

UTM nettet

(Universal Transverse Mercator Grid)

i OZ1JM John Møller, Vestskellet 3, Gundsømagle, 4000 Roskilde.

Jeg har lavet et program skrevet i Borland Pascal 7.0:

Programmet omregner mellem UTM-koordinater, geografiske parametre (DecGrd, GrdMinSek) samt Locator, og beregner ud fra disse parametre Afstand/Pejling i begge retninger.

Udover UTM-Zone-koordinaterne vises også UTM-kortreferencer. UTM omregningerne gælder i dette program kun den NORDLIGE halvkugle.

Generelt

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

Projektion

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.

Mercator

De fleste søkort baserer sig på en projektion, der almindeligvis går under navnet Mercator-projektio-

nen; den har den ret specielle egenskab, at det geografiske nets linier (meridianer og parallelter) afbildes ved rette linier, der skærer hinanden under rette vinkler. Denne afbildningsform medfører, at man i Mercatorkort 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 en af kegleprojektionerne, der ikke har samme ulemper som Mercatorprojektionen, men som til gengæld ikke afbilder det geografiske net som et retlinet, retvinklet system.

Et retvinklet, 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 polar områderne) og som er på vej til at blive anerkendt og anvendt internationalt. Fordelelene herved taler for sig selv.

UTM projektionen

Af foranstående fremgår, at et net - i dette tilfælde det geografiske - meget vel kan fremstå retlinet og retvinklet i en projektion, men ikke i en anden. På samme måde vil man kunne indse, at et vilkårligt, kvadratisk net, der påtrykkes et kort baseret på en 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. Hovedparten af de danske kort er efterhånden baseret på UTM - projektionen, og der er således for disse fuld overensstemmelse mellem konstruktionsgrundlag og net.

Beskrivelse

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 Projection. UTM-projektionen er, som navnet antyder, en form for Mercatorprojektion. I den 'almindelige' Mercatorprojektion overføres punkter fra jordens overflade til en cylinder, hvis akse er sammenfaldende med verdensaksen, medens man i en transversal Mercatorprojektion har drejet cylinderaksen 90° og placeret den i ækvators plan

Den transversale cylinderprojektion, som beskrevet ovenfor, (identisk med den såkaldte Gauss-Kruger projektion) ville i princippet have samme kraftige forvanskninger som den almindelige Mercatorprojektion. For at undgå disse store forvanskninger, er UTM-projektionen på to felter yderligere modificeret i forhold til projektionen:

a) Cylinderens radius er gjort lidt mindre end jordradien; derved opstår der mellem cylinder og jordkugle to 'skæringslinier' på hver side af midtemeridianen. 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.

b) Den bedste (d.v.s. mindst forvanskede) afbildning af jordens overflade opnås i nærheden af rørlingslinien, eller som her skæringslinierne. For at udnytte dette forhold, har man i UTM-projektionen baseret sig på ikke en, men 30 placeringer af den skærende cylinder, idet der mellem to nabocylindre er foretaget en drejning af cylinderaksen på $180^\circ/30 = 6^\circ$. 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 jordkuglen afbildes på den tilsvarende zone på cylinderen, som derefter tænkes udfoldet. Det betyder, 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 polarrørerne. Bortset fra disse områder er projektionen stort set lige anvendelig overalt på jorden, hvilket retfærdiggør betegnelsen 'universal'. (Mellem 80° - 90° s.b. og 84° - 90° n.b. kan den såkaldte Universal Polar Stereographic Projection 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° v.l. o.s.v.; herved kommer Danmark til at ligge i zone 32 (6° - 12° østlig længde) og zone 33 (12° - 18° ø.l.). Midtemeridianerne svarende til disse to zoner er altså henholdsvis 9° ø.l. og 15° ø.l., medens meridianen 12° ø.l. danner zonegrænse. Over hver udfoldet zone placeres et koordinatsystem - UTM-nettet med en vest-øst gående akse - E-aksen (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 midtemeridian. Da den største afstand fra midtemeridian til zonegrænse er ca. 333 km (3° - 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 10000 km syd for og parallel med denne.

Et koordinatsystem som det her beskrevne er for så vidt tilstrækkeligt, idet ethvert punkt kan fastlægges ved dets Easting og dets Northing. Som det vil fremgå af følgende, benyttes UTM-systemet imidlertid på to måder, hvoraf den ene kræver en yderligere udbygning af systemet: Denne består i en fortsat opdeling af zonerne, idet hver zone deles i bælte, der strækker sig over 8° i syd-nordlig retning. Det nordligste bælte går dog fra 72° n.b. til 84° n.b. Inden for en zone betegnes de 20 bælte fra syd mod nord med et af bogstaverne C-X, idet I og O udelades; A og B samt Y og Z er forbeholdt områderne mellem 80° og 90° (84° og 90°). Ved anvendelse af zonetal og bæltebogstav tilsammen benævnt zonebetegnelsen - kan man på entydig vis angive et område med en vest-østlig udstrækning på 6° og en syd-nordlig udstrækning på 8° (12°). Danmark kommer derved til at ligge i området med zonebetegnelserne: 32 U, 32 V, 33 U, 33 V, idet bæltet mellem 48° og 56° har betegnelsen U, og bæltet mellem 56° og 64° har betegnelsen V. Udover en inddeling i bælte deles zonerne tillige i 100 km kvadrater, hvis begrænsende linier udgøres af koordinatssystemets 100 km linier. Hvert 100 km kvadrat benævnes ved zonebetegnelsen (f.eks. 32 U) efterfulgt af en bogstavkombination (f.eks. MJ); det første bogstav angiver kvadrats placering i vest-østlig retning (100 km søjlen), det andet placeringen i syd-nordlig retning (100 km rækken). Bogstavkombinationen fremkommer på følgende vis:

I zonerne 1, 4, 7, ..., 31, ... benævnes den 100 km søjle, der ligger mellem $E = 100$ km og $E = 200$ km (d.v.s. mellem 300 og 400 km vest for zonerens midtemeridian med bogstavet A, søjlen til højre herfor B

etc. Da zonens maksimale bredde (ved ækvator) er $2 \cdot 333$ km, vil den her være dækket af $2 \cdot 4$ søjler, hvorved H-søjlen bliver den østligste. Som man vil se, udnyttes A- og H-søjlerne ikke fuldt ud ved ækvator. Da zonerne bliver smallere mod polerne, udnyttes de yderste søjler mindre og mindre, jo længere man fjerner sig fra ækvator: Ved ca. 30° n.b.(s.b) udgår A- og H-søjlerne helt, ved 54° n.b.(s.b) udgår B- og G-søjlerne og ved 73° n.b.(s.b) C- og F-søjlerne. I zonerne 2, 5, 8, ... 32, ... anvendes søjlebogstaverne J - R (I og O udeladt), og i zonerne 3, 6, 9, ... 33, ... benyttes bogstaverne S - Z. Man vil af dette se, at zonerne 32 og 33 - hvori Danmark er placeret får søjlebogstaverne J - R og S - Z, som dog på Danmarks breddegrader reduceres til L - P, henholdsvis U - X.

På tilsvarende vis deles den enkelte zone op i 100 km rækker. Rækken umiddelbart nord for ækvator (mellem $N = 0$ og $N = 100$ km) benævnes i zoner med ulige numre med bogstavet A, rækken nord herfor med B, etc., til og med V (I og O udeladt), hvorefter der igen begyndes med A. I zoner med lige numre begynder rækken nord for ækvator med F, den næste betegnes G, etc. Også her sluttes der med V idet I og O udelades.

Systemet indebærer, at 100 km kvadrater med samme bogstavkombination i nord-sydlig retning vil have en indbyrdes afstand på 2000 m (svarende til ca. 18 breddegrader) og i øst-vestlig retning en indbyrdes afstand på 18 længdegrader.

UTM-nettet på danske kort

a) Danmark 1:50000 (2 cm kortet): Nettet består af tynde 1 km linier og noget kraftigere 10 km linier. Liniernes afstand fra E- og N-akse er anført i km i kortets rammer, idet de små tal angiver hundreder af km, de kraftige tal enere af km. Sidstnævnte angiver således afstande til 100 km kvadratets sider. For at lette brugen af kortet er de kraftige km-tal påført nogle af netlinierne inde på bladet. Som nævnt i det forrige, danner meridianen 12° ø.l. zonegrænse for de to zoner Danmark er beliggende i. De kort, der indeholder denne meridian vil have 2 net påtrykt: zone 32s net orienteret efter meridianen 9° ø.l. og zone 33s net, orienteret efter meridianen 15° ø.l. Da det undertiden kan være praktisk i nærheden af zonegrænsen at angive punkters beliggenhed i nabozonens system, er kort inden for en afstand af ca. 40 km fra zonegrænsen forsynet dels med egen zones net, dels med rammemærker for nabozonens.

b) Danmark 1:750000: Nettet består af tynde 10 km linier og noget kraftigere 100 km linier. Liniernes E- og N-værdier er anført i kortrammen; her angiver små tal hundreder af km, kraftige tal tiere af km. Et diagram i kortrammen viser zonebetegnelser og 100 km kvadrater. Kortet er det eneste, der på et blad viser UTM-nettets placering over hele Danmark.

Anvendelse af UTM nettet

UTM-nettet kan anvendes på to måder:

- ved angivelser af zonekoordinater eller
- ved angivelse af kortreferencer.

a) Zonekoordinater.

Zonekoordinater refererer direkte til den enkelte zones koordinatsystem, altså til zonens E-akse (Ækvator) og dens N-akse.

En fuldstændig zonekoordinatangivelse indledes med UTM og efterfølges af:

*Zonens nummer (f.eks. UTM33)

*E(asting), med angivelse af enhed (m) (f.eks. E320550m)

*N(orthing), med angivelse af enhed (m) (f.eks. N6180475m) + evt.

*H(eight) eller H(øjde), med angivelse af enhed (m).

Eksempel for min egen QTH:

UTM33 E320550m N6180475m H24m

E- og N-værdierne fremkommer på følgende vis:

- Bestem E- og N-værdi for det nederste, venstre hjørne af det 1 km kvadrat i hvilken punktet ligger:
E = 320000m N = 6180000m

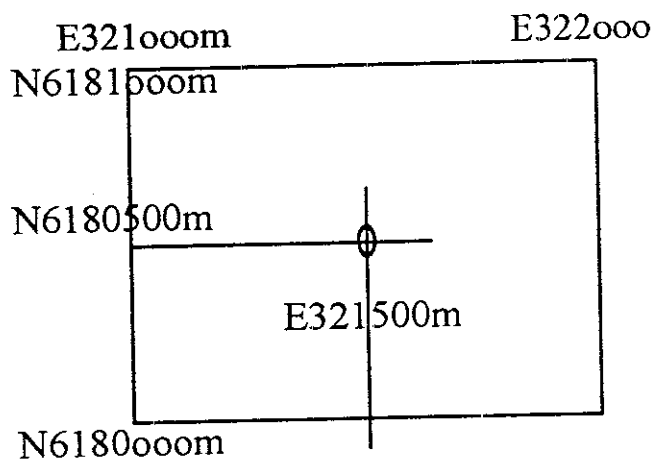
- Bestem ved udmåling i kvadratet E- og N-værdi for punktet i forhold til kvadratets nederste, venstre hjørne: E = 550m N = 475m

- Adder: E = 320550m N = 6180475m

Højden kan (med tilnærmelse) bestemmes ud fra kortets kurvebillede.

Eksempel på udmåling af position:

Positionen x = UTM33 E321500m N6180500m
(Højde ikke angivet)



UTM-systemets zonekoordinater finder især anvendelse ved beregninger i forbindelse med opmåling (landmåling), og vil da ofte ses angivet i dm, cm eller mm; f.eks. er koordinaterne for de af Kort- og Matrikelstyrelsens målte trigonometriske stationer almindeligvis angivet i cm. Er zonekoordinaterne derimod udtaget fra et kort, bør de ikke angives med flere decimaler end kortet (dets målestoks-

forhold, dets topografiske nøjagtighed, nøjagtigheden af nettets placering), og den metode og omhyggelighed, der anvendes ved udmålingen i kortet, berettiger til. Almindeligvis bør zonekoordinaterne ikke angives med større nøjagtighed, end den der svarer til ca. 0.5 mm i kortets målestoksforhold, d.v.s. 25 m i 2 cm kortet og 10 m i 4 cm kortet.

b) Kortreferencer.

En kortreference baserer sig på zonens opdeling i bæltter og 100 km kvadrater. Den består af:

- * Zonebetegnelse
- * Bogstavkombination for 100 km kvadratet
- * E-værdi (uden angivelse af enhed)
- * N-værdi (uden angivelse af enhed)

Eksempel: 32VMJ874024,

hvor 32V er zonebetegnelsen, hvor MJ er bogstavkombinationen for 100 km kvadratet. Talgruppen, der her skal læses som E = 874 hektometer (hm), N = 024 hm refererer til 100 km kvadratets sider (angiver altså afstandene fra punktet til vestlige, henholdsvis sydlige 100 km linier). De fremkommer på lignende vis, som anført for zonekoordinater:

- Bestem E- og N-værdi for det nederste, venstre hjørne af det 1 km kvadrat i hvilket punktet ligger. Anvend kun de store tal, da disse angiver afstande (i km) til 100 km kvadratets sider:

E = 870 hm N = 020 hm

- Bestem ved udmåling i 1 km kvadratet E- og N-værdi for punktet i forhold til kvadratets nederste, venstre hjørne: E = 4 hm N = 4 hm

- Adder E = 874 hm N = 024 hm

Ethvert kortblad med net viser eksempler, der kan genfindes på selve bladet. Medens zonekoordinater især finder anvendelse ved opmåling, beregning m.v., benyttes kortreferencer udelukkende i forbindelse med kort som et middel til hurtig og entydig angivelse af et objekts beliggenhed. Der er egentlig ingen regler for hvilke enheder, der skal benyttes, men for 2- og 4 CM kortenes vedkommende vil hektometeren som regel være den mindste og kilometeren ofte tilstrækkelig (i 750000 kortet henholdsvis km og 10 km).

I eksemplet kan man f.eks. anføre:

gård 32VMJ874024

hvor hektometeren vil være nødvendig for at udskille gården Ullerup fra de øvrige inden for 1 km kvadratet; men man kunne også skrive

Ullerup 32VMJ8702

og hermed give kortreferencen i km, der i dette tilfælde er tilstrækkelig, da der ikke findes andre lokaliteter inden for 1 km kvadratet med dette navn. Det skal understreges, at det er vigtigt, at 0 altid medtages som et ciffer i talgruppen. Ved korrekt angivelse af talgruppen vil denne altid bestå af et lige antal cifre, og der vil ikke kunne herske tvivl om, at første halvdel angiver Easting-værdien og anden halvdel Northing-værdien. Selv om enheden ikke anføres, kan der ikke herske tvivl om denne.

Som omtalt i et tidligere kapitel vil to 100 km kvadrater med samme bogstavkombination have en mindste indbyrdes afstand på 18°. Anvendes kortreferencer inden for mindre områder - f.eks. inden for et område på størrelse med Danmark - vil man kunne udelade zonebetegnelsen. I eksemplet vil man da kunne give kortreferencen således:

MJ874024 eller MJ8702.

Generelt

I dag er de fleste geodætiske kort fremstillet med UTM-grid, hvorfor det kan være vanskeligt at udtage en position i længde og bredde fra sådan et kort. Ved en omregning er det ikke nok at opfatte Jorden som en kugle (sphere), som man normalt gør ved almindelig navigation, men som en ellipsoide med internationale data.

I Danmark anvendes European Datum ED50 med følgende data:

- * Semi-Major Axis = 6378388
- * Eccentricity squared = 0.00672267
- * Central Meridian Mercator Scale Factor = 0.9996
- * Unit Conversion Factor = 1

Eksempel:

Egen QTH:

OZ1JM John Møller

Vestskellet 3, Gundsømagle

4000 Roskilde

Locator: JO65BR

UTM33U E320550m N6180475m H24m

UTM33U UB205804

55.735472° Nord - 12.141909° øst

55° 44m 07s Nord - 12° 08m 30s øst

Softwaren

Programmet (selvudpakkende fil - _GEO562.exe) kan fås ved fremsendelse af disk (3,5" el. 5,25") samt frankeret svarkuvert, eller kan efter forudgående aftale downloades via tlf-modem 14400 - N81 V42bis/MNP5. Programmet vil blive lagt på Hvidovre afdelingens PC'er, samt via packet uploadet til OZ6BBS, OZ9BUL samt evt. andre BBS'er. Programmet vil desuden blive sendt til EDRs Programbank øst.

Programmet er Radioamatør Freeware og må derfor frit kopieres og benyttes af radioamatører.

Ris såvel som Ros modtages meget gerne.

Jeg kan udover telefon 4678 9650 kontaktes via OZ6BBS.(OZ1JM @ OZ6BBS.KBH.SJL.DNK.EU)

Litteraturhenvisninger:

Denne artikel om UTM-nettet er baseret på informationer hentet fra informationsmateriale udgivet af

Kort- og Matrikelstyrelsens Kortdivision:

UTM NETTET Universal Transverse Mercator Grid Opbygning og anvendelse

ISBN 87 7450 041 4

