

Universal Mercator Projektion

UTM Projektion

Indhold

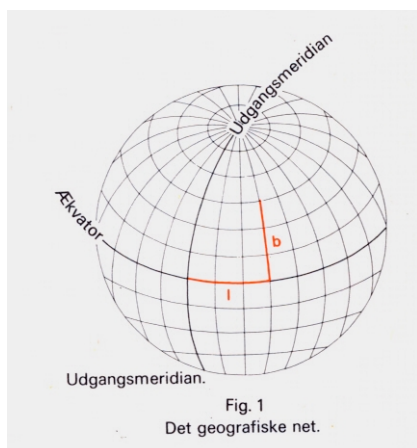
- Forord
- Generelt
- UTM-Projektionen
- UTM-Nettet
- Specifikationer for UTM-Projektionen
- Korrektioner
- Grid konvergens

Forord

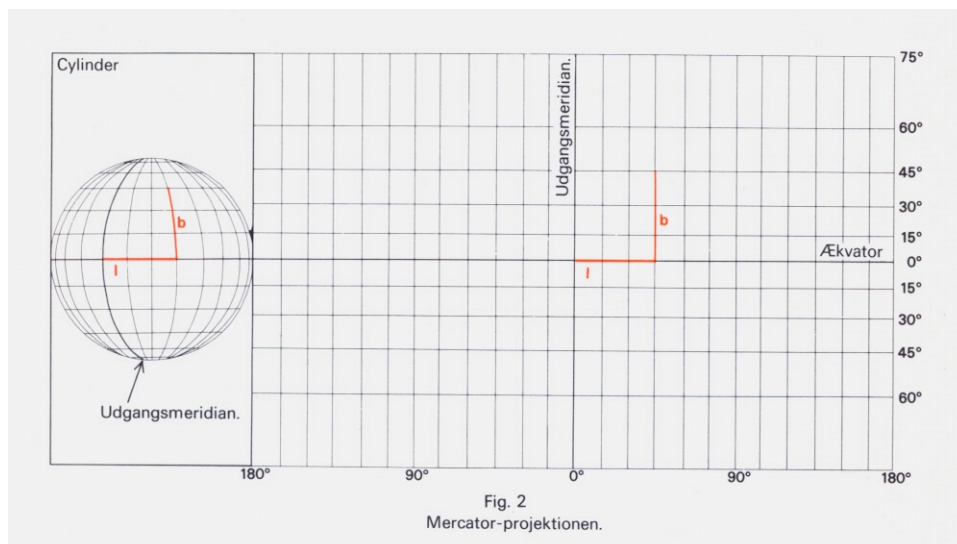
Disse noter vedr. UTM projektionen samt UTM-nettet, baserer sig i al væsentlighed på et nu udgået skrift fra det daværende Geodædisk Institut af F. Buchwaldt fra 1973. Det oprindelige skrift er her bl.a. suppleret med formler for beregning af de ikke uvæsentlige korrektioner som *Afstandskorrektion* samt beregning af *Gridkonvergens*.

Generelt

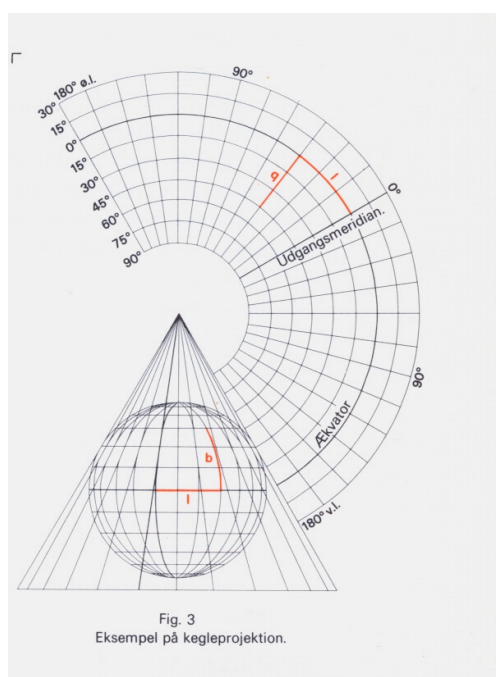
Den 'klassiske' metode til på éntydig vis at stedfæste et punkts beliggenhed på jordens overflade, er anvendelsen af det **geografiske net** (fig.1), hvor punktets beliggenhed angives ved nordlig (sydlig) bredde (b) og østlig (vestlig) længde (l) i forhold til henholdsvis jordens ækvator og normalt den i 1884 internationalt fastsatte udgangsmeridian gennem Greenwich.



Det geografiske nets afbildning på et kort afhænger af den valgte kortprojektion. En **kortprojektion** kan defineres som en systematisk metode til overføring af punkter fra jordkuglen til kortet. Da jordens overflade er en dobbeltkrum flade i modsætning til kortets plane flade, vil en overføring af punkter aldrig kunne ske uden forvanskninger af den ene eller anden art. Alt efter den brug man vil gøre af det færdige kort, vil man ved tilrettelæggelsen af det, vælge en kortprojektion, der lader forvanskningerne optræde under de gunstigst mulige former.



De fleste søkort baserer sig på en projektion der almindeligvis går under navnet Merkator-projektionen; den har den ret specielle egenskab, at det geografiske nets linier (meridianer og parallel) afbildes ved rette linier, der skærer hinanden under rette vinkler (fig. 2). Denne afbildningsform medfører, at man i Mercator-kort med fordel kan anvende det geografiske net som et **koordinat- eller referencenet**. Imidlertid er projektionen behæftet med alvorlige ulemper, der gør den uegnet til fremstilling af almindelige landkort. Langt den overvejende del af disse er derfor baseret på andre projektioner, ofte på én af kegleprojektionerne, der ikke har samme ulemper som Mercatorprojektionen, men som til gengæld ikke afbilder det geografiske net som et retlinet, vinkelret system. Et udfoldet geografisk net som vist i fig. 3 er ikke velegnet som koordinat- eller referencenet.



Et vinkelret, retlinet net er imidlertid til mange såvel civile som militære formål en absolut nødvendighed. Flere lande – deriblandt Danmark – har derfor i tidens løb etableret lokale eller nationale systemer på deres kort, men først med **UTM-nettet** har man fået et net, der kan dække hele jordkuglen (med undtagelse af polarområderne) og som er på vej til at blive anerkendt og anvendt internationalt. Fordelene herved taler for sig selv.

UTM-Projektionen

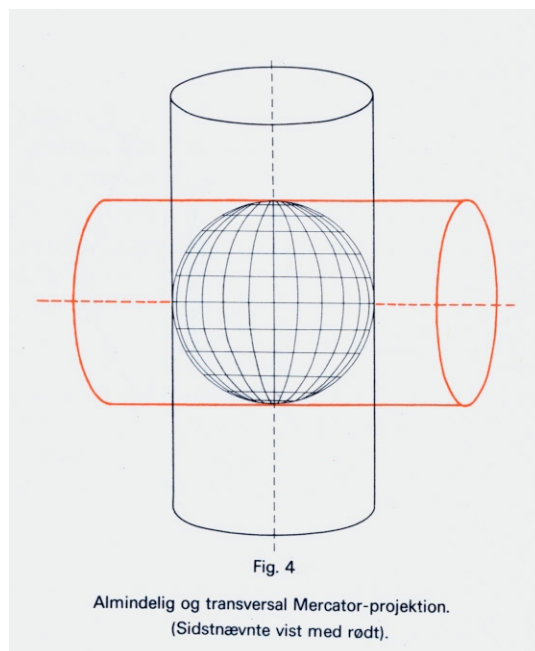
Af ovennævnte fremgår, at et net – i dette tilfælde det geografiske – meget vel kan fremstå retlinet og retvinklet i én projektion (fig. 2), men ikke i en anden (fig. 3). På samme måde vil man kunne indse, at et vilkårligt, kvadratisk net, der påtrykkes et kort baseret på én projektion, ikke – såfremt det skal dække de tilsvarende terrændetaljer – nødvendigvis vil fremtræde kvadratisk på et kort baseret på en anden projektion. Med andre ord: et net må defineres ud fra en bestemt projektion. Således er UTM-nettet defineret ud fra **UTM-projektionen**, og vil i teorien kun fremtræde med rette linier og vinkler på kort baseret på denne projektion.

Inden for mindre områder er den praktiske konsekvens ved anvendelse af UTM-projektionen og de øvrige, almindeligt forekommende projektioner til fremstilling af landkort dog så ringe, at fejlen, man begår ved at påtrykke et kvadratisk UTM-net på sidstnævnte korttyper, næppe kan erkendes. Hovedparten af de danske kort er udført i en kegleprojektion (Lamberts konform-koniske projektion), men indenfor et område af Danmarks størrelse er kort passeret på denne projektion og kort baseret på UTM-projektionen, der ligger til grund for landets nyopmåling, så lig hinanden, at UTM-nettet kan anvendes til begge korttyper uden praktiske vanskeligheder.

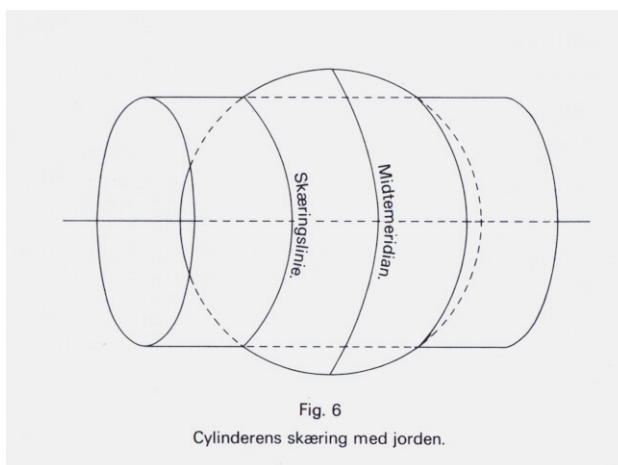
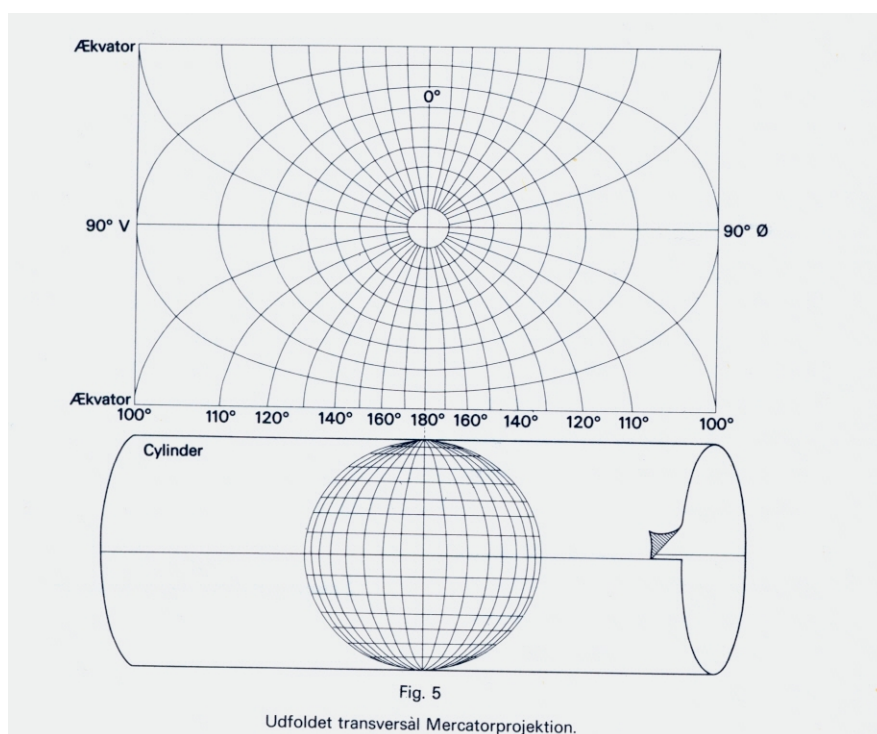
For nærmere at beskrive UTM-nettet vil det være nødvendigt med en ganske kort omtale af UTM-projektionen, eller som dens fuldstændige navn lyder: **Universal Transverse Mercator Projektion**. UTM-projektionen er, som navnet antyder, en form for Mercator-projektion. I den 'almindelige' Mercator-projektion overføres punkter fra jordens overflade til en cylinder, hvis akse er sammenfaldende med verdensaksen, medens man i en **transversal** Mercator-projektion har drejet cylinderaksen 90° og placeret den i ækvators plan (fig. 4). Efter udfoldning får det geografiske net en udformning som vist i fig. 5.

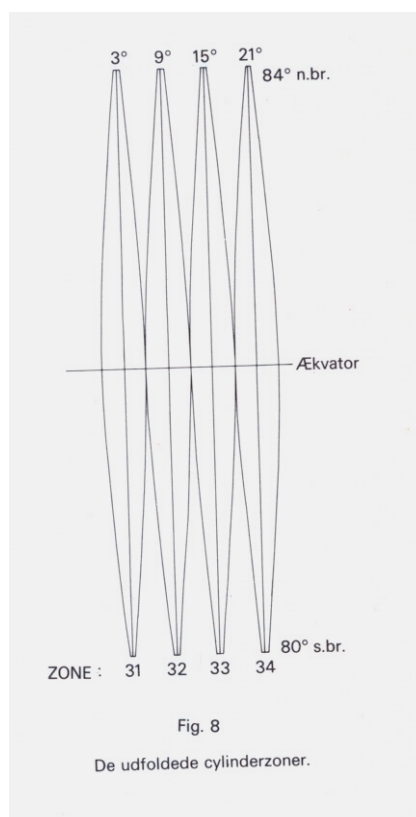
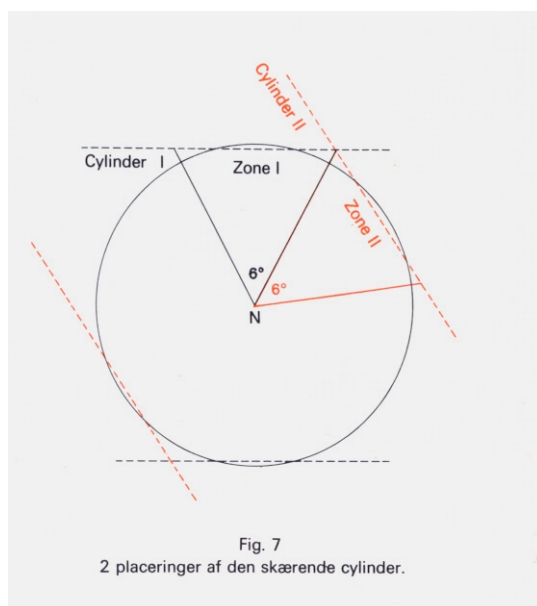
Den transversale cylinderprojektion, som beskrevet ovenfor, (identisk med den såkaldte Gauss-Krüger projektion) ville i princippet have samme kraftige forvanskninger som den almindelige Mercator-projektion (bemærk i fig. 5, at det geografiske net bliver mere og mere forvansket, jo længere man fjerner sig fra røringmeridianen – her 180°). For at undgå disse store forvanskninger, er UTM-projektionen på to felter yderligere modificeret i forhold til projektionen vist i fig. 5:

- Cylinderens radius er gjort lidt mindre end jordradien; herved opstår der mellem cylinder og jordkugle to 'skæringslinier' på hver sin side af **midtermeridianen** - ofte også kaldet **centralmeridianen** (CM) (fig. 6). Hensigten med at lade cylinderen skære jorden i stedet for at lade den tangere er, at man derved opnår et bredere bælte med en given, tolererbar forvanskning.
- Den bedste (dvs. mindst forvanskede) afbildning af jordens overflade opnås i nærheden af røringslinien, eller som her skæringslinierne. For at udnytte dette forhold, har man i UTM-



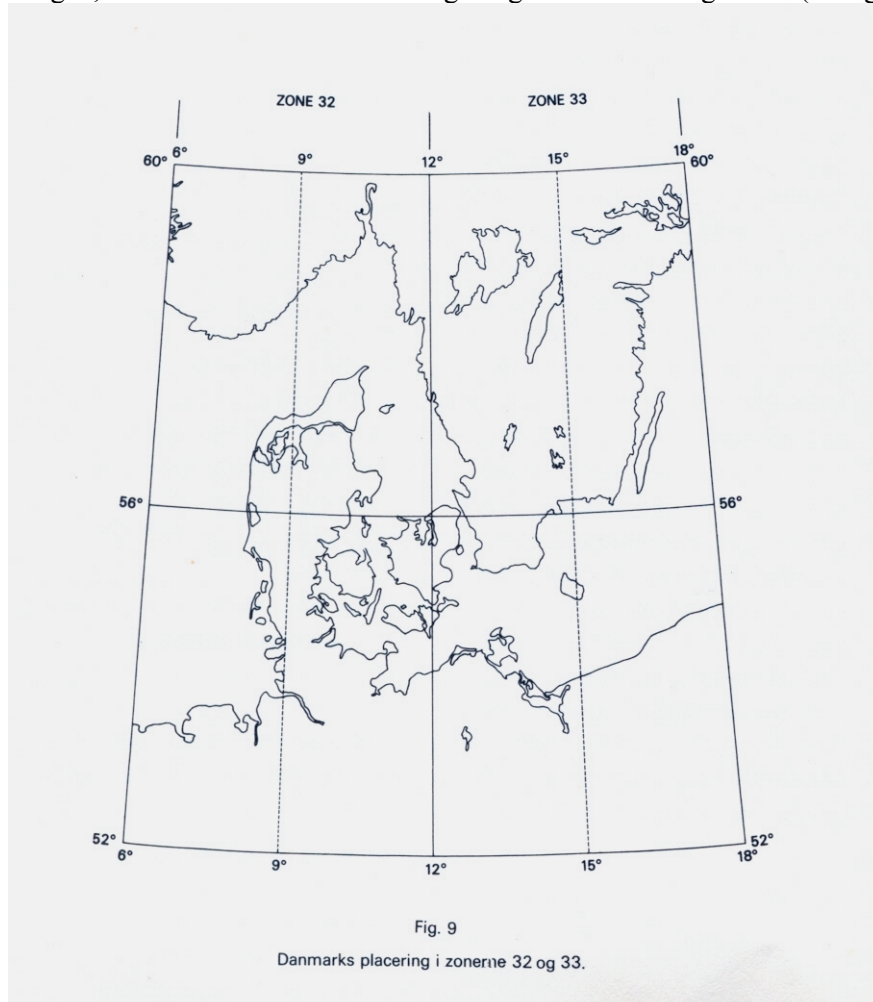
projektionen baseret sig på ikke én, men 30 placeringer af den skærende cylinder, idet der mellem nabocylindre er foretaget en drejning af cylinderaksen på $180^\circ/30 = 6^\circ$. Fig. 7 viser 2 nabocylindre, I og II, idet dog vinklen imellem dem for overskuelighedens skyld er overdrejet. Skæringslinien mellem to cylindre ligger i en meridianplan. To nabomeridianplaner har altså en indbyrdes vinkel på 6 længdegrader; området de tilsvarende meridianer afgrænser benævnes både på jorden og på cylinderen en *zone*, af hvilke der således findes 60. Hver zone på jordekuglen afbildes på den tilsvarende zone på cylinderen, som derefter tænkes udfoldet, jfr. fig. 8. Denne figur viser i øvrigt, at zonerne ikke går helt fra pol til pol, men afskæres ved henholdsvis 80° sydlig bredde og 84° nordlig bredde, idet det store antal smalle zoner gør projektionen upraktisk i polarområderne. Bortset fra disse områder er projektionen stort set lige anvendelig overalt på jorden, hvilket retfærdiggør betegnelsen 'universal'. (Mellem 80° - 90° sydlig bredde og 84° - 90° nordlig bredde kan den såkaldte Universal Polar Stereographic Projektion og det hertil svarende UPS net anvendes).



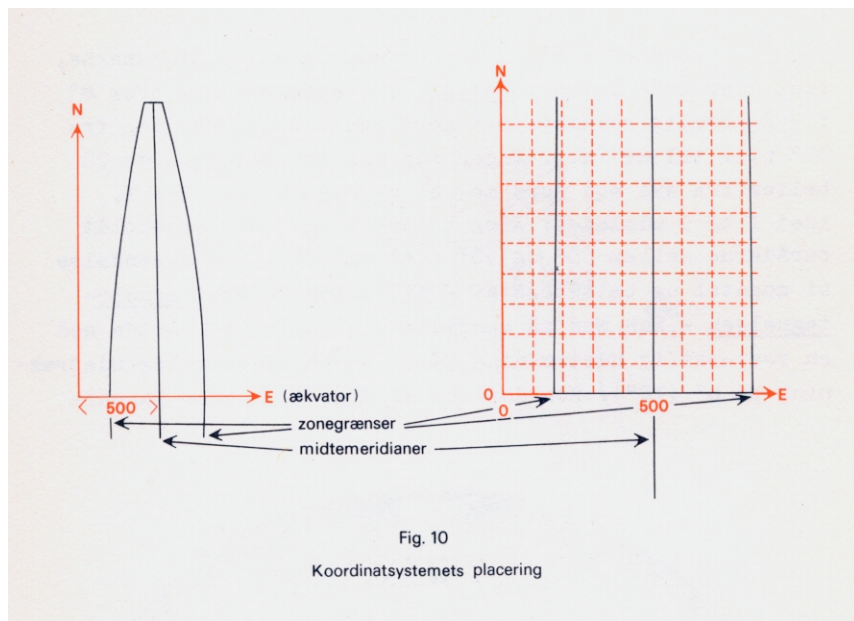


UTM-nettet

De 60 UTM-zoner, der hver spænder over 6 længdegrader, benævnes med zonetal. Således ligger zone 1 mellem 174° og 180° vestlig længde, zone 2 mellem 168° og 174° vestlig længde, etc.; herved kommer Danmark til at ligge i zonerne 32 ($6^\circ - 12^\circ$ østlig længde) og 33 ($12^\circ - 18^\circ$ østlig længde). Midtermeridianerne svarende til disse to zoner er altså henholdsvis 9° østlig længde og 15° østlig længde, medens meridianen 12° østlig længde danner zonegrænse. (Se fig. 9).



Over hver udfoldet zone placeres et koordinatsystem – UTM-nettet – med en vest-øst gående akse: E-akse (E for Easting) – sammenfaldende med ækvators afbildning, og en syd-nord gående akse: N-aksen (N for Northing) – placeret 500 km vest for og parallel med zonens midtermeridian (fig. 10). Da den største afstand fra midtermeridianen til zonegrænse er ca. 333 km (3° à ca. 111 km ved ækvator), vil N-aksen overalt ligge vest for zonen, hvorved man med den givne orientering af koordinatsystemet opnår, at alle E-værdier bliver positive. Noget tilsvarende opnår man på den sydlige halvkugle, hvor man også regner med Northing-værdier, men ikke fra ækvators afbildning, men fra en linie der ligger 10.000 km syd for og parallel med denne.



Specifikationer for UTM-Projektionen

UTM Zoner	6° i Længdegrader
Længdegrad for Origin	Central meridian for hver zone
Breddegrad for Origin	0° (Ækvator)
Enheder	Meter
Falsk Northing	0 meter for den nordlige halvkugle 10.000.000 meter for den sydlige halvkugle
Falsk Easting	500.000 meter
Skala for Central meridian	0.9996
Zone nummerering	Starter med Zone 1 centreret på 177° Vest og tælles mod øst til Zone 60 centreret på 177° Øst.
Grænser for projektionen	S80° til N84°
Zonegrænser og overlap	Zonerne afgrænses af meridianer i multiplum af 6°V og 6°Ø af Greenwich.
Reference Ellipsoide	Afhængig af region: For USA: Clarke 1866 (Undtagen Hawaii) For Hawaii: International Ellipsoide For Europa: International Ellipsoide

Korrektioner

Beregning af Skalaforhold:

$$M = \frac{0,9996}{\cos\left(\frac{E - 500}{R}\right)}$$

hvor,

E indsættes i [km]

R = jordradien sættes til 6.378

Beregningen skal foretages i Radianer.

Ved beregning af Skalaforhold for lange linier kan der anvendes Simpson's regel for 'numerisk integration' efter følgende udtryk:

$$M_{linie} = \frac{M_1 + 4 M_m + M_2}{6}$$

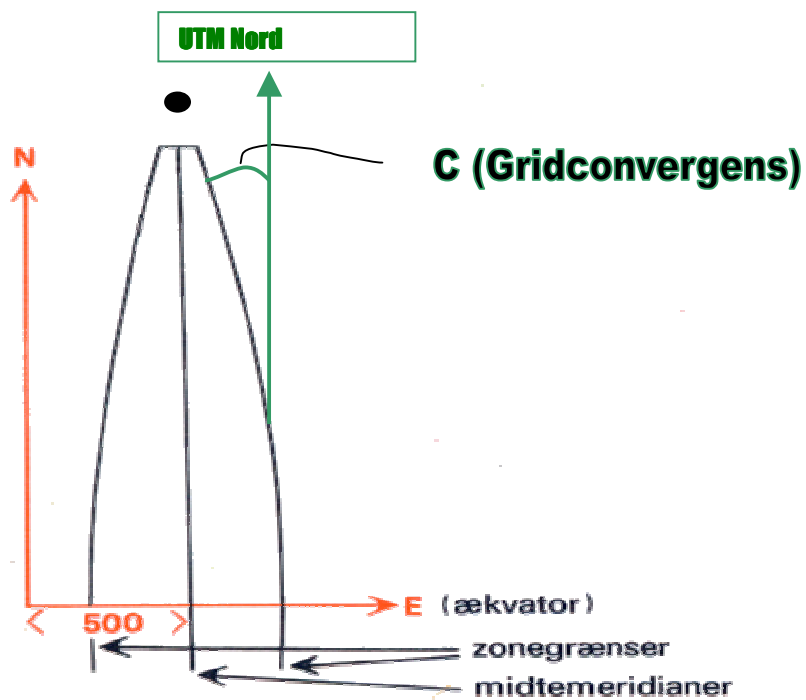
hvor,

M_1 = Skalaforholdet i liniens første punkt.

M_2 = Skalaforholdet i liniens andet punkt.

M_m = Skalaforholdet i liniens midtpunkt.

Grid konvergens



Gridkonvergens dvs. azimuten til Grid Nord, kan beregnes med følgende udtryk:

$$C = (\lambda - CM) \sin \phi$$