

## Geografisk navigasjon

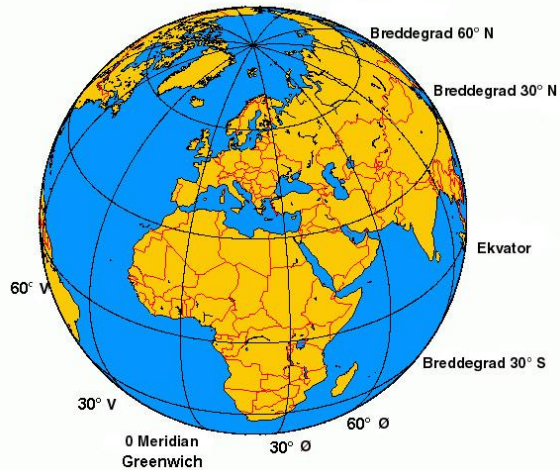
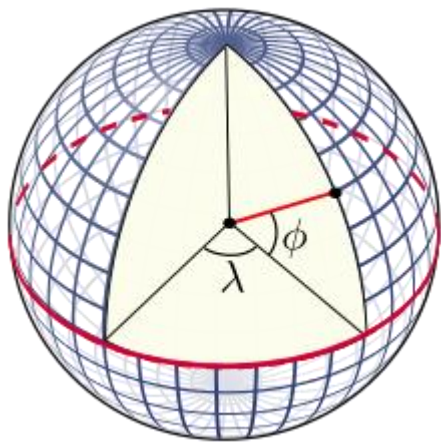
Kartreferanse er en tallangivelse av en geografisk posisjon. Tallene kan legges inn i en datamaskin med digitalt kart, en GPS eller avmerkes på et papirkart. En slik tallmessig beskrivelse av en geografisk posisjon er velegnet til å formidle posisjonen over data, telefon eller radiosamband.

De fleste kart har enten et rutenett eller skalaer langs kanten av kartet der tallverdiene kan avmerkes og overføres til riktig punkt i kartet. Det er aktuelt å bruke passer og linjal for å finne riktig punkt i kartet. Når kartet er utstyrt med rutenett kan punktet avleses og settes inn direkte.

Det er vanlig først å følge skalaen fra venstre til høyre for å finne verdien for øst-vest bestemmelse. Deretter følges skalaen nedenfra og opp for å finne hvor langt nord posisjonen er.

## Lengde- og breddegrader

En breddegrad er en tenkt linje i jordens koordinatsystem som går parallelt med ekvator. Den andre aksene i dette koordinatsystemet kalles lengde eller meridian. Selve ekvator utgjør null-aksen, og lengden rundt jorden over polene er beregnet til 40 007,863 km (WGS 84) (ved havnivå). Ekvator er 40 075,017 km (WGS 84) lang. Ekvator er vinkelrett på meridianene. Sammen utgjør disse et koordinatsystem som beskriver hvor på kloden man befinner seg. Kart både for land og sjø benytter dette.



Lengde- og breddegrader er vinkler med spissen i jordas sentrum. Breddegraden ( $\phi$ ) er vinkelen i forhold til ekvator, mens lengdegraden ( $\lambda$ ) er vinklen i forhold til et valgt referansepunkt i Greenwich utenfor London.

I navigasjon, særlig til sjøs, oppgis posisjoner i grader øst eller vest for et referansepunkt i Greenwich utenfor London, og i grader nord eller sør for ekvator. Posisjonene angis ut fra to vinkler med spissen i jordas sentrum. Posisjoner angis i grader, minutter og sekunder, nord/sør og øst/vest. I flysammenheng benyttes ofte grader, minutter og desimaler av minutter. Det er også mulig å angi posisjon med grader og desimaler av grader.

Noen kart(digitale) og enkelte GPSer oppgir posisjonen kun som lengde- og breddegrader. Formatet kan variere mellom DD.DDDDDD° (desimalgrader), DD°MM.MMM (grader og desimalminutter) eller DD°MM'SS.S" (grader, minutter og sekunder). Dette er bare forskjellige måter og angi de to vinklene på. Breddegrader sør for ekvator er noen ganger oppgitt med et minustegn foran graden, andre ganger med en S etter breddegraden. Tilsvarende oppgis lengdegrader vest for Greenwich noen ganger med minus foran graden, andre ganger med en W etter lengdegraden.

Noen kart har lengde- og breddegrad trykt med svart skrift i marginen, men inndelingen er ofte for grov til praktisk bruk. Det er mulig å konvertere lengde- og breddegrader til vanlige kartreferanser etter UTM-systemet, men formelen er kompleks.

En nyttig navigasjonsmessig definisjon, er at en nautisk mil (1852 meter) er det samme som ett breddeminutt, altså en sekstidel (1/60) av avstanden mellom to breddegrader. Det samme gjelder for lengdegrader ved ekvator, men husk at avstanden mellom lengdegradene minker jo nærmere polpunktene man befinner seg.

## Breddegrader

Ekvator deler jorden i to halvkuler (den nordlige og den sydlige) og hver av dem deles inn i 90° (breddegrader). Breddegradene nord for ekvator kalles for nordlige breddegrader og N tilføyes etter koordinaten. Breddegradene syd for ekvator kalles for sydlige breddegrader og S tilføyes etter koordinaten. Alle geografiske posisjoner beskrives i dag med nordlig/sydlig bredde ut fra ekvator og østlig/vestlig lengde ut fra Greenwichmeridianen (gjelder dog ikke fullt ut for UTM (og MGRS)).

### Inndeling

Totalt deles jorden inn i 180 breddegrader. Hver grad deles igjen inn i 60' (minutter), og hvert minutt inn i 60" (sekunder) eller desimalminutter. I den senere tid er det blitt vanligere å dele breddegradene inn i desimalgrader i stedet for minutter og sekunder. Avstanden mellom hver breddegrad er nesten konstant, i gjennomsnitt 111,133 km (WGS 84). Det vil si at ett breddeminutt i gjennomsnitt er 1852,216 m (WGS 84) ( $\approx$  1852 m (én internasjonal nautisk mil), lengden varierer fra 1842,905 m (WGS 84) ved ekvator til 1861,566 m (WGS 84) ved polene, en forskjell på 18,662 m (fra -0,491 % til +0,517 % av én internasjonal nautisk mil)).

## Lengdegrader

Lengdegrad eller meridian er en tenkt linje i jordens koordinatsystem som går mellom Nordpolen og Sydpolen. En meridian har form som en halv ellipse og er 20 003,9315 km (WGS 84) lang. Meridianene er vinkelrett på ekvator.

Den mest kjente meridianen er den som går gjennom det astronomiske observatoriet i Greenwich syd i London. Den kalles også for null-meridianen. Planet gjennom den deler jorden i to halvkuler (den østlige og den vestlige) og hver av dem deles inn i 180°

(lengdegrader). Lengdegradene øst for Greenwichmeridianen kalles for østlige lengdegrader og Ø tilføyes etter koordinaten. Lengdegradene vest for Greenwichmeridianen kalles for vestlige lengdegrader og V tilføyes etter koordinaten. Alle geografiske posisjoner beskrives i dag med nordlig/sydlig bredde ut fra ekvator og østlig/vestlig lengde ut fra Greenwichmeridianen (gjelder dog ikke fullt ut for UTM (og MGRS)).

## Inndeling

Totalt deles jorden inn i 360 lengdegrader. Hver grad deles igjen inn i 60' (minutter), og hvert minutt inn i 60" (sekunder) eller desimalminutter. I den senere tid er det blitt mer vanlig å dele lengdegradene inn i desimalgrader istedet for minutter og sekunder. Avstanden mellom lengdegradene varierer fra 111 319,5 m (WGS 84) ved ekvator til 0 ved polene. Ekvator er 40 075,017 km (WGS 84) lang.

## Grader

En grad er en enhet for måling av en vinkel i planet. Grader symboliseres med  $^{\circ}$ .

En vinkel på én grad tilsvarer  $1/360$  av en full sirkel.

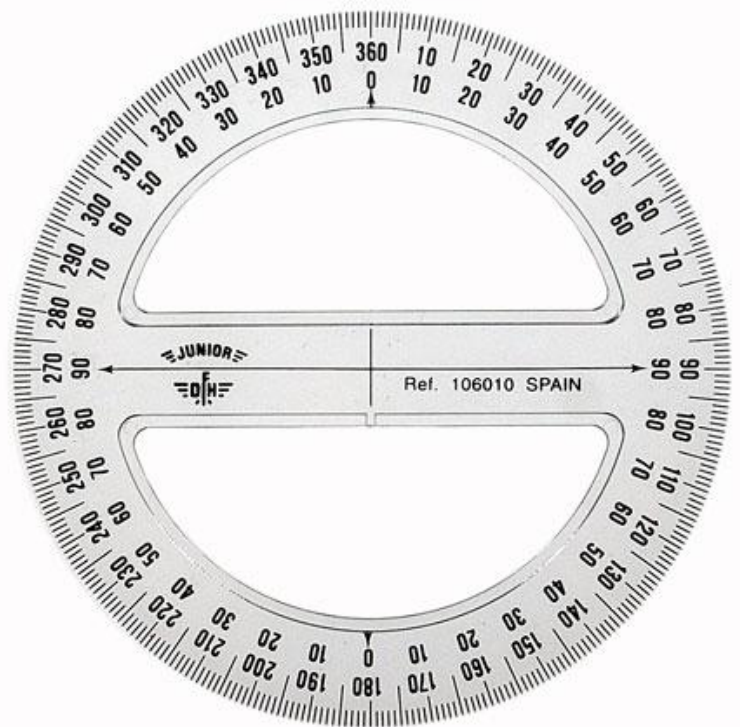
Én full sirkel er  $360^{\circ}$ .

Tallet 360 ble antagelig valgt fordi det er delelig med 24 forskjellige positive heltall, inkludert alle heltall fra 1 til 10 unntatt 7. Dette gjorde det enkelt å dele inn sirkelen i mindre vinkler og regne på disse ved hjelp av hoderegning.

Når grader brukes for å måle vinkler, brukes ofte også minutter, hvor ett minutt representerer  $1/60$  av én grad og symboliseres med ', og sekunder, hvor ett sekund er  $1/60$  av ett minutt eller  $1/3600$  av én grad og symboliseres med ''.

For eksempel,  $40,20361^{\circ}$  presenteres ofte som  $40^{\circ}12'13''$  eller 40 grader 12 minutter og 13 sekunder (eller som  $40^{\circ}12,217'$  eller 40 grader 12,217 minutter). Det er vanlig å bruke disse mindre enhetene (minutter og sekunder) når man angir bredde og lengde til et sted på jorden.

Desimalgrader brukes ofte innen geografiske informasjonssystemer (GIS), kartprogrammer for web, som Google Maps samt GPS-mottakere for å uttrykke koordinater med breddegrad og lengdegrad uten å bruke minutter og sekunder. En posisjon angitt med desimalgrader består av to desimaltall, der det første er bredden og det andre er lengden. For den sydlige



halvkule brukes negative breddegrader; og for den vestlige halvkule brukes negative lengdegrader.

En bredde eller lengde angitt med grader, minutter og sekunder, som f.eks.  $x^{\circ}y'z''$ , kan konverteres til desimalgrader med formelen  $x + y/60 + z/3600$ .

Deretter endres fortegnet til  $-$  (minus) hvis det er den sydlige eller vestlige halvkule det refereres til. For eksempel, de geodetiske koordinatene « $38^{\circ}53'23''$  N  $077^{\circ}00'32''$  V» uttrykkes i desimalgrader som « $38,8897 -77,0089$ » (sentrum av Washington DC).

De fleste håndholdte GPS-mottakere oppgir desimalgrader med fem desimalers nøyaktighet (dvs.  $1/100\,000$ ), f.eks.  $61,63643^{\circ}$  N  $8,31249^{\circ}$  Ø (WGS 84), som er et punkt på toppen av Galdhøpiggen.

Selve posisjonsangivelsen har da en maksimal usikkerhet på ca. 56 cm i nord-syd-retning og ca. 26 cm i øst-vest-retning (hvilket er mange ganger bedre enn posisjonsnøyaktigheten til alle håndholdte GPS-mottakere).

### **Omregning eksempler:**

For eksempel,  $40,20361^{\circ}$  presenteres ofte som  $40^{\circ}12'13''$  eller 40 grader 12 minutter og 13 sekunder (eller som  $40^{\circ}12,217'$  eller 40 grader 12,217 minutter). Det er vanlig å bruke disse mindre enhetene (minutter og sekunder) når man angir bredde og lengde til et sted på jorden.

DD  $40,20361^{\circ}$  (Desimalgrader)

DM  $40^{\circ} 12,217'$  (Grader og desimalminutter)

DMS  $40^{\circ} 12' 13''$  (Grader minutter og sekunder (eventuelt desimalsekunder))

Formelen for omregning fra DMS til DM er:

**Grader + minutter + sekunder/3600**

DMS  $40^{\circ} 12' 13''$  til DM  $40^{\circ} 12,217'$

Grader =  $40^{\circ}$

Minutter = 12 pluss  $13/60 \cdot 100 = 21,66666$  dvs. 227 (3 siffer med forhøyning) dvs. Totalt 12,217 minutter

(Tilsvarende, fra DM til DMS, behold grad og helt minutt, desimalene deles på 100 og ganges med 60, så går du fra 100-deler til 60-deler. Eks: DM  $40^{\circ} 12,217' = 40$  grader, 12 minutter pluss  $0,217/100 \cdot 60 = 0,1302$  dvs. 13 sekunder)

Formelen for omregning fra DMS til DD er:

**Grader + minutter/60 + sekunder/3600**

DMS 40° 12' 13" til DD 40,20361°

Grader er 40°

Del minutter på 60 – dvs.  $12/60 = 0,2$

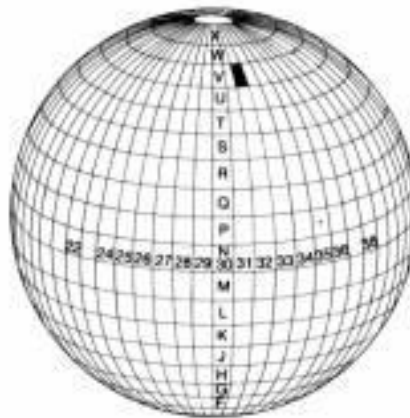
Del sekunder på 3600 – dvs.  $13/3600 = 0,0036111$

Legg sammen minutter og sekunder – dvs.  $0,2 + 0,0036111 = 0,20361$

DD 40,20361°

(Tilsvarende, fra DD til DMS, behold grad og gang desimaler med 60, behold helt tall som minutter og gang de nye desimalene med 60. Eks: DD 40,20361 = 40 grader,  $0,20361 \cdot 60 = 12,2166$ , dvs. 12 minutter, og  $0,2166 \cdot 60 = 12,996$ , dvs. 13 sekunder )

## UTM-systemet



KR	LR	MR	NR	
KQ	LQ	MQ	NQ	
KP	LP	MP	NP	PP
KN	LN	MN	NN	PN
KM	LM	MM	NM	PM
KL	LL	ML	NL	PL
KK	LK	MK	NK	PK
KJ	LJ	MJ	NJ	PJ
KH	LH	MH	NH	PH

- UTM-systemet deler hele jordoverflaten øst-vest inn i 60 soner som er 6 lengdegrader brede. Disse er nummerert fra 1 til 60.
- Videre er jordoverflaten delt inn i 20 belter nord-syd. Disse har en utstrekning på 8 breddegrader og er gitt bokstavene C - X. Unntatt er bokstavene I og O.
- Jordoverflaten er altså delt inn i 1200 (60 x 20) sonebelter. Sonebeltet 32V dekker det meste av Sør-Norge. Betegnelsen 32V betyr altså sone 32 og belte V.
- Videre er jordoverflaten delt inn i ruter på 100 x 100 km. Hver av disse betegnes med to bokstaver. Eksempel er ruten LL som dekker Sør-Rogaland.

De vanlige gradteigskartene i M711-serien (Norge 1:50 000) og turkart som bygger på denne serien, har et blått rutenett med km-ruter (1x1 km). De blå tallene (fra 00 til 99) markerer vertikale og horisontale rutelinjer som deler en 100-km rute (100x100 km) inn i km-ruter. Tallene som markerer de vertikale rutelinjene angir antall km østover i en 100 km-rute, mens tallene som markerer de horisontale rutelinjene angir antall km nordover i 100 km-ruten. Slike

kart brukes mye av brannvesen, ambulansetjeneste, militære, fotturister, skogbrannbekjempelse og andre.

Kartreferansen til en posisjon (innenfor en 100-km rute) kan f.eks. være 674 258. Først finnes den vertikale linjen merket 67. Posisjonen er 4/10 av ruten til høyre for denne linjen. Deretter finnes en horisontal linje merket 25. Posisjonen er 8/10 ovenfor denne linjen. Hvilken 100-km rute kartreferansen gjelder oppgis med to bokstaver foran de seks tallene. Bokstavene fremgår normalt av en figur nederst på kartet. For å gjøre kartreferansen fullstendig må også sonebelte oppgis. I det meste av Sør-Norge er sonebelte 32V. En fullstendig kartreferanse etter UTM-systemet kan f.eks. være 32VPP211547, som viser til en rute på 100x100 meter nær toppen av Steinfjellet i Rendalen kommune.

I praksis oppgis ofte kartreferansen som to tresifrede tall sammen med en referanse til hvilket kartblad som skal benyttes. F.eks. posisjon 211 547 på kart 1918-1 over Otnes.

NB! Rutenettet i gamle norgeskart (utgitt før 1992) har svart farge. Dette rutenettet har også km-ruter, men posisjonen til rutelinjene kan avvike med flere hundre meter fra det blå rutenettet i nyere kart. Toppen av Steinfjellet har f.eks. kartreferanse 32VPP213549 på kartblad 1918-1 i M711-serien utgitt i 1967, mens den har kartreferanse 32VPP211547 på samme kartblad i nyere kart med blå rutelinjer.

## **Kartdatum**

Kartdatum er en bestemmelse av utgangsposisjonene for det nettet som brukes. Moderne kart bruker vanligvis det nyeste datum WGS84 / (World Geodetic System), mens litt eldre kart kan ha mange andre typer datum. Det kan være nødvendig å korrigere posisjonen opptil 500 meter mellom forskjellige datum.

Omregningskalkulatorer.

På internet finnes omregningskalkulatorer:

<http://www.arcticpeak.com/navigation/navigation.htm>