koordinatsystemer*

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

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 36 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

TILLEGG B (informativt) - Forholdet mellom kartesiske og geodetiske koordinater

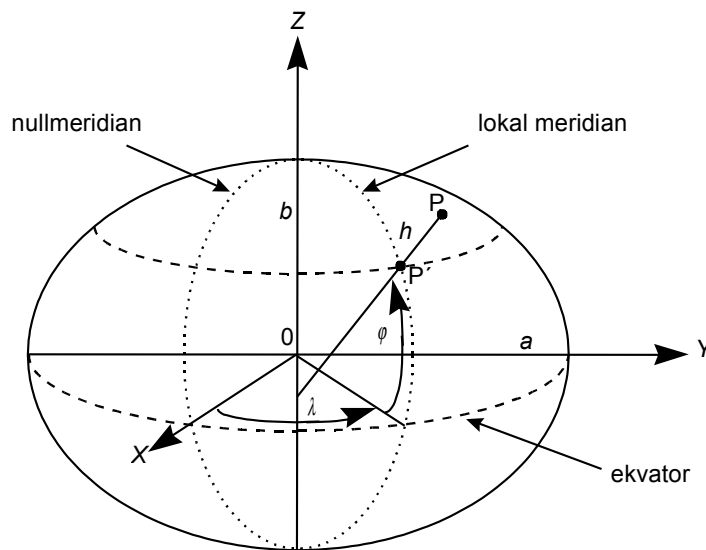
For å angi posisjonen til et punkt i rommet er et tredimensjonalt koordinatsystem nødvendig. Koordinatsystemet gir relasjonen mellom punktet og et nærmere definert aksesystem hvor reelle tall (koordinater) er oppgitt i en bestemt rekkefølge. Relasjonen mellom punktets posisjon i ulike koordinatsystemer er av ren matematisk natur. Entydig matematisk relasjon eksisterer mellom forskjellige koordinatsystemer.



Figur B.1 Kartesiske koordinater i 3 dimensjoner.

I et tredimensjonalt rettvinklet kartesisk koordinatsystem (X, Y, Z) kan man legge inn en rotasjonsellipsoide som har sentrum i origo (O) for koordinatsystemet. Hvis aksene for ellipsoiden legges som i figur B.2, kan posisjonen til et punkt P utenfor ellipsoiden uttrykkes ved hjelp av dets høyde h over ellipsoiden samt bredde φ og lengde λ for punktet P' på ellipsoiden. Her er φ vinkelen mellom ekvatorplanet og ellipsoidenormalen gjennom P , mens λ er vinkelen mellom nullmeridianen og lokal meridian. Når ellipsoiden er en modell for jorden, kalles de ellipsoidiske koordinatene for *geodetiske koordinater*.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 37 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009



Figur B.2 Kartesiske koordinater og geodetiske koordinater.

Den matematiske sammenhengen mellom de to koordinatsystemene blir:

Fra geodetiske koordinater (φ, λ, h) til kartesiske (X, Y, Z):

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \\ (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \\ \{N(1 - e^2) + h\} \sin \varphi \end{bmatrix}$$

Her er N ellipsoidens perpendikulærkrumningsradius, også kalt normalkrumningsradius, som er krumningsradien til det normalsnitt på ellipsoiden som står vinkelrett på meridiannittets plan. Størrelsen e er eksentrisiteten for ellipsoiden, og h er høyde over ellipsoiden målt langs ellipsoidenormalen gjennom punktet P . Hvis P ligger innenfor ellipsoideflaten, blir h negativ.

Fra kartesiske koordinater (X, Y, Z) til geodetiske (φ, λ, h):

$$\varphi = \arctan \left[\frac{\{Z + [e^2 / (1 - f)] \cdot a \cdot \sin^3 \theta\}}{\rho - e^2 \cdot a \cdot \cos^3 \theta} \right]$$

$$\lambda = \arctan [Y/X]$$

$$h = \rho / \cos \varphi - N$$

Hjelpstørrelser som brukes:

f er flattrykningen til ellipsoiden, mens a og b er ellipsoidens henholdsvis store og lille halvakse.

$$e = \sqrt{2f - f^2} \quad \text{hvor } f = (a - b)/a$$

$$N = a / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 38 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

$$\rho = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\operatorname{tg} \theta = Z / [\rho \cdot (1 - f)]$$

Dette formelverket holder en beregningsnøyaktighet for φ , λ og h bedre enn en millimeter ved alle aktuelle høyder relatert til måling på jorden, det vil si høyder med tallverdi mindre enn 10 000 m. Formelen for h gjelder ikke ved polpunktene, hvor φ er 90° .

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 39 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

TILLEGG C (informativt) - Geoide, høyde og vertikalt datum

Geoiden og høyder

Jordens tyngdefelt kan uttrykkes gjennom dens tyngdepotensial W . Dette består av sentrifugalpotensialet, som følger av jordrotasjonen, og gravitasjonspotensialet. Tyngdens akselerasjon \mathbf{g} er gitt som en vektor, ved

$$\mathbf{g} = \text{grad } W$$

Tyngdens akselerasjon står følgelig normalt på potensialflaten W og har retning som tangenten til loddlinjen på stedet.

Geoiden er en potensialflate i jordens tyngdefelt. På global basis ligger geoiden tilnærmet i midlere havnivå. Geoiden kan oppfattes som en flate i et tenkt havnivå rundt hele kloden hvor miljøfaktorer som vind, havstrømmer og tidevann ikke virker inn. Under landområder tenkes geoiden representert ved havnivået i tilstrekkelig dype kanaler.

I den praktiske verden er geoiden ofte representert ved en flatemodell som dekker hele jorden eller deler av den. I senere tid er det blitt mulig å beregne stadig mer nøyaktige geoidemodeller, for eksempel har man NKG89-geoiden og NKG96-geoiden for Fennoskandia. På grunn av ulike massefordelinger i jordskorpen og innover i jorden, får geoiden en form som ikke lar seg fremstille med enkel matematikk.

Differensen i tyngdepotensialet mellom geoiden og et punkt P på en potensialflate kan uttrykkes i geopotensialtallet c_P (benevnelse m^2/s^2).

$$c_P = W_{\text{geoide}} - W_P$$

På figur B1 er W_{geoide} sammenfallende med W_o .

I en teoretisk jordmodell er tyngdens akselerasjon γ jevnt fordelt som en funksjon av geodetisk bredde, gitt ved den internasjonale tyngdeformel i GRS80. Den teoretiske tyngdens akselerasjon, normaltyngden, er gitt ved:

$$\gamma = \text{grad } U$$

hvor U er normaltyngdepotensialet. Det gjelder vanligvis for punktet P at $W_P \neq U_P$.

For å beregne det som kalles normalhøyden H_n i P, må man finne et punkt Q på ellipsoidnormalen gjennom P slik at $U_Q = W_P$. Dermed blir

$$H_n = c_P / \bar{\gamma}$$

hvor $\bar{\gamma}$ er midlere normaltyngde langs linjen PQ, og $c_P = W_{\text{geoide}} - W_P$, som tidligere angitt. Forskjellen mellom normalhøyde og ortometrisk høyde er, med referanse til figur C.1, gitt ved:

$$H_n - H_o = N - \zeta = H_o \cdot (\bar{g} - \bar{\gamma}) / \bar{\gamma}$$

Denne formelen beskriver også kvasigeoiden i forhold til geoiden (se figur C.1). I et fjell-land som Norge vil forskjellen mellom ortometrisk høyde og normalhøyde maksimalt gå opp til ca. 0,2 m.

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 40 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

Høyden er altså et tall beregnet fra c_P . Avhengig av hvordan denne konverteringen gjøres, får man ulike typer høyde. Konvensjonelle høyder blir i europeiske stater beregnet på én av følgende tre måter:

- 1) Ortometrisk høyde $H_o = c_P / \bar{g}$, hvor \bar{g} er middelverdien av tyngdens akselerasjon langs loddlinjen fra P til geoiden. (se figur C.1)
- 2) Normalhøyde $H_n = c_P / \bar{\gamma}$, hvor $\bar{\gamma}$ er middelverdien av normaltyngdens akselerasjon langs loddlinjen mellom ellipsoiden og det punktet hvor normalpotensialet er lik det aktuelle potensialet (se figur C.1).
- 3) Dynamisk høyde $H_{dyn} = c_P / g_o$, hvor g_o er en konvensjonsbestemt referanseverdi av tyngden. Dynamisk høyde er kun en skalering av geopotensialtallet.

Vertikalt datum

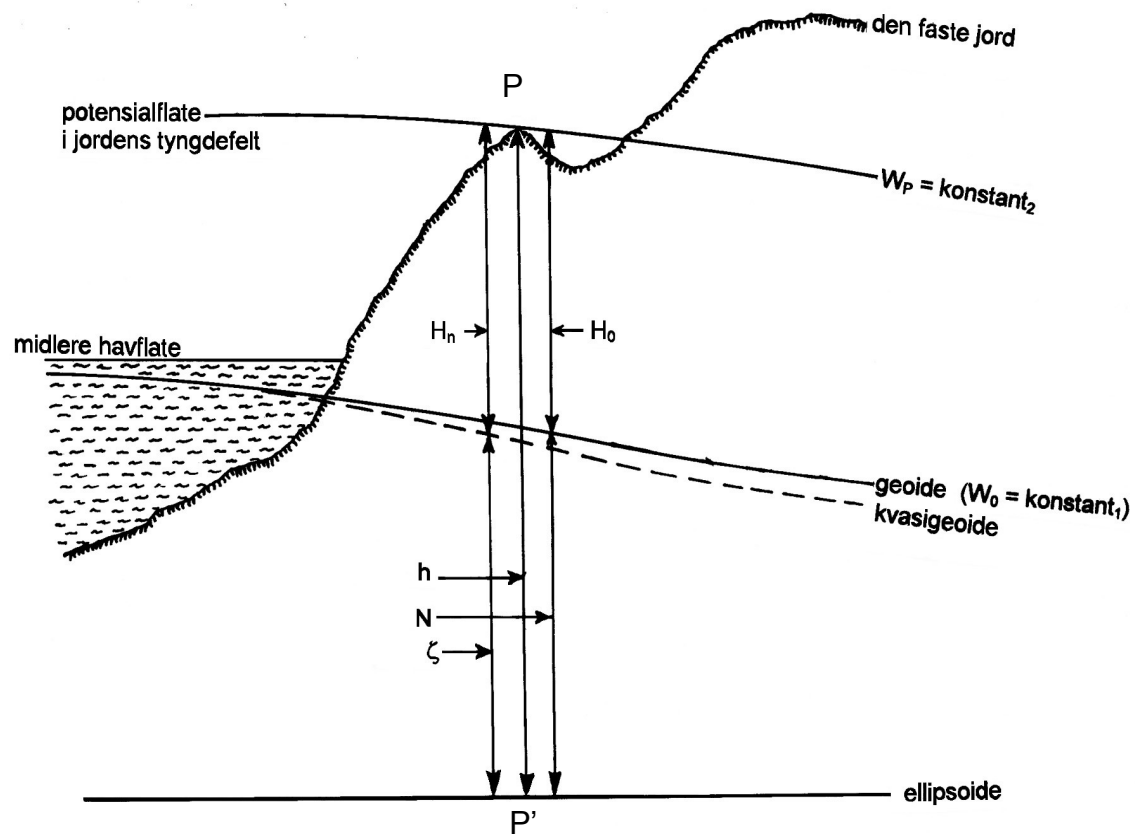
Et vertikalt datum består av nødvendige størrelser for å kunne angi entydige tyngdekraftrelaterte høyder. Vanligvis inngår tre størrelser:

Referanseflate: I geodesien benyttes oftest geoiden. Vi kan skille mellom *den klassiske geoiden*, som sammenfaller med det idealiserte middelvann i havet og gir ortometriske høyder, og *kvasideoiden*, som gir normalhøyder. Forskjellen mellom disse to typer referanseflater kan være opptil noen dm i fjellområder. Videre er geoiden avhengig av hvordan påvirkningen fra måne og sol håndteres. Vi har tidejordsfri geoide, middelgeoide og nullgeoide. Også her kan forskjellen komme opp i noen dm.

Fundamentalpunkt: Geoiden er ikke synlig i naturen. Vannstandsmålerne gir middelvann som er påvirket av saltinnhold, vanntemperatur og andre lokale forhold i naturen slik at overflaten ikke trenger å samsvare med geoiden. Man trenger derfor et punkt som definerer 0-nivået for høyde. Det gjøres ved at man setter ut et fastmerke ved en sentral vannstandsmåler og gir dette fastmerket en bestemt høyde i forhold til 0-nivået. Et slikt 0-nivå kan gjerne falle sammen med midlere målte vannstandsnivå på stedet.

Tidspunkt: Terrenghøyder endres over tid som følge av landhevning. For å oppnå entydighet må derfor datumet referere til et tidspunkt, vanligvis et årstall.

I Norge er det offisielle høydedatum NN1954. For å kunne korrigere høyder til presise høyder over geoiden, kreves at man kjenner tyngdens akselerasjon ved nivellementsfastmerker. Slike målinger forelå ikke i tilstrekkelig grad i 1954. I stedet ble det i et visst omfang påført en sfæroidisk-ortometrisk korleksjon basert på teoretiske tyngdeverdier. Beregninger har vist at dette gir tilnærmede høyder over kvasideoiden. Fundamentalpunktet i Norge finnes ved Tregde i Mandal. Det ble i 1954 ikke tatt hensyn til landhevningen i måleperioden fra 1916 - 1954, idet man den gang ikke kjente den godt nok til sikker tallfesting. Datumets tidsreferanse, 1954, må derfor sies å referere til året da høydeberegningen ble fullført.



Figur C.1 Ulike høydeangivelser for punktet P, og sammenhenger mellom dem:

H_o er ortometrisk høyde

H_n er normalhøyde

N er geoidens høyde over ellipsoiden, kalt geoidhøyde eller geoidundulasjon

ζ er kvasigeoidens høyde over ellipsoiden

h er ellipsoidisk høyde

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 42 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

Høydereferansemodeller

Da satellittbaserte metoder i stort omfang ble tatt i bruk innen geodesien utover i 1990-årene, fikk man et problem med å henføre ellipsoidiske høyder til NN1954. Til å begynne med brukte man en felles nordisk geoidmodell, kalt NKG89, når målte ellipsoidiske høyder i EUREF89 skulle henføres til NN1954. Denne modellen ga imidlertid avvik på opptil 0,9 m i forhold til gitte nivellerte høyder i NN1954 til samme punkt. Da man i 1996 hadde fått ellipsoidisk høyde i EUREF89 i omlag 30 nivellementsfastmerker rundt om i Norge, justerte man NKG89-geoiden slik at den best mulig kunne benyttes til å henføre ellipsoidiske høyder i EUREF89 til NN1954. En slik justert geoidmodell kalles høydereferansemodell. Den som munnet ut av denne spesielle justeringen, fikk betegnelsen VREF1996.

Året etter ble høydereferansemodellen supplert med ytterligere noen justeringspunkter, slik at det totale antall ble ca. 50. Selv om modellen ble endret, beholdt man betegnelsen. Denne høydereferansemodellen har siden ligget til grunn for tilpasning av høyder til NN1954 i transformasjonsprogrammet WSKTRANS. Senere er mange nye høydereferansemodeller beregnet, etter hvert som nye justeringspunkter har oppstått ved etableringen av Landsnettet. Fra og med versjon 5.0 av WSKTRANS benyttes en for fylket tilpasset høydereferansemodell når den såkalte "fylkesformelen" anvendes, mens VREF1996 fortsatt brukes i "landsformelen".

WSKTRANS er et transformasjonsprogram som blant annet gir offisielle transformasjoner mellom de tre offisielle geodetiske datumer i Norge: NGO1948, ED50 og EUREF89.

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 43 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

TILLEGG D-1 (informativt) - Ulike koordinatbaserte referansesystemer

Koordinatbasert Referansesystem	Sym-bol	ED50-systemet, Geodetisk	ED50-systemet, Kartplan	NGO1948-systemet, Kartplan
Datum, navn		ED50	ED50	NGO1948
Datum, type		Geodetisk	Geodetisk	Geodetisk
Ellipsoidenavn		Internasjonal ellipsoide	Internasjonal ellipsoide	Modifisert Bessel – ellipsoide
Ellipsoidens store halvakse	<i>a</i>	6 378 388 m	6 378 388 m	6 377 492,0176 m
Ellipsoidens flatttrykning	<i>f</i>	1/297	1/297	1/299,15281285
Fundamentalpunkt		Helmert-tårn, Potsdam	Helmert-tårn, Potsdam	Oslo observatorium
Fundamentalpunktets nordkoordinat	φ_o	52° 22' 51,4456"	52° 22' 51,4456"	59° 54' 43,7020"
Fundamentalpunktets østkoordinat	λ_o	13° 03' 58,9283"	13° 03' 58,9283"	0°
Fundamentalpunktets geodetiske lengde (fra Greenwich)		13° 03' 58,9283"	13° 03' 58,9283"	10° 43' 22,5"
Loddavvikets nordkomponent i fundamentalpunktet	ξ_o	3,36"	3,36"	0
Loddavvikets østkomponent i fundamentalpunktet	η_o	1,76"	1,76"	0
Høydedifferanse geoide - ellipsoide i fundamentalpunktet	<i>N_o</i>	0,4 m	0,4 m	0
Område		Europa	Europa	Norge
Koordinatsystem		Geodetisk	Kartesisk	Kartesisk
Koordinatsystem navn		Geodetisk	UTM _(ED50)	Gauss-Krüger _(NGO1948)
Dimensjon		Todimensjonal	Todimensjonal	Todimensjonal
Kartplankoordinater		Nei	Ja	Ja
Sonetall		----	UTM-sone 32,33,35	NGO-sone 1-8 ofte kalt NGO-akse
Målestokksfaktor	<i>S</i>	1	0,9996	1
Koordinatakse 1	<i>N</i> eller φ eller <i>x</i>	Meridian	Sonens sentralmeridian	Sonens sentralmeridian
Enhet for koordinatakse 1		Grader	meter	meter
Utgangspunkt/-linje for koordinatakse 1		Meridianens skjæring med ekvator	Ekvator	58° nordlig bredde
Falskt tillegg for koordinater langs koordinatakse 1		0	0	0
Koordinatakse 2	<i>E</i> eller λ eller <i>y</i>	Breddesirkel	Vinkelrett på koordinatakse 1, positiv mot øst	Vinkelrett på koordinatakse 1, positiv mot øst
Enhet for koordinatakse 2		Grader	meter	meter
Utgangspunkt/-linje for koordinatakse 2		Greenwich-meridianen	Koordinatakse 1	Koordinatakse 1
Falskt tillegg for koordinater langs koordinatakse 2		0	500 000	0

(fortsetter på neste side)

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 44 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

(fortsatt fra forrige side)

Koordinatbasert referansesystem	Sym-bol	ETRS89, geosentrisk	ETRS89, kartplan	ETRS89, geodetisk	ETRS89, kartplan, sekundær
Datum, navn		EUREF89	EUREF89	EUREF89	EUREF89
Datum, type		Geodetisk	Geodetisk	Geodetisk	Geodetisk
Ellipsoidnavn		GRS80	GRS80	GRS80	GRS80
Ellipsoidens store halvakse	<i>a</i>	6 378 137 m	6 378 137 m	6 378 137 m	6 378 137 m
Ellipsoidens flatttrykning	<i>f</i>	1/298,257 222 101	1/298,257 222 101	1/298,257 222 101	1/298,257 222 101
Fundamentalpunkt		≈ jordsenteret	≈ jordsenteret	≈ jordsenteret	≈ jordsenteret
Fundamentalpunktets nordkoordinat	φ_0	---	---	---	---
Fundamentalpunktets østkoordinat	λ_0	---	---	---	---
Loddavvikets nordkomponent i fundamentalpunktet	ξ_0	---	---	---	---
Loddavvikets østkomponent i fundamentalpunktet	η_0	---	---	---	---
Høydedifferansen geoide – ellipsoide i fundamentalpunktet	N_0	---	---	---	---
Område		Europa	Europa	Europa	Norge
Koordinatsystem		Kartesisk	Kartesisk	Geodetisk	Kartesisk
Koordinatsystem navn		Kartesisk	UTM _(EUREF89)	Geodetisk	NTM
Dimensjon		Tre-dimensjonal	Todimensjonal	Tredimensjonal	Todimensjonal
Kartplankoordinater		Nei	Ja	Nei	Ja
Sonetall		---	UTM-sone	---	5-30
Målestokksfaktor	<i>S</i>	1	0,9996	1	1,0000
Koordinatakse 1	<i>X</i> eller <i>N</i> eller φ	Skjæringslinjen mellom ekvatorplanet og Greenwich meridianplan	Avbildningen av sonens sentralmeridian	Greenwich-meridianen	Avbildningen av sonens sentralmeridian
Enhet for koordinatakse 1		meter	meter	grader	meter
Utgangspunkt/-linje for koordinatakse 1		≈ jordsenteret	Ekvator	Ekvator	58° nordlig bredde
Falskt tillegg for koordinater langs koordinatakse 1		0	0	0	1 000 000
Koordinatakse 2	<i>Y</i> eller <i>E</i> eller λ	Vinkelrett <i>X</i> og <i>Z</i>	Vinkelrett på koordinatakse 1, positiv mot øst	Breddesirkel (ekvator)	Vinkelrett på koordinatakse 1, positiv mot øst
Enhet for koordinatakse 2		meter	meter	grader	meter
Utgangspunkt/-linje for koordinatakse 2		≈ jordsenteret	Sentralmeridianen for sonen	Greenwich-meridianen	Sentralmeridianen for sonen
Falskt tillegg for koordinater langs koordinatakse 2		0	500 000	0	100 000
Koordinatakse 3	<i>Z</i> eller <i>h</i>	parallel med jordens rotasjonsakse	---	Ellipsoide-normalen	---
Enhet for koordinatakse 3		meter	---	meter	---
Utgangspunkt/-flate for koordinatakse 3		≈ jordsenteret	---	Ellipsoiden	---
Falskt tillegg for koordinater langs koordinatakse 3		0	---	0	---

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 45 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

TILLEGG D-2 (informativt) - Koordinatbasert referansesystem: Norsk høydesystem

Koordinatbasert referansesystem	Norsk høydesystem	
	NN1954	NN2000
Datum, navn	NN1954	NN2000
Datum, type	Vertikalt	Vertikalt
Fundamentalpunkt	Tregde, fastmerke D40N0055	Fastmerke NAP No. 000A2530/13600
Område	Norge	Norge
Koordinatsystem	Ortometrisk	Ortometrisk
Dimensjon	Endimensjonal	Endimensjonal
Enhet	meter	meter
Målestokksfaktor	1	1
Koordinatakse 1	Loddlinjen på stedet	Loddlinjen på stedet
Fundamentalpunkt for høyder	Fastmerke D40N0055	Fastmerke UELN No. 000A2530/13600
Utgangsverdi i fundamentalpunktet	11,2047 m	7,0259 m ² /s ² (gpu)

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 46 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

TILLEGG E (informativt) - Eksempler på utskrift ved transformasjon

(Eksempler tatt fra Kartverkets program WSKTRANS. Tekst med kursiv er ikke kommet fra programmet, men er føyet til som forklaring)

```
# Geodetisk datum: EUREF89
# Koordinater gitt i: UTM(EUREF89) - sone 32
EU89-UTM (Sone-32), P, N, E, HE
(EU89 = EUREF89, P = Punktnummer, N = Nord, E = Øst, HE = ellipsoidisk høyde)
BU01    6609612.793    539426.151    203.067
BU02    6622870.840    576896.326    221.358
BU03    6623877.318    549393.550    87.618
BU04    6636921.109    522527.231    232.087
```

Ved å transformere til NGO1948 får man følgende utskrift:

```
# Geodetisk datum: EUREF89
# Koordinater gitt i: UTM(EUREF89) - sone 32
# Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:34,
# Frasystem: EU89-UTM (Sone-32)
Til: NGO1948 (Akse-3), P, N, E, HO (HO = ortometrisk høyde)
BU01    181103.478    -57516.970    162.030
BU02    193389.172    -19701.221    181.441
BU03    195110.134    -47178.543    46.864
BU04    208853.447    -73707.911    190.817
```

Videre til kartesiske koordinater:

```
# Geodetisk datum: EUREF89
# Koordinater gitt i: UTM(EUREF89) - sone 32
# Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:34,
# Frasystem:EU89-UTM(SONE-32)
# Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:37, # Frasystem:
# NGO1948 (Akse-3)
# Wsktrans bruker høydereferanseflaten:..\Geoide\Skvref96.bin
Til: EU89-XYZ, P, X, Y, Z
BU01    3187312.617    544755.062    5479521.353
BU02    3169979.431    579960.357    5485937.497
BU03    3173493.090    552660.875    5486564.018
BU04    3166703.843    524374.512    5493381.326
```

Videre til geodetiske koordinater:

```
# Geodetisk datum: EUREF89
# Koordinater gitt i: UTM(EUREF89) - sone 32
# Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:34,
# Frasystem:EU89-UTM(SONE-32)
# Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:37,
# Frasystem:NGO1948(AKSE-3)
# Wsktrans bruker høydereferanseflaten:..\Geoide\Skvref96.bin
# Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:40,
# Frasystem:EU89-XYZ
```

Statens kartverk, Geodesidivisjonen	Standard	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 47 av 48
	Iverksettingsdato: 01. desember 2009	

Wsktrans bruker høydereferanseflaten:..\Geoide\Skvref96.bin

Til: EU89-Geodetisk, P, G, M, S, HO (*G = grader, M = bueminutter, S = buesekunder*)

BU01 059 37 22.10712 009 41 56.08519 162.030

BU02 059 44 11.77534 010 22 04.18048 181.441

BU03 059 44 59.36150 009 52 44.15812 46.864

BU04 059 52 09.38740 009 24 08.24741 190.817

Videre til NGO1948 akse 3:

Geodetisk datum: EUREF89

Koordinater gitt i: UTM(EUREF89) - sone 32

Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:34,

Frasystem:EU89-UTM(SONE-32)

Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:37,

Frasystem:NGO1948(AKSE-3)

Wsktrans bruker høydereferanseflaten:..\Geoide\Skvref96.bin

Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T16:40,

Frasystem:EU89-XYZ

Wsktrans bruker høydereferanseflaten:..\Geoide\Skvref96.bin

Transformert med: ..\TransBib\SKT2NOR1.DLL, versjon:4.2, 2004-05-27T17:04,

Frasystem:EU89-GEODETISK

Til: NGO1948 (Akse-3), P, N, E, HO (*HO = ortometrisk høyde*)

BU01 181103.478 -57516.970 162.030

BU02 193389.172 -19701.221 181.441

BU03 195110.134 -47178.543 46.864

BU04 208853.447 -73707.911 190.817

<i>Statens kartverk, Geodesidivisjonen</i>	<i>Standard</i>	
Dokument tittel: Koordinatbasert referansesystem	Versjon: 2.1	Side 48 av 48
	Iverksettingsdato:	01. desember 2009

TILLEGG F (informativt) - Litteratur

Følgende lover, forskrifter m.v. er brukt som bakgrunn for standarden *Koordinatbaserte referansesystemer*:

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.

Miljøverndepartementets veiledning: *Kartgrunnlag for plan- og byggesaksbehandlingen*, 2.utgave - 2001.

Internasjonal standard ISO 6709 - 1983: *Standard representation of latitude, longitude and altitude for geographic point location*.

Internasjonal standard ISO 1000 - 1981/92: *SI units and recommendations for use of their multiples and of certain other units*.

Internasjonal standard ISO 19111 – 2003: *Geographic information – Spatial referencing by coordinates*.

Standard Geografisk informasjon *Fastmerkenummerering og fastmerkeregister* [FF].

Standard Geografisk informasjon *Grunnlagsnett* [GN].

Standard Geografisk informasjon *Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer* [H].

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.

Standard Geografisk informasjon *Stedfesting av natur- og samfunnsgeografisk informasjon*, versjon 1.0 - 1998.

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