

Kp2000,- en nødvendighed eller ikke?

■ Af mag.scient. Leif Kahl Kristensen.
Institut for fysik og astronomi
llk@ifa.au.dk

Ovenstående kryptiske spørgsmål kommer vejingeniører, praktiserende landinspektører og kommunernes tekniske forvaltninger snart til at skulle tage stilling til. Kp2000 er den nye kortprojektion, som Kort og Matrikel Styrelsen (KMS) ønsker indført i stedet for teknikernes tilvante danske kortprojektion, system 1934 (S34).

Baggrunden er den revolution, der med GPS (Global Positioning System) er sket i opmålingsteknikken. I dag tilbyder firmaer udstyr, som tillader alle at finde koordinaterne af et isoleret punkt med 1 cm nøjagtighed. S34 er baseret på en 1. ordens triangulation fra 1922-34, som – selvom den for sin tid var et fremragende arbejde – ikke lever op til vore dages forbedrede måleteknik. S34 kræver derfor nu en revision.

Til teknisk brug ønsker KMS at indføre den radikalt nye kortprojektion (Kp2000). Dette system ligner på ingen måde det gamle, og koordinaterne for samme punkt er slet ikke til at genkende. Nulpunktet flyttes fra Agri Bavnehøj midt i Danmark til et sted nær Foulenzem i den centralafrikanske stat Gabon – en flytning på ca. 6000 km. Dette kræver en omfattende omlægning, idet alle gamle koordinater skal ud af skabe og skuffer og omregnes.

Der er imidlertid en mere praktisk løsning, men den ligger så snublende nær, at den åbenbart kan overses. Formålet med denne artikel er netop at gøre praktiskere opmærksomme på, at der faktisk er **alternativer** til den løsning KMS vil sælge og reklamerer for i sit brochuremateriale.

Redefinition af S34

Lad os først betragte det Sjællandske område. En GPS giver direkte UTM koordinaterne N ("northing") og E ("easting") med datum EUREF89, som også er grundlaget hos KMS. Det nye her er, at vi bruger centralmeridianen 11.81° i stedet for den af KMS tilfældigt valgte 12°. En forskydning af nulpunktet giver herefter

$$N' = N - 6028.36435 \text{ m}$$

$$E' = E - 616.77644 \text{ m}$$

De redefinerede S34 værdier Y og X fremkommer ved en skala-ændring og drejning i kortplanen:

$$Y = A N' - B E'$$
$$- X = B N' + A E'$$

med de definerende konstanter

$$A = 1.0001699$$

$$B = -0.0207759$$

Forskellen mellem de således redefinerede nye og gamle koordinater er i middel 9 cm i Y og 5 cm i X. Største afvigelse er 18 cm.

Afviselserne skyldes hovedsagelig målefejlene fra 1922-34. Centralmeridianen er her valgt gennem den gamle centrallinie for konstant målestoksforhold. Nulpunkt, skala og drejning er herefter tilpasset.

For Jylland/Fyn er centralmeridianen 9.46°875 og nulpunktsforskydningen 6034.939.33 m, 769.312.90 m og de definerende konstanter: A = 1.0002654 og B = +0.0133248. Middelfavignen er 11 cm i X og 14 cm i Y og er mere end ovenfor på grund af landsdelens større udstrækning. Den største fejl er 48 cm i Skagen.

Afgørende er her, at afviselserne er små og varierer meget langsomt. Nedenstående eksempel illustrerer dette, idet tabellen giver korrektionen til gamle værdier for at give de nye:

GI punkt	dY	dX
131-13-800	+15.9 cm	-6.7 cm
95-9-1	-5.9	+8.5
2	-6.1	+8.6
3	-7.0	+7.3
4	-5.8	+10.0
5	-6.7	+7.6
6	-6.4	+7.8
7	-5.4	+9.7
8	-5.9	+7.5
9	-4.4	+9.5
10	-5.9	+8.3
801	-7.4	+8.1
802	-5.6	+6.1
803	-5.9	+8.2
7082	-5.8	+10.0

Det første punkt 131-13-800 er Skamlingsbanken med Y = 109 973.515 og X = 261 283.004; ifølge KMS's brochurer skal det ændres til Kp2000 værdien N 6143 532.39 og E 204 150.67 – altså en flytning på 6000 km! I modsætning hertil skal den redefinerede kun flyttes 15.9 cm og -6.7 cm. De 14 punkter 95-9-.. udgør et **helt opmålingsdistrikt**. Det ses, at man i dette kan bruge en konstant middelværdi: dY = -6.0 cm og dX = +8.4 cm, i hele området. Alle kvalitetskrav angivet af Gøtø [1] opfyldes med en fejl på ± 5 cm af fikspunkterne. Korrektionerne kan derfor betragtes som konstante indenfor ret store områder.

I perioden 1970-90 blev GI fikspunkterne revideret [1]. Ændringerne var typisk omkring 10 cm, men kunne komme op på 40 cm og enkelte steder mere. En overgang til et forbedret og GPS orienteret S34 system vil svare til en lignende korrektion. Der foreligger således allerede erfaringer for, hvorledes en sådan mindre revision kan håndteres.

Den praktiske indførelse af det nye system

Lad os nu antage, at man vil købe en GPS, og har bedt sælgeren om at indtaste ovenstående lineære transformation. Hvis han siger, at dette ikke kan lade sig gøre, begiver man sig straks hen til en konkurrerende leverandør! Da skel og nedgravede ledninger er angivet i det gamle S34 må man kende korrektionerne dY og dX for at udnytte GPS. Da korrektionen er konstant i et større område er nogle få GPS målinger af veldefinerede punkter i det relevante område tilstrækkeligt til at bestemme korrektionen. Disse tilknytningspunkter kunne være KMS's fikspunkter, men behøver ikke nødvendigvis at være det.

Den langsomme variation af korrektionen over et stort område er den afgørende forskel mellem Kp2000 og det reviderede

S34. Det er først og fremmest fordi Kp2000 er drejet vilkårligt og har et andet målestoksforhold end S34, at dette system er mindre hensigtsmæssigt.

Fordele ved det redefinerede S34

- 1) En fordel ved en lille forbedring af S34 frem for indførelsen af den vilkårlige projektion Kp2000 er, at man i mange situationer helt kan se bort fra forskellen mellem de to systemer. I dette tilfælde mærkes ingen forandring, og der kræves ingen omlægning eller efteruddannelse. Det gælder for eksempel i alle situationer, der kunne beskrives ved kort i målestok 1:4000 eller mindre.
- 2) På grund af den trivielle overgang ved en lille konstant korrektion kan de to systemer benyttes sideløbende. De nye koordinater kan for eksempel mærkes med - (minus) foran X-værdien. Gennem årene vil der gradvist ske en overgang til et sædvanligt højrekoordinatsystem.
- 3) Det nye system kan indføres lokalt og gradvist efterhånden som GPS instrumenterne bliver til rådighed. At der i to nærliggende distrikter arbejdes uafhængigt af hinanden betyder ikke, at systemerne er lokale. I grænsen og overlappende områder er resultaterne identiske, da systemet er landsdækkende. De reviderede koordinater kan frit udveksles.
- 4) Fremtidige ændringer af ellipsoiden vil ikke kræve nye omlægninger. På grund af den lange bue fra Danmark til ækvator skal N i Kp2000 ændres ca. 1 m hvis ellipsoiden ændres 1 m. For et lokalt dansk system, som ovenstående, vil ændringen være mindre end 1 m. I første tilfælde kræves en revision medens det i andet tilfælde kan ignoreres. En lignende situation haves i dag i ændringen i UTM koordinaterne på ca. 200 m ved overgangen fra European Datum 1950 til

EUREF89. Stabiliteten og kontinuiteten af lokale systemer er indlysende.

- 5) Omregning ved polynomier af høj grad undgås. Da disse polynomier skal dække et stort område, vil for eksempel den store fejl i Skagen få en effekt i alle andre områder. Der tales her om fejl af størrelsesorden 1-2 cm.

Ved den af Gøtø [1] omtalte udjævning fastholdtes de gamle 1. ordens triangulationspunkter. Ved Kp2000 ser det ud til at være en gentagelse, men med ca. 100 GPS målte punkter fastholdt i stedet [2]. Ved fortætningen til de 35.000 GI punkter – for slet ikke at tale om de 320.000 MV punkter – er der i det væsentlige brugt de samme observationer. Kp2000 er altså ikke baseret på en reel nymåling, hvilket ville have været det ideelle. De samme lokale fejl går således igen i både S34 og Kp2000.

Hvis KMS's S34 og UTM32 koordinater for GI punkterne er resultatet af to forskellige udjævninger, giver det anledning til inkonsistenser ved anvendelse af omregningsproceduren baseret på polynomier. Det vil vise sig som en forskel for et GI punkt og et nærliggende punkt.

- 6) Lokale målinger med GPS af tilknytningspunkter er det nærmeste man kommer til en total nymåling af nettet. Egentlige nymålinger af hele referencenettet vil næppe kunne forventes i fremtiden – hvem vil bruge et fikspunkt i et ubekvent beliggende krat, hvis man i stedet kan bruge en GPS observation midt i den udstykning, man er i gang med?
- 7) Selvom det over for fagkyndige skulle være overflødigt, skal det for en sikkerheds skyld pointeres, at alle de fortræffeligheder, som fremhæves for Kp2000, også gælder for det her foreslåede. Det drejer sig om at projektionen er konform, er matematisk veldefineret, geocentrisk og kan omregnes til de internationale UTM systemer uden nøjagtighedstab.

Det ville være velegnet som primær basis for danske koordinater, sådan som S34 var det tidligere. Dette ville være den bedste sikring mod fremtidige ændringer. Som nævnt må Kp2000 i sin nuværende form ændres, når der i fremtiden indføres en ny ellipsoide.

- 8) Løsningen er så simpel, at den kan indføres lokalt og uden assistance udefra. Man må i sådanne forbindelser altid overveje, om udbydere af servicedydelser kunne tænkes have et økonomisk incitament til at skabe kunstige behov – med det vel overståede "år 2000 problem" i frisk erindring.

- 9) Arkiverede data og kort vil i fremtiden umiddelbart kunne tolkes og anvendes. Indarbejdede procedurer for retnings- og afstandskorrektioner modificeres ganske lidt.

Til slut skal nævnes, at GPS egentlig giver 3-dimensionale koordinater. Et punkt nedfældes imidlertid på en konventionel referenceellipsoide, og fodpunktet afbildes i kortplanen. Afstanden fra punktet selv til fodpunktet på ellipsoiden indeholder information om højden. Denne information er helt uafhængig af, hvilken kortprojektion der bruges. Højdesystemet eller bedre geopotential, som bestemmer, hvilken vej vand løber, og som er helt uafhængig af ellipsoiden, behandles ikke her, hvor emnet kun er kortprojektioner.

Referencer:

- [1] A. Gøtø: Nykoordinering af planfikspunkter. Dansk Vejtidskrift 12 • 1990 s. 8 - 12.
- [2] S. Stampe Villadsen: GeoInfo 23 • 2001 s. 14 - 15. (<http://www.geoinfo.dk/vw/geoinfo/geoinfo23.htm>)

Ministerielle afgørelser:

Om tvungen registrering af ledninger

Vejdirektoratets brev af 9. februar 2001 (j.nr. A01- D0301-01)

I brev af 15. december 2000 har kommunen spurgt, om det er lovligt, og i givet fald med hvilken hjemmel, dels at stille krav om registrering af ledninger i forbin-

delse med meddelelse af en gravetilladelse, dels at stille krav om registrering af eksisterende ledninger.

Vejdirektoratet kan på den baggrund oplyse, at kommunen efter direktoratets opfattelse kan stille krav om registrering af nye ledninger i en særlig database som et sagligt vilkår i forbindelse med meddelelse af en gravetilladelse efter vejlovens § 101 og 106.

Det bemærkes dog, at der ikke er hjem-

mel til at kræve, at der oprettes en database. Kravet kan således alene stilles med henblik på registrering i en allerede eksisterende database.

Der er heller ikke hjemmel til at stille krav om, at ejere af eksisterende ledninger skal lade disse registrere, medmindre der i gravetilladelsen er taget forbehold herfor.

Kp2000,- en nødvendighed!

■ Af Henrik Vad Jensen,
landinspektør i Vejdirektoratet

■ Torben W. Rasmussen,
landinspektør i Vejdirektoratet

Som brugere af positionerings- og navigationssystemer samt kortprojektioner i Danmark tager vi afstand fra Leif Kahl Kristensens argumentation og pointer for bevarelse af det alternative System-34.

Mag.scient. Leif Kahl Kristensens indlæg i dette nummer af "Dansk Vejtidskrift" er hans 4. forsøg på mobilisering af interesse for bevarelse af System-34.

Vores holdning kan afspejles i det svar landinspektør Lars Nielsen gav på Leif Kahl Kristensens læserbrev den 30/3-2001 i fagbladet "Ingeniøren".

I øvrigt henvises til "Dansk Vejtidskrift" juni/juli 1999 nr. 6/7 hvor Kp2000 (i artiklen omtalt som DTM) i korte vendinger beskrives. For videre information henvises i øvrigt til www.kms.dk/geodata/geodaetiske/

Lars Nielsens svar i "Ingeniøren" den 30/3-2001 gengives her med forfatterens tilladelse.

Ikke så enkelt endda

- Indlæg af Landinspektør Lars Nielsen, bragt i "Ingeniøren" 30/3-2001

Leif Kahl Kristensen (LKK) undlader behændigt i sit læserbrev i Ingeniøren 11/2001 at nævne, at han både har fremført sine idéer to gange i opmålingsbranchens eget månedsblad GeoINFO (<http://www.geoforum.dk/geoinfo/geoin->

[fo22.htm](#) og [geoinfo23.htm](#)) og løbende har haft brevveksling med den relevante geodæt hos KMS uden at vinde gehør for sine ideer hos nogen af disse. Han appellerer nu tilsyneladende til en bredere kreds med sit læserbrev til Ingeniøren.

Men selvom diskussion altid er godt, så er der her fare for, at de reelle aspekter overskygges af letkøbte pointer, som udenforstående kan have svært ved at vurdere validiteten af. For uanset hvordan det udlægges i LKK's læserbrev, så er spørgsmålet om Kp2000 hverken at sammenligne med et valg mellem millimeter- og logaritmepapir eller et valg mellem meter og fod. Både det gamle og det nye koordinatsystem er i teorien meterbaserede præcisionssystemer.

Problemet er, at det gamle system i praksis fungerer som et bulet gulvtæppe, som man prøver at lægge et plant præcisionskort ovenpå. Lokalt går det (med hjælp fra hammer og søm) helt fint, men som helhed fungerer det ikke. Ligeledes egner System34 sig slet ikke til moderne opmåling med f.eks. GPS, der netop ikke mere er lokal, men typisk dækker større områder.

Globaliseringen indebærer jo netop, at man ser tingene i større og større sammenhænge, hvor vi ikke mere kan svælge os i lokale særheder, men må lave veldefinerede systemer, der kan anvendes vidt og bredt. At snakke om et "nulpunkt (der) flyttes tusinder af kilometer" som noget nær en katastrofe er ren demagogi, da den numeriske enhed jo er ret underordnet. Faktisk vil markante ændringer i koordinatværdierne i stedet være en kæmpe fordel, da det så er indlysende om en koordinat hidrører det ene eller det andet system. Hvis forskellen derimod er under en meter, så er forvekslings- og dermed fejlmulighederne kraftigt forøget. Og med computerens fremmarch er den ene koordinatværdi jo ligeså god som den anden, blot resultatet er anvendeligt i praksis.

At KMS med Kp2000 initierer en omfattende omlægning er modigt og visionært. Eneste anke mod KMS måtte være, at det tværtimod kommer for alt sent. Det er mindst 10 år siden, at fastholdelsen af System34 i Danmark på trods af GPS-systemets fremmarch blev direkte pinlig.