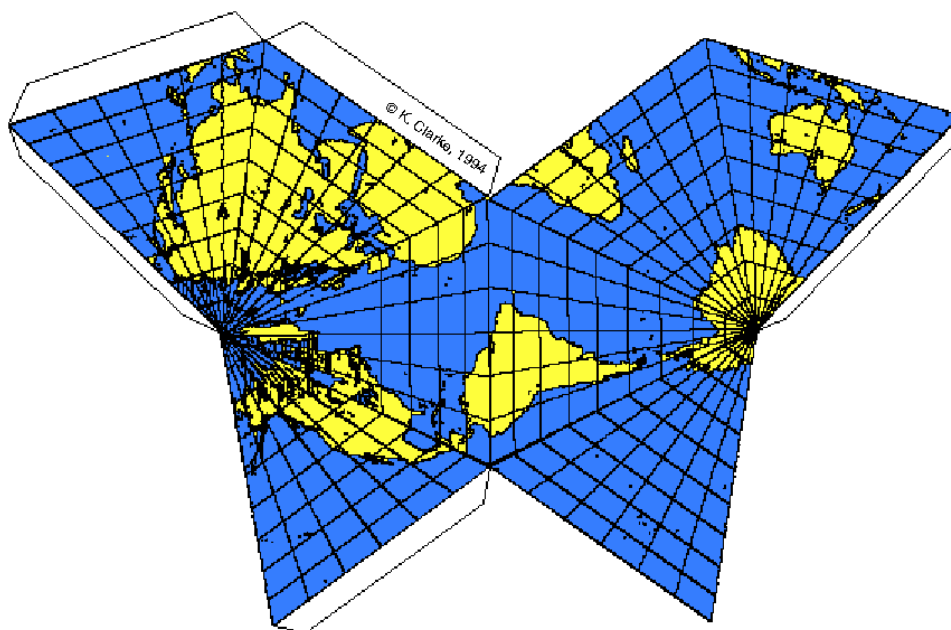




PM VERSION 4

2001-05-03

Ny kartprojektion - en förstudie



Lars Engberg

Lantmäterivet Landskaps- och fastighetsdata Geodesi Lantmäterivet 80182G ävle
Besök: Lantmätargatan 2 Tel. växel: 026-63 3000 Tel. direkt 026-63 3037 Fax: 026-61 06 76
E-post: lars.engberg@lm.se Mobil: 070-667 86 04

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Inledning	6
Kartprojektioner, allmänt	6
Användningsområden	7
<i>Samhällsbyggnad</i>	7
<i>Topografisk kartläggning</i>	8
<i>Kartor för redovisning av statistik</i>	8
<i>Andra kartor</i>	8
I Sverige tidigare använda projektioner	8
<i>Tidigare ställningstaganden och modifieringar</i>	9
Tänkbara val av kartprojektion i Sverige	11
Referenssystem	11
Kartprojektion nationellt	12
<i>Kombinationen av projektion och bladindelningssystem</i>	13
<i>Tänkbara val av projektion</i>	14
<i>Kommentarer om följder</i>	16
Kartprojektion lokalt	18
<i>Olika zombredder</i>	18
<i>Tänkbara zonindelningar</i>	19
Övrigt	20
Byte av referenssystem	21
<i>Nationellt</i>	22
<i>Lokalt</i>	23
Projektions- och koordinatberoende verksamheter	24
Inventering	24
Övriga synpunkter	26
Omvärldens val	27
Norden	27
Europa i övrigt	28
Bilaga 1: Om kartprojektioner	30
Egenskaper	30
Indelningsgrunder	31
Äldre projektioner	32
Bilaga 2: Sammanställning av inventeringar	34
Sammanställda svar från division F.	34
Sammanställning av svar från Metria	40
Sammanställning av svar från LF-data	42

Sammanfattning

I framtiden kommer flertalet samhällssektorer att kunna dra nytta av geografisk information för rumsliga analyser. Med hjälp av satellit-teknik (GPS etc.) eller mobiltelefoni kommer även privatpersoner i stor utsträckning att kunna bestämma sitt läge i ett geodetiskt referenssystem, vilket betyder att övrig information, som är intressant, också bör finnas lägesbestämd i samma system. Enhetlighet blir en efterfrågad egenskap.

Vi blir också mer och mer beroende av vad som sker utanför landets gränser. Behovet av att sammanställa geografisk information inom Europa är redan idag påtagligt (CORINE, SABE etc.) och kommer med all säkerhet att öka i framtiden. Samordningsbehovet är också stort inom landet bl.a. för att möjliggöra en utväxling av kommunal och statlig information (t.ex. "registrering vid källan").

Denna rapport redovisar resultatet av en förstudie med anledning av bl.a. uppdraget i årets regleringsbrev att "redovisa hur en övergång till ett enhetligt nationellt referenssystem för lägesangivning skall genomföras". För praktiska tillämpningar måste även en lämplig kartprojektion väljas. Arbetet har bedrivits i två delprojekt, val av projektion och inventering av berörda verksamheter inom Lantmäteriet.

Förstudien visar att en ny kartprojektion för såväl nationellt som lokalt behov skall vara av typen Transversal Mercator. Vidare, beträffande den nationella projektionen, kan sägas att det inte finns några större projektionstekniska skillnader mellan de olika tänkbara alternativ som diskuterats. Det är således andra överväganden som kommer att fälla avgörandet vid det slutliga valet av kartprojektion.

Nationell lösning

De alternativa lösningar för nationell användning som pekas ut i förstudien är

- införande av en helt ny projektion
- en anpassning till nuvarande system

Även om kostnadsbilden för respektive alternativ inte speciellt studerats i förstudien indikerar resultatet av verksamhetsinventeringen att ett införande av ett helt nytt system initialt medför högre kostnader än alternativet med anpassning till nuvarande system. Därmed är det inte givet att totalkostnaden, sett över en längre period, 10 till

20 år, skiljer sig mellan alternativen. Det finns alltså anledning att vidare studera hur kostnadsbilden för de alternativa vägarna ser ut.

I det fortsatta arbetet med underlag för beslut om kartprojektion till det nya referenssystemet SWEREF 99 måste såväl olika användargrupper som Lantmäteriet ytterligare studera konsekvenserna av de föreslagna alternativen.

Lokal lösning

Den projektion som väljs för lokala tillämpningar kan vara helt fristående från den nationella projektionen; det gemensamma referenssystemet ger ett tillräckligt samband.

För lokala (kommunala) tillämpningar föreslås, i likhet med situationen idag, ett system med projektionszoner. Zonindelningen skulle med vissa tekniska begränsningar kunna anpassas till befintliga regionala strukturer. Hur, i detalj, detta system skall utformas i detalj måste diskuteras med företrädare för såväl landets kommuner som andra användare av "storskalig" information.

Inledning

Här föreliggande rapport redovisar resultatet av förstudien med anledning av bl.a. uppdraget i årets regleringsbrev att "redovisa hur en övergång till ett enhetligt nationellt referenssystem för lägesangivning skall genomföras".

Lägesangivning i ett referenssystem görs primärt med hjälp av latitud och longitud. För kartografiska och andra tillämpningar måste även definieras hur den krökta jordytan skall avbildas på ett plan, d.v.s. vilka kartprojektioner som skall tillämpas. Varje enskild kartprojektion ger upphov till ett separat koordinatsystem av plana koordinater (x,y).

Förstudien har därför bedrivits i två delprojekt, val av projektion och inventering av berörda verksamheter inom Lantmäteriet (en inventering av berörda verksamheter utanför Lantmäteriet behöver ske senare).

Rapporten inleds med några kommentarer kring projektioner i allmänhet. Därefter redovisas diskussionen kring tänkbara val både nationellt och lokalt. I påföljande avsnitt redovisas resultatet av inventeringen. och ges även mer generella synpunkter på ett byte av kartprojektion. Avslutningsvis ges några glimtar från vår omvärld.

Kartprojektioner, allmänt

Varje avbildning av den buktiga jordytan på ett plan inför förvrängningar - projektionsfel. Ju större område som skall avbildas desto större blir felen. För allmän kartläggning av Sverige har de senaste 50 åren tillämpats ett enda gemensamt projektionsplan. Att tänka sig att tillämpa ett gemensamt projektionsplan för hela Europa eller ens Norden är orealistiskt. Innebörden av detta är att även om hela Europa använder ett och samma referenssystem så kommer projicerade koordinater som används för praktiskt bruk i respektive land inte att tillhöra ett gemensamt europeiskt koordinatsystem eftersom det inte går att samordna de olika ländernas projektionsplan.

I bilaga ("faktaruta") lämnas allmänna uppgifter om kartprojektioners egenskaper och olika former av projektioner. För det område som förstudien avser, nämligen nationell och lokal kartläggning i Sverige, är det emellertid genom internationell geodetisk praxis väl etablerat att en konform (vinkelriktig) projektion bör användas. Så har redan skett i Sverige sedan 1800-talets början Först genom *Spens projektion*, vid 1900-talets början infördes *Gauss konforma projektion*,

numera oftast benämnd *Transversal Mercator* (TM), i Sverige har också namnet *Gauss-Krügers projektion* använts. Denna projektion används i rikstäckande kartläggning med ekonomiska kartor sedan 19?? och topografiska kartor sedan 1945 (?).

Användningsområden

Vid användningen av projektioner för olika, kartografiska och geodetiska, tillämpningar och skalområden anpassas projektionerna genom olika val av parametervärden och geografiskt täckningsområde. För en svensk nationell nivå bör projektioner för *samhällsbyggnad* (storskaliga kartor etc.) och *rikstäckande geografisk information* särskilt beaktas.

En aspekt som ofta är avgörande för val av kartprojektion är att projektionsfelen¹ blir små, och om möjligt omärkliga vid kartans användning. Det är även väsentligt att projektionssättet är enkelt.

Samhällsbyggnad

För användning inom samhällsmättningsområdet, d.v.s. för storskalig kartläggning, bör kartprojektionen baseras på följande:

- a) Projektionsmetoden skall vara vinkelriktig.
- b) Ett till ett förhållandet mellan den avbildade ytan och projektionsplanet skall kunna uttryckas i matematiska formler med angiven noggrannhet.
- c) Projektionsfelen (förvrängningarna i riktning och i längd) skall vara enkla att beräkna.
- d) Modelljorden skall vara en rotationsellipsoid snarare än en sfär.

Uppfyller projektionsmetoden ovanstående kan den användas såväl vid koordinatberäkningar i planet som för framställning av grafiska kartor.

Den vanligaste projektionsmetoden i dessa sammanhang är *Transversal Mercator*, i vilken projektionsfelen växer i öst-västlig riktning med avståndet från medelmeridianen. För att tillgodogöra sig fördelarna med denna projektionsmetod bör därför användningsområdets öst-västliga utsträckning begränsas.

¹ Termen projektionsfel är delvis missledande, eftersom det som åsyftas är den förvrängning som (matematiskt) uppkommer till följd av projektionsmetoden och alltså är en väl känd funktion.

Topografisk kartläggning

För topografiska kartor är vinkelriktighet (konformitet) kartprojektionens viktigaste egenskap. Detsamma gäller kartor för navigation (sjökort) och för användning inom artilleriet.

Kartor för redovisning av statistik

För redovisning av statistiskt material kan ytriktiga projektioner vara att föredra. Avgörande är hur stora avvikelser som kan tolereras. För det mesta är på nationell nivå (område av Sveriges storlek) sannolikt vinkelriktiga projektioner användbara. Nuvarande plana koordinatnät (rikets nät) har fullt ut accepterats för statistiska ändamål. – När det gäller större områden (världsdels- eller subkontinentnivå samt globalt) är ytriktiga projektioner att föredra².

Andra kartor

Några andra former av kartor som kan nämnas är t.ex. flygkartor, pejkartor samt kartor över polarområden. I dessa fall används också projektioner med särskilda egenskaper.

I Sverige tidigare använda projektioner

Svensk allmän kartläggning har sedan 1800-talets början utförts i flera olika kartprojektioner och valen av dessa har som regel skett i samband med att nya, stora kartläggningsinsatser påbörjats, ofta med organisatorisk uppbyggnad av större kapacitet för kartläggningsarbetet. I början av 1800-talet inleddes topografisk kartläggning (sedermera "generalstabskartan") och för denna infördes *Spens projektion*. När kartläggningen under 1800-talets senare del började i Norrland valdes en annan projektion (polykonisk).

I början av 1900-talet infördes Gauss konforma projektion tillsammans med ett system av s.k. *projektionszoner* för storskaliga mätningföretag. Indelningen i projektionszoner innebär att samma projektion tillämpas för en serie av medelmeridianer. Denna Gaussprojektion (Gauss konforma, Gauss-Krüger) började även användas för riktäckande kartläggning i samband med att ny ekonomisk karta (1:10 000) började produceras under 1940-talet och därpå följdes av en ny topografisk karta i 1:50 000.

² Frågan om val av kartprojektioner i sådana sammanhang ligger utanför förstudiens område.

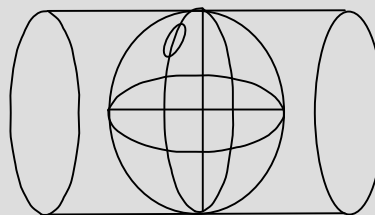
De äldre projektioner som användes för generalstabens karta har idag ingen egentlig användning. Uppgifter om äldre och nuvarande projektioner finns i Lantmäteriets rapportserie, I. Ussisoo, *Kartprojektioner*, 1977.

Transversal Mercator (Gauss-projektionen) har blivit starkt dominerande i kartläggningen allt sedan 1940-talet.

Mer om Gauss-Krügers projektion

Kring förra sekelskiftet förändrades delvis mätningstekniken, och användning av koordinater (numerisk metod) fick större betydelse gentemot äldre mätmetoder (grafiskt med mätbord). År 1903 inleddes även en ny triangulering av landet (som kom att pågå fram till 1951). Till denna valdes Gauss konforma projektion för beräkningen av trianguleringen och senare, genom införandet av 1920 års mätningförfordning, även för lantmäteriets arbeten. Förutom valet av projektionen valdes även jorddimensioner enligt Bessel, bl.a. för att det fanns publicerade tabellverk.

Denna Gauss projektion är en Transversal Mercator-projektion ursprungligen beskriven av Lambert för projektion av en sfär. Senare generaliserad för en ellipsoid av Gauss, som använde den vid Hannovers uppmätning. Formelsambanden har vidare utvecklats av Krüger.



En projektion av denna typ passar mycket bra för Sverige med sin stora utsträckning i nord-sydlig riktning. Genom förhållandevis enkla formler kan mätningdata överföras från ellipsoiden till ett plan och beräkningen av triangelnätet kan alltså ske i detta plan vilket i allra högsta grad underlättade arbetet. Triangelpunkternas koordinater ges i ett rätvinkligt x, y-system och kan direkt utsättas på kartan.

Tidigare ställningstaganden och modifieringar

Kartverket (RAK) beslöt 1938³ att koordinatberäkning och bladindelning för ekonomiska kartan skulle utföras i koordinatsystem 2,5^c W (2,5 gon V) för hela Sverige utom Gotlands län samt Väster- och Norrbottens län öster om meridianen 0 gon. I de undantagna områdena skulle för Gotlands del systemet 0 gon och för de övriga delarna systemet 5 gon O tillämpas.

³ Utdrag av protokoll fört vid sammanträde i rikets allmänna kartverk den 20 januari 1938.

År 1945 beslöt RAK⁴ att endast ett enda, för hela riket gällande, projektionssystem med medelmeridianen 2,5 gon V skulle användas. Detta system har allt sedan dess använts för både koordinatberäkning och underlag till bladindelning för såväl topografiska som ekonomiska kartan.

Utan byte av projektionsmetod har under årens lopp ett flertal förändringar införts. Den mest genomgripande förändringen var införandet av resultatet av den tredje rikstrianguleringen, RT 90. Införandet av RT 90 har inneburit en successiv förbättring av geometrin i den allmänna kartläggningen som Lantmäteriet svarar för. Vidare har även andra användare med behov av hög geometrisk kvalitet över större områden dragit nytta av införandet, t.ex. Sjöfartsverket och Banverket.

För Lantmäteriets del infördes RT 90, i praktiken, i två steg innan det fick fullt genomslag:

- I ett första steg infördes RT 90 som officiellt system istället för RT 38 utan att ett regelverk för hur systemet skulle nyttjas för att den förbättrade geometrin skulle utnyttjas. Efter problem med noggrannheten i blocktrianguleringar i samband med den allmänna kartläggningen konstaterades att användning av stompunkter med ursprung från RT 38 ej fick användas.
- I ett andra steg utformades därför regler för att all stommätning, såväl geodetisk som fotogrammetrisk, för den allmänna kartläggningen skulle ha sitt ursprung i s.k. A eller B-punkter i RT 90. Sedermera tilläts även GPS-mätning mot referensstationerna i SWEPOS om SWEREF 93 och de officiella transformationsbanden till RR 92 utnyttjades.

De databaser och kartor som baseras på mätningar efter detta andra stegs genomförande i början 1990-talet, kan sägas vara av någorlunda enhetlig kvalitet i RT 90, åtminstone de detaljer som är mätta fotogrammetriskt. Fortfarande förekommer dock rättningar av data som har sitt ursprung i digitaliserade ekonomiska kartor i RT 38, projektet DAX som innebär förflyttning av fastighetsbilden med hjälp av bl.a. ortofoton är exempel på detta.

⁴ G.A. Rune: *De vid Rikets Allmänna Kartverk använda kartprojektionerna*. Globen 1947 nr 5.

Tänkbara val av kartprojektion i Sverige

Bakgrunden till att frågan om kartprojektioner aktualiserats är behovet av nytt gemensamt referenssystem bl.a. med anledning av att GPS-metoder tagits i anspråk. Inom Europa pågår införande av och övergång till det globalt anpassade europeiska systemet ETRS 89. En expertgrupp inom EU har rekommenderat kommissionen att anta ETRS 89 (EUREF89) som system för all lägesbunden information.

Referenssystem

Lantmäteriet avser att (under 2001?) ersätta SWEREF 93 med ett motsvarande referenssystem, kallat SWEREF 99 som *geodetiskt referenssystem*. Med sin globala anpassning och höga interna noggrannhet är systemet också väl lämpat att utgöra grunden för den framtida mättings- och kartläggningsverksamheten i Sverige.

SWEREF-systemen (93 och 99) använder *geodetiska koordinater* vilka uttrycks i latitud, longitud och höjd, och som definierar systemet relativt en s.k. referensellipsoid. Sådana geodetiska koordinater (latitud, longitud) är mindre lämpade för praktisk verksamhet. För att tjäna detta syfte måste till SWEREF 99 knytas ett system av kartprojektioner.

Dessa kartprojektioner kan bli ersättning för (bland annat) RT 90 och de sex projektionszoner som används idag.

Ett byte av referenssystem, d.v.s. övergång från dagens (Bessel-) system till SWEREF 99 som bas för all lägesredovisning i landet skulle medföra att koordinater, teoretiskt, i framtiden kan omvandlas felfritt mellan olika kartprojektioner och olika koordinatsystem.

För den nationella kartläggningen innebär bytet till SWEREF 99 att informationen sammanställs och lagras i enlighet med de rekommendationer för utbyte av geografiska data som utfärdats inom EU. Samma förhållande råder även i våra nordiska grannländer.

Den lokala mätningen bedrivs i stor omfattning med användande av kommunala koordinatsystem. Införandet av SWEREF 99 erbjuder en möjlighet att sammanföra alla dessa lokala system till ett gemensamt geodetiskt grundlag. För samhället i stort är en sådan utveckling önskvärd. Men även för den enskilda kommunen kan fördelarna som uppnås i ett långsiktigt perspektiv väl kompensera för de kostnader som uppstår i ett initialskede.

Genom en övergång till ett enhetligt gemensamt referenssystem för såväl nationella som lokala tillämpningar ges förutsättningar för en

minimering av antalet i bruk varande koordinatsystem. Därtill ges även goda förutsättningar för ett smidigare och därmed mindre kostnadskrävande datautbyte.

När det gäller byte av referenssystem kan sägas att här föreligger inte någon valsituation. Om ett byte skall ske, bör det rimligen ske till SWEREF 99. Många faktorer talar för att bytet av referenssystem bör ske så fort som möjligt. Enligt rapporten "Ökad användning av geografisk informationsteknik" utgör bristen på enhetligt referenssystem i Sverige ett hinder för ökat utnyttjande av geografisk information. Åtgärder som – registrering vid källan – torde väsentligt underlättas med ett enhetligt referenssystem. Ett eventuellt införande av "koordinater med rättsverkan" på framtida förrättningar kommer också att ställa högre krav på såväl enhetlighet som hög geometrisk kvalitet; krav som skulle kunna uppfyllas av ett nytt enhetligt referenssystem.

Inom överskådlig framtid kommer motsvarande förändringar att ske beträffande höjdsystem och geoidhöjdsystem.

Kartprojektion nationellt

Den projektion som använts i Sverige sedan 1900-talets början är som tidigare nämnts *Gauss konforma projektion* i dess variant *Gauss-Krügers projektion*. En internationell motsvarighet är Transversal Mercator (TM) liksom UTM-systemet (*Universal Transverse Mercator*). UTM är ett globalt utformat projektionssystem som delar in jorden i 60 projektionszoner. Sverige berörs av tre av dessa, nämligen zonerna 32, 33 och 34. Vissa modifieringar finns för polartrakterna och nordliga breddgrader. Till systemet hör ett regelverk för lägesangivning baserat på en rutindelning. UTM har tidigare tryckts som rutnät i den topografiska kartan över Sverige.

Skillnader mellan de nämnda varianterna av projektionen härrör mest från den matematiska behandlingen av det formelsystem som behövs. Ur praktisk synpunkt ger de samma resultat.

Förutom projektionens matematiska formulering (för övergången från latitud och longitud till koordinater x , y) utgör särskilda *projektionsparametrar* det som särskiljer i tillämpningen mellan olika stater. Dessa är valet av *jorddimensioner* och av *medelmeridian*. Vidare används s.k. x - och y -tillägg för koordinaterna.

En nationell kartprojektion skall huvudsakligen användas inom landets gränser och även tjäna många syften. Vid såväl topografisk som ekonomisk kartläggning är det brukligt att prioritera kravet på vinkelriktighet. Kravet på enkel hantering medför att projektionsmeto-

den bör ha stor spridning och kunna implementeras i kommersiella programvaror. Vid valet av projektionsmetod för ett område måste även hänsyn tas till dess storlek och form, vilken för Sveriges del är långsträckt i nord-sydlig riktning.

Utan att gå in på tekniska detaljer kan konstateras att den projektionsmetod, Transversal Mercator (TM), som, för geodetiskt bruk, använts i Sverige under de senaste hundra åren, uppfyller kravet på vinkelriktighet och även från andra synpunkter ter sig väl lämpad. En sådan synpunkt värd att påpeka är, som tidigare sagts, att Sveriges förhållandevis stora yta är utsträckt i nord-sydlig riktning. Om landet däremot varit långsmalt i öst-västlig riktning, så hade projektionskorrektionerna blivit besvärande stora och förmodligen en annan kartprojektion valts.

De parametrar som beskriver en Transversal Mercator-projektion är medelmeridian (λ_0), skalreduktionsfaktor (k_0) vartill kommer så kallade x- och y-tillägg. Genom att variera dessa parametrars värden erhålls olika avbildningar av referensellipsoiden, och därmed varierande projektionsfel.

x- och y-tilläggen används för att ge koordinatvärden av lämplig numerisk form, t.ex. så att x- och y-värden alltid har skilda belopp och att alla värden är positiva inom kartläggningsområdet.

Kombinationen av projektion och bladindelningssystem

En kartprojektion kommer till uttryck förutom i hur väl avbildningen sker (förvrängningar m.m.) även i valet av medelmeridian som ofta är helt avgörande för kartsystemets design och styr *bladindelningssystemet*.

I samband med tillkomsten av RT 38 och de inledande arbetena med ny ekonomisk karta (från mitten av 1930-talet) och försöksarbeten med ny topografisk kartan (från mitten av 1940-talet) etablerades den nu allmänt använda indelningen av kartbladen efter ett system av *storrutor* och *smårutor* (50×50 km resp. 5×5 km).

Blad- eller rutindelningen har under de år som gått befunnits användbar i många tillämpningar och används fortfarande. Likaledes har möjligheten att för hela landet tillämpa ett "plant" koordinat-system utnyttjats i många sammanhang. Bland annat har en stor mängd statistiska tillämpningar byggts på att Sverige kunnat avbildas i ett regelbundet rutnät där särskilt grundläggande små enheter som km-rutor och 5×5 km-rutor använts i tematiska och statistiska sammanhang. Exempel på sådan användning finns i *Sveriges National-*

atlas. Över huvud har "rikets nät" varit en gynnsam förutsättning för utvecklingen i Sverige, av koordinatmetoder inom samhällsplanering och liknande.

Den omständigheten att detta system (2,5 gon V) funnits under så lång tid har invagat de flesta användare i en situation där valet av kartprojektion aldrig har varit medvetandegjord.

Tänkbara val av projektion

Inledningsvis skall ett antal, från teoretisk synpunkt, plausibla projektioner diskuteras, i ett följande avsnitt lämnas kommentarer till hur de olika alternativen inverkar på olika användningsområden.

- ◆ [1] Strikt tillämpning av projektionen Universal Transverse Mercator (UTM), med avbildning i zonerna 32 ($\lambda_0=9^\circ$), 33 ($\lambda_0=15^\circ$) och 34 ($\lambda_0=21^\circ$).

Om zonindelningen i nuvarande UTM-definition tillämpas kommer kartläggningen av Sverige att ske i tre projektionszoner och därmed tre olika koordinatsystem, till skillnad från dagens enda (RT 90 2,5 gon V 0:-15). Det finns dock argument för bredare zoner på höga latituder och förändringar av den ursprungliga UTM-definitionen har antagits av vissa organisationer (ex.vis NATO). Ett problem i sammanhanget är alltså att det för närvarande finns en viss oklarhet beträffande internationell och europeisk standard på UTM-området.

I UTM-projektionen sätts skalreduktionsfaktorn (k_0) till 0,9996, d.v.s. en förminskning med 400 mm/km längs medelmeridianen. Det innebär för svensk del att skalan inom landet kommer att ligga mellan 0,9996 (-400 mm/km) och 0,999996 (-4 mm/km).

- ◆ [2] Anpassad UTM-projektion, med avbildning i en utvidgad zon (zonen 33).

De nackdelar som en fullständig tillämpning av UTM skulle leda till beträffande uppdelning av kartläggningen i flera zoner kan undvikas genom att endast *en zon* används, då med en "bredare" tillämpning. Om UTM-systemets huvudprincip tillämpas blir det zonen med medelmeridianen 15° som ska användas (för karta över hela Sverige). Skalfaktorn kommer att, i de östligaste delarna av landet, uppnå värdet 1,0016, d.v.s. ett avstånd i kartan avviker med 1600 mm/km från dess verkliga längd.

- ◆ [3] Egendefinierad Transversal Mercator med olika kombinationer av medelmeridian ($\lambda_0=15^\circ$ eller $\lambda_0=16^\circ$) och reduktionsfaktor ($k_0=1$ eller $k_0\neq 1$).

Om en anpassad UTM-projektion (enligt [2]) inte uppfyller de krav som användarna ställer på en modern kartprojektion finns förstås möjligheten att skapa en svensk Transversal Mercator – en "SWETM".

Vid fri möjlighet att bestämma medelmeridianens läge är det naturligt att lägga den mitt i området för att minimera projektionsfehlen. Hur "mitt i området" skall uttolkas är dock inte helt klart.

Meridianen $17^\circ 34'$ går mitt mellan Sveriges västligaste och östligaste punkt, dock faller den största delen av Sveriges landmassa väster om denna. Ett annat sätt vore att välja meridianen så att y-koordinaten för den västligast respektive östligaste erhåller samma absolutvärde, vilket ger $16^\circ 47' 20''$. Även med detta val så kommer den största delen av Sveriges landmassa att befinna sig väster om medelmeridianen.

En något mer fördjupad analys där hänsyn tas till ytan, inklusive territorialvattnet, leder till att meridianen $16^\circ 23'$ utgör "mittlinjen" genom Sverige. Om de s.k. H-regionerna, vilka är de befolknings tätare delarna av Sverige, används för att beräkna en lämplig medelmeridian erhålles i stället en $15^\circ 39'$.

Ovanstående räkneexempel visar att vi för en egen projektion ("SWETM") borde välja en medelmeridian i närheten av 16° . Av skäl som tidigare anförts beträffande UTM bör skalreduktionsfaktorn i ett sådant fall sättas till 1. Det skulle innebära en maximal skalfaktor uppgående till ca 1600 mm/km, vilket är i samma storleksordning som dagens värde (ca 1700 mm/km).

- ◆ [4] En inpassning av RT 90 på GRS 80 (SWEREF 99)

Det går också välja parametrar i en Transversal Mercator-projektion till SWEREF 99 så att x- och y-koordinaterna kommer att stämma med koordinatvärdena i dagens kartprojektion (RT 90 2,5 gon V) på nivån någon(några) dm.

Med utgångspunkt från punkter med kända koordinater i båda systemen är det möjligt att göra en minsta kvadratmetodsskattning av erforderliga projektionsparametrar. Hittills gjorda studier tyder på att det är möjligt att skatta parametrar som leder till att de plana koordinaterna avviker med högst någon decimeter från det nuvarande systemets (x, y)-värden. Detta är möjligt bl.a. tack

vare att krökningsförhållandena, sett över små områden på marken (som Sverige), inte skiljer sig speciellt mycket mellan olika ellipsoider.

Genom detta förfaringsätt uppnås, i vissa sammanhang, en övergång till det nya referenssystemet utan ändring av (x, y)-koordinater, bladindelning på kartorna etc. Detta gäller t.ex. allmän kartläggning, databasen för geografisk fastighetsinformation, försvaret, skogen samt Vägverkets vägdatabas.

En nackdel med alternativet är att koordinaterna är så lika (med de hittillsvarande) att det kan finnas risk för förväxling. Koordinaterna måste märkas med respektive systems beteckning.

- ◆ [5] En projektion som behåller nuvarande medelmeridian och skalreduktionsfaktor, d.v.s. $\lambda_0=15^\circ 48' 29,8''$ och $k_0=1$ men upprättas i det nya referenssystemet, d.v.s. med referensellipsoiden GRS 80 som jordmodell i stället för Bessels jorddimensioner.

Detta alternativ är i huvudsak teoretiskt och har inte några fördelar i form av bibehållande av koordinatvärden e.dyl. Förändringen av de geodetiska koordinaterna vid övergång från Bessel till GRS 80 (200-300 m) kommer också att påverka de plana koordinaterna med ungefär motsvarande belopp. Med hänsyn till ovanstående avförs denna modell som icke aktuell.

- ◆ [6] Slutligen bör alternativ att redovisa olika projektioner i t.ex. topografiska kartor nämnas. Tidigare har t.ex. UTM-systemet med rutnät och koordinatsystem funnits i topografiska kartan i 1:50 000 och 1:100 000. Tillämpningar som bygger på att detta nät finns i papperskartor kan alltså mötas med tillägg av UTM till kartan i sin helhet eller för delar. För digitala tillämpningar kan dock ej detta "påtrycksförfarande" användas.

Kommentarer om följder

Denna förstudie har endast antydningssvis kunnat behandla vilka följdena blir vid val av kartprojektion enligt alternativen ovan. Några kortfattade kommentarer kan dock göras. I ett följande avsnitt redovisas vad som kommit fram genom en inventering inom Lantmäteriet. Ytterligare sådana inventeringar behövs.

UTM eller "SWETM"-alternativen [1] [2] och [3]

Med UTM följer, jämfört med nuvarande system, ändrade projektionsparametrar, t.ex. ändrad medelmeridian (en eller flera), andra

jorddimensioner samt ändrade sätt för angivning av koordinater m.m.

En ändring från nuvarande kartprojektionssystem till ett nytt uppbyggt i UTM innebär en lång rad följder för den småskaliga (rikstäckande) kartläggningen. Bland annat behövs nytt bladindelningssystem antingen, som idag, baserat på de plana koordinaterna eller i form av s.k. gradblad. Frågan om hur samtliga karttyper: fastighetskarta, terrängkarta, vägmarta, fjällkarta, översiktskarta ska se ut i ett sådant system måste utredas särskilt. Ska en omläggning ske krävs betydande investeringar i utveckling av sådana nya karttyper och i produktionssystem och produktionslinjer för dem.

En fördel med UTM är att det blir förhållandevis klart vilken projektion som används, även om standarden för zonindelningen är oklar. För försvarsmakten är vana vid UTM-projektion, bl.a. vid fredsbevarande uppdrag i samverkan med utländska förband, en fördel.

Data lagrade i rasterform kommer att orsaka problem. Exempel på sådana data är särskilt ortofoton och höjdatbanken. Ortofoton som idag föreligger i rasterform i nuvarande rikets nät kan inte utan vidare användas i någon annan projektion. För detta fordras *antingen* att data omsamlas vilket ger förluster av bildernas kvalitet, *eller* så måste helt nya ortofoton skapas från de ursprungliga flygbilderna.

Under en övergångstid kommer producenter och kartanvändare att ha problem med olika bladindelningar. Även sådant som visning på Internet av kartor och flygbilder påverkas starkt.

Alternativet innebär en mycket omfattande arbetsinsats på många olika fronter. Bytet kommer dessutom att ta tid, vilket innebär att vi kommer att få leva i en blandsituation länge.

Anpassning till nuvarande system alternativ [4], [5] samt [6]

Av dessa är det endast i alternativ [4] och [6] som kartsystemet i dess form med plant koordinatnät och bladindelning påverkas obetydligt. Alternativen [5] och [6] är av olika skäl inte några realistiska alternativ.

Att bibehålla medelmeridian ($15^{\circ}48'29,8''$) men ersätta de hittills använda jorddimensionerna (Bessels) med de som används internationellt (GRS 80) [5], ger inga fördelar i form av konserverad bladindelning etc. däremot kvarstår många av de problem som redovisats i föregående avsnitt.

Vid alternativet [6] "påtryck" måste leveranser av digital information kompletteras med programvaror för transformation av koordinater så att användarna kan erhålla koordinatvärden i aktuellt system.

Det kvarstående alternativet [4], inpassning av ett nytt system så att koordinatvärdena i största möjliga utsträckning bibehålles, medger självfallet att många uppgifter, som idag är lägesanknutna till RT 90-systemet, återanvändas. Svagheten med detta alternativ är dock denna likhet mellan koordinatvärdena. Det finns stor risk att i många sammanhang, där åtskillnaden är av väsentlig betydelse, ödesdigra sammanblandningar görs. Vidare kommer de parametrar som definierar projektionen att vara "udda", vilket kan leda till att felaktiga värden används av misstag eller slarv.

För att motverka sammanblandning av koordinatvärden är det därför extra viktigt att föreskriva ett regelsystem för hur realisering (mätning) i det nya systemet måste utföras. Lagrade koordinater måste "kvalitetsmärkas" med t.ex. noggrannhet, mätmetod och systemtillhörighet. Om det nya systemet kan realiseras fullt ut vid en given tidpunkt och ersätta det gamla systemet vid all insamling så kan aktualitet (datummärkning) möjligen ersätta systemtillhörighet.

Kartprojektion lokalt

För lokal mätning, främst storskaliga tillämpningar, skall kartprojektionen väljas så att mätning kan ske med valfri teknik och att inverkan av projektionsfelen i många fall kan försummas.

Den här aktuella projektionsmetoden är Transversal Mercator, dock måste, för att nedbringa projektionsfelens storlek, en indelning av landet i flera zoner tillgripas.

Olika zonbredder

Hur god än den projektionsmetod är, som kommer till användning, så kan dock ej obegränsade delar av jordytan avbildas utan att projektionsfelen i kanterna blir väsentligt framträdande. Gränser måste därför uppdras för de områden som kan avbildas i samma projektionssystem. Den nuvarande uppdelningen av landet i sex projektionszoner medför en teoretisk skalfaktor i zongränsen högst uppgående till 60 ppm (mm/km).

Önskemålet om att projektionsfelen skall vara försumbara strider mot ett annat önskemål nämligen att antalet projektionssystem skall vara så få som möjligt. Det gäller här att välja en lämplig medelväg,

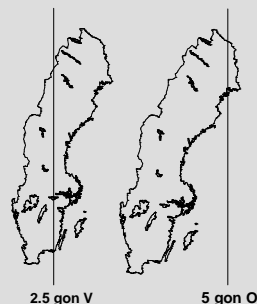
varvid givetvis det subjektiva omdömet om olägenheterna med det ena eller andra förhållandet spelar in.

I många tillämpningar inom samhällsbyggnad görs projektering m.m. i s.k. CAD-system, vilka normalt ej tar hänsyn till jordens buktiga form. En rimlig nivå på överensstämmelsen mellan kartprojektion och verkligheten är ett skalfel på ca 50 ppm (mm/km). Skall därför felet på grund av projektionen begränsas till denna nivå får zonbredden i södra och mellersta Sverige inte överstiga 2° i de nordligaste delarna vore 3° tänkbart. Möjligheten att utöka zonbredden genom att införa en skalreduktionsfaktor är av olika tekniska skäl inte aktuell.

Överräkning och transformation

Överräkning, byte av medelmeridian

Med överräkning avses byte av medelmeridian, vilket ger dels en vridning (\approx skillnaden mellan longitudvärdena) och skaländring av koordinatsystemet, dels en förflyttning av x-axeln, som ändrar y-koordinaterna. Den innebär dessutom mer komplicerade förändringar i geometrin, som inte kan beskrivas av en enkel likformighetstransformation av typ Helmer. Eftersom sambanden är helt analytiska införs vid överräkning inte några fel.



Transformation, inpassning

En annan situation uppstår när punkter är givna i två system utan något definitionsmissigt samband. För att överföra koordinater från det ena systemet till det andra behöver vi bestämma sambandet med en s.k. inpassning. Den typ av transformation som man vanligen bestämmer med inpassning är en s.k. Helmerstransformation.

Vid inpassning behövs ett antal punkter med kända koordinater i båda systemen (passpunkter). En inpassning kan även göras med hjälp av digitaliserade koordinater noggrannheten är då givetvis inte särskilt hög. Dessa kända passpunkters koordinater utgör underlag för en beräkning av transformationsparametrarna. För att bestämma en Helmerstransformation krävs minst två passpunkter. Ett bättre samband fås vid fler gemensamma punkter som bättre täcker det aktuella området. Med hjälp av dessa överbestämningar kan grundmedelfelet uppskattas för transformerade koordinater. I praktiken finns alltid motsättningar mellan de givna punkternas koordinater, och sambandet mellan systemen blir ej felfritt.

Tänkbara zonindelningar

Ett renodlat alternativ är en strikt zonindelning med 2°-zoner. Beträffande placeringen av respektive medelmeridian, framstår de jämna värdena 12°, 14°, 16°, 18°, 20°, 22° och 24° som mest lämpade. Detta

val leder till att de två storstadsområdena Stockholm och Göteborg odelade hamnar inom var sin zon. Det tredje mer tätbefolkade området, Skåne regionen, kommer dock vid en strikt tillämpning att delas mellan två zoner.

Risken att befintlig samverkan mellan kommuner försvåras med ett system av 2°-zoner är stor även om gränserna mellan zonerna dras längs befintliga administrativa gränser. Kravet på små projektionsfel medför att alltför stora "utbuktningar" inte kan fördragas.

Att bibehålla nuvarande zonsystems medelmeridianer är ett teoretiskt tänkbart alternativ. På samma sätt som är fallet på nationell nivå har det inte några fördelar i form av liknande koordinatvärden etc. och har därför bedömts som mindre intressant.

Ett alternativt sätt är en friare placering av medelmeridianer. Med en möjlighet för aktörer inom ett visst område (befintlig kommunsamverkan, region, län etc.) att överenskomma om lämpligt läge för en medelmeridian och få detta projektionssystem *certifierat*. Certifieringen skulle innebära att systemet får en officiell status och även användas vid exempelvis fastighetsbildning. Detta alternativ ger, om önskemål finns, möjlighet att bibehålla nuvarande zongränser.

För att få entydighet i systemtillhörigheten för en godtycklig punkt måste en tidpunkt fastställas, vid vilken möjligheten till certifiering upphör. Målet är att varje område endast tillhör ett certifierat system.

Ett resultat av projektet RIX 95 är transformations samband mellan det nya systemet (SWEREF 99) och befintligt lokalt system. En tekniskt möjlig lösning är att utnyttja detta samband för att definiera ett lokalt system vars koordinatvärden "liknar" de nuvarande. Denna metod har i många fall nackdelar såsom beräkningstekniska svårigheter och dålig överensstämmelse mellan "nya" och "gamla" koordinatvärden. För att en sådan lösning skall kunna användas i officiella sammanhang krävs även här en *certifiering*.

Det här skisserade alternativet är inte speciellt önskvärt annat än som en kortsiktig övergångslösning.

Övrigt

Verksamheter, vilkas behov av projektionssystem, koordinatsystem etc. inte kan tillfredställas med generella lösningar, kan och skall självfallet definiera sina egna *projektanpassade* system. Det kan t.ex. röra sig om tillfälliga, geografiskt begränsade projekt som kräver koordinatsystem av mycket hög noggrannhet. Dessa system är inte

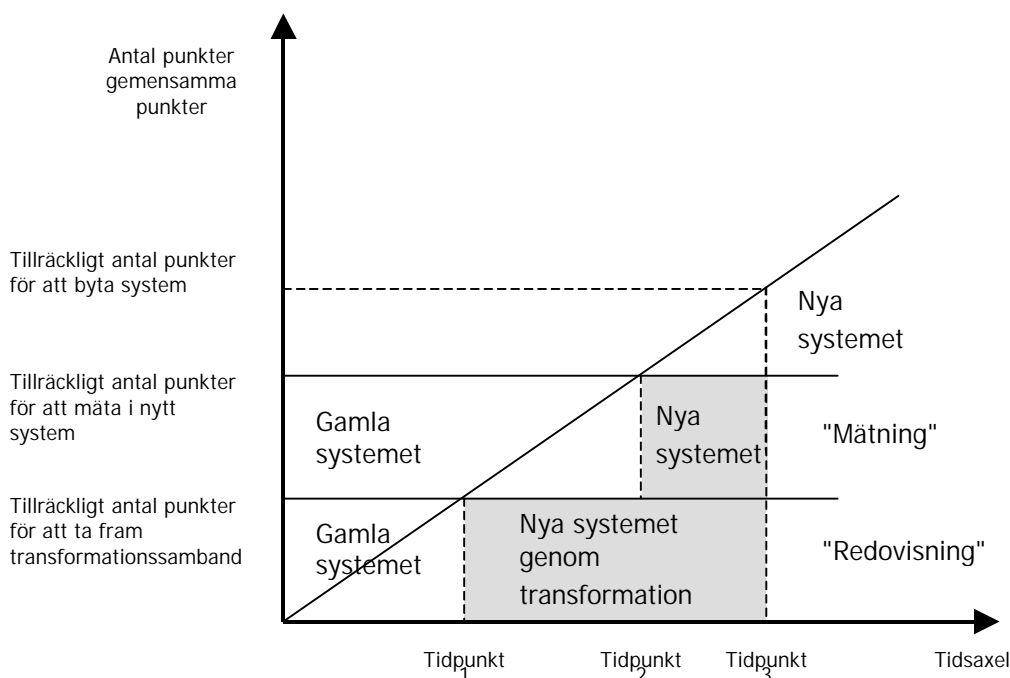
officiella utan "ägs" av projektansvarig organisation eller motsvarande.

Byte av referenssystem

Införande av ett nytt referenssystem kräver realisering av detta system i annat fall leder införandet inte till någon användning. Det system, SWEREF 99, som är på väg att införas måste därför realiseras på olika nivåer. Med realisering avses här "möjligt att använda" i tekniska sammanhang, d.v.s. att koordinatsatta stompunkter/referensstationer finns samt att regelverk och mätteknik finns att använda i det nya systemet för alla tänkbara tillämpningar.

Vid ett byte av referenssystem måste, oavsett om produktionen avser kartor eller databaser, en viss mängd punkter finnas i båda systemen innan ett regelrätt byte kan ske. Det enda sättet att undvika denna begränsning vid systembyten är att helt och hållet "kasta" alla gamla uppgifter.

Nedanstående figur avser att illustrera hur ett byte av system kan genomföras.



Introduktionen av nytt referenssystem (SWEREF 99) måste samordnas med införande av en ny projektion. Risken är annars att åtgärder vidtas, som begränsar möjligheterna att fritt välja lämplig projektion.

Eftersom modern mätteknik bygger på användningen av ett globalt anpassat referenssystem måste detta hanteras på något sätt. Det finns, grovt sett, två vägar att gå antingen deformera mätningarna så att de passar i ett gammalt system eller rätta upp geometrin i det gamla systemet så att mätningarna kan föras in utan deformationer. För att kunna överföra äldre uppgifter måste alltid ett byte föregås av en upprätning av något slag.

Här skall redovisas några möjliga strategier för ett byte av referenssystem för såväl nationell som lokal kartläggning.

Nationellt

Som tidigare har diskuterats finns på nationell nivå två möjliga huvudlinjer,

- den ena är införande av en helt ny projektion
- den andra en anpassning till nuvarande system

därtill kommer

- att bibehålla nuvarande system

Ett införande av en helt ny projektion vare sig det är en anpassad UTM eller en helt egen konstruktion innebär givetvis en kraftig markering av den nya situationen på referenssystemsiden. Förhoppningsvis blir den nya kartprojektion definierad av enkla parametervärden, vilket kan vara en fördel för många användare. Lika klart är, att det tar lång tid innan några kartblad kan produceras i den nya projectionen. Mycket arbete måste läggas ned på förändring av programvaror etc.

Med ambitionen att så snabbt som möjligt gå över till det nya referenssystemet SWEREF 99 skulle en anpassning till nuvarande system kunna göras tämligen omgående. Anpassningen sker genom att lämpliga parametrar för en projektion från SWEREF 99 (GRS 80-ellipsoiden) till ett plant system, vars koordinatvärden ligger nära dagens RT 90-koordinater, definieras och väljs.

All ny insamling sker i det nya systemet (SWEREF 99), gamla uppgifter anses var angivna i det nya systemet med den degradering av lägesnoggrannheten som möjligen uppstår. Befintliga rutiner för produktionsplanering och redan utförd planering, som bl.a. bygger på dagens rutindelningen, kan bibehållas.

En helt ny kartprojektion kan införas i ett senare skede tillsammans med lansering av ex.vis ett nytt kartverk (Digitala Sverige kartan).

Den tredje vägen, att inte göra någonting – och därmed inte höja kvaliteten på referenssystemet – är säkert attraktiv för några men innebär egentligen en begränsning av möjligheterna att lyckosamt införa metoder som ex.vis "registrering vid källan" och "koordinater med rättsverkan", jfr sidan 11.

I framtiden kommer att finnas behov av att kunna hantera den geografiska informationen i olika projektioner. Det betyder att oavsett vilket alternativ som väljs idag uppstår kostnader för utveckling och modifiering av programvaror etc.

Lokalt

RIX 95-projektet

RIX 95 avser dels anslutning av lokala nät för att etablera överföringssamband mellan kommunala och nationella system, dels en förtätning och GPS-anpassning av det plana riksnätet. Därutöver ger satsningen ett facit för kontroll av lokala stomnätets homogenitet.

RIX 95 påbörjades 1995 och beräknas vara klart 2005. Genomförs projektet som planerat kommer riksnätet att kompletteras med ca 5 500 punkter, varav flertalet är identiska med kommunala punkter. GPS-mätningar utförs på samtliga punkter och nätet ansluts även till SWEPOS och punkter i riksnätet i höjd (Riksavvägningen). Beräkningen ger koordinater i RT 90 och SWEREF 99 samt höjder i RH 70. Slutligen bestäms transformationssamband mellan rikssystemen och kommunala system.

Genom RIX 95 erhålles i kommunerna en första indikation på systemdeformationer i det lokala näten, vilka måste studeras vidare inför ett eventuellt byte av referenssystem.

Det är inte självklart att "RIX 95-punkterna", på samma sätt som i tidigare passiva nät, å jourhålls. Frågan om framtida underhåll av punkterna är till stor del avhängig av utvecklingen av positionstjänster baserade på aktiva referensnät.

På lokal nivå kan det nya referenssystemet, SWEREF 99, lämpligen införas stegvis. Dessa steg, med en successivt ökad ambitionsnivå, kan beskrivas på följande sätt.

- [a] En inledande fas där all mätning utförs i det gamla systemet. Utbyte av data kan dock ske genom de transformationssamband som tagits fram i projektet RIX 95.
- [b] Genom en tillräcklig realisering av det nya referenssystemet i det aktuella området (med punkter eller möjligen nätverks-RTK) kan all mätning i huvudsak ske i SWEREF 99. Här bibehålles

(sannolikt ett upprästat) system för redovisning, och data överförs genom utnyttjande av transformationssamband från RIX 95.

- [c] Alla stegen har tagits och en fullständig övergång till ett nytt system har genomförts. All verksamhet sker i det nya referenssystemet med tillhörande certifierat projektionssystem.

Projektions- och koordinatberoende verksamheter

Inventering

Inom förstudiens ram har en inventering av projektions- och koordinatberoende verksamheter inom Lantmäteriet gjorts. Inventeringen har förutom själva inventeringsresultatet medfört att ansvariga för olika verksamheter blivit medvetna om den förändring, stor eller liten, som blir följden av ett införande av nytt referenssystem.

Frågorna i inventeringen berörde områdena

- Insamling
- Lagring
- Tillhandahållande
- Datautbyte
- Kundsynpunkter
- Rutsystemet
- Bakåtkompatibilitet

Nedan redovisas, i sammandrag, inventeringsresultatet från divisionerna. En utförligare sammanställning redovisas i bilaga

	F	LF-data	Metria
Insamling <i>På vilket sätt sker datainsamling?</i> terrestert; flygbilder; satellitbilder; skanning; digitalisering; etc. <i>Hur anges läget vid insamlingen?</i> koordinater; rutor; administrativa områden; annat	från terrestert till skanning koordinater, kartblad	Digitalisering, skanning, mätning med linjal! Koordinater, bladindelning och adm.områden	Alla, från terrestert till satellitbilder, inkl. skanning Koordinater, bladindelning och adm.områden

<p>Lagring <i>Hur associeras läget till objekten vid lagringen?</i> koordinater; rutor; administrativa områden; annat</p> <p><i>Hur sker lagringen?</i> vektorform; rasterform; annat</p>	<p>Koordinater, identitet, rutor, fastighet</p> <p>Vektorform Tabeller</p>	<p>Koordinater eller bladindelning</p> <p>Vektorform Rasterform analog form</p>	<p>I huvudsak koordinater bladindelning/ punktidentitet</p> <p>vektorform rasterform</p>
<p>Tillhandahållande <i>Hur sker tillhandahållandet?</i> utritning; tryckta produkter; koordinatfiler; annat</p> <p><i>I vilken form sker tillhandahållandet?</i> vektordata; rasterdata; annan</p>	<p>Koordinatfiler, utritning, tryckta prod.</p> <p>vektorform</p>	<p>Koordinatfiler, register, utskrifter, tryckta produkter</p>	<p>Koordinatfiler utritning Kartfiler Tryckta prod.</p> <p>Vektor- och rasterform</p>
<p>Datautbyte <i>Hur sker datautbytet?</i></p> <p><i>När sker datautbytet?</i> i realtid; i efterhand; enligt plan;</p> <p><i>Med vem sker datautbytet?</i></p> <p><i>Hur hanteras olika koordinatsystem idag?</i></p> <p><i>Påverkas datakvaliteten (ej lägesnoggrannhet) vid utbyte med "annat" system?</i></p>	<p>Nätverk/CD, analogt</p> <p>I realtid, i efterhand, enl. plan, vid förfrågan ensk. föret. off. myn. Transf. kända o. okända</p> <p>Ja</p>	<p>Nätverk/CD</p> <p>I realtid, i efterhand, efterbeställning, enligt plan Kommuner, föret, myndigh. Transformation</p> <p>Ja Vissa kopplingar (topologi) förloaras</p>	<p>Nätverk/CD</p> <p>I efterhand, Enligt plan</p> <p>Externt och internt Transformation omprojicering Möjligen?</p>
<p>Kundsynpunkter <i>Är kunderna koordinatkänsliga?</i> "koordinat"- eller "bild"-användare</p>	<p>Från bild till koordinat</p>	<p>Koord.känsliga</p>	<p>Koord.känsliga</p>
<p>Rutsystemet <i>Används rutindelningen och i så fall hur?</i> lagring; hämtning; annat sätt</p>	<p>Ja, söksystem och lagring</p>	<p>Ja</p>	<p>Både och</p>
<p>Bakåtkompatibilitet <i>På vilket sätt är kompatibilitet bakåt</i></p>	<p>För gränspunkter m.m.</p>	<p>Redovisning av gamla prod. Hist.</p>	<p>Stor spridning</p>

<i>viktig?</i>		Forskn.	
Övrigt	Se bilaga	Se bilaga	Se bilaga

Övriga synpunkter

Nya kartprojektioner har som regel tillkommit i samband med *stora nyinvesteringar i kartläggningsprogram* - vad som nu skulle kallas geografisk information. En samlad ekonomisk bedömning har då gällt programmet för den geografiska informationen och en långsiktig bedömning av detta. I denna förstudie är inte denna sida belyst tillräckligt.

Här nedan redovisas synpunkter som framkommit under förstudien och som måste hanteras i det fortsatta arbetet. Även om det till synes är många problem som hopar sig så är de som regel inte olösbare.

En genomgripande förändring av kartprojektion med bl.a. ny bladindelning påverkar hela produktionsprocessen. Flödet av data är idag organiserat kring den rutindelning som följer av projektion och bladindelning. Även om arbetet resulterar i, för användaren, till synes sömlösa ytor av kartbilden är sannolikt en mycket stor del av dessa data beroende av befintlig projektion (och rutindelning). Det kan gälla moduler i databasen, hantering av basen (filer m.m.) och sökrutiner. Vid en förändrad rutindelning måste produktionsprocessen gås igenom och till stor del modifieras.

Kartbilden (oavsett om den är på papper eller annat) är idag redigerad för att passa till befintlig bladindelning. Detta tar sig en rad uttryck bl.a. genom textplacering (så att inte rutnätets linjer skär texten). Vid större byte av projektion måste därför en samlad kartografisk redigering av kartinnehållet ske på nytt. Detsamma gäller för övrigt om informationen skall tillhandahållas i en annan projektion även i en situation utan genomgripande projektionsbyte.

Å andra sidan kan införande av en ny kartprojektion även vara ett sätt att frigöra oss från låsningar som befintliga bladindelningar utgör och se till framtida behov. De data vi lagrar är lägesrelaterade och kan behöva visas i olika system och projektioner. Vi kommer att behöva använda olika typer av bladindelningar för olika behov; t.ex. för produktionsplanering, speciella arbeten och speciella geografiska områden.

Hittills insamlade data får försämrade kvalitet. Insamling av data följer också projektionen bl.a. genom flygfotograferingen och produktion av ortofoton. En omläggning av befintliga ortofoton (rasterdata) till en annan projektion är inte störningsfri, utan ger sämre bild. Man

behöver därmed kunna tillhandahålla t.ex. ortofoton i både bästa (nuvarande) kvalitet och i ny projektion efter omsampling.

Om ett byte av projektion enligt de mer omfattande alternativen genomförs behöver man under lång tid arbeta i två system och ha data och kartor parallellt för stora områden av landet under en övergångstid

Enligt erfarenheter från tidigare byten, som varit av mindre omfattning, tar detta minst tio år. Kartsortimentet måste därmed delvis dubbleras liksom databaser m.m. Den nya tekniken med "maps-on-demand" kan dock väsentligt minska behovet av dubblering och därigenom underlätta ett byte.

Användningen av projektionssystemets rutindelning (storrutor, smårutor och km-rutor) är väl etablerat och har stor spridning. Byter man till ett annat rutsystem erhålles dels en förlust av det etablerade och välkända, dels problem med att jämföra äldre och nyare uppgifter. För många tillämpningar går det dock att transformera data mellan de olika systemen.

Dessa synpunkter är en liten del av vad som kan sägas om större byte av kartprojektion. De är tillämpliga både på verksamheten inom Lantmäteriet och hos kunder.

I det fortsatta arbetet med underlag för beslut om kartprojektion till det nya referenssystemet SWEREF 99 måste många av dessa frågor besvaras dels av Lantmäteriet, dels av användargrupperna.

Likaledes måste utformningen av ett system av projektioner för storskaliga tillämpningar diskuteras med landets kommuner.

Omvärldens val

Norden

Våra nordiska grannländer står eller har stått inför motsvarande ställningstaganden. Här redovisas kort läget i dessa länder beträffande referenssystem och kartprojektioner.

Danmark

I Danmark har referenssystemet EUREF 89 införts. Vid övergång till detta system har två för Danmark standardiserade kartprojektioner valts dels den internationella UTM, dels den danska Kp 2000. Den senare främst avsedd för storskaliga tillämpningar.

Kp 2000 består av tre projektionssystem, där projektionsmetoden är Transversal Mercator. De tre systemen, ett täckande Jylland och Fyn, ett täckande Själland och ett täckande Bornholm, har var sin medelmeridian och skalreduktionsfaktor. Placeringen av medelmeridian och valet av skalreduktionsfaktor har gjorts så att skalfaktorn ligger inom ± 50 mm/km. Tilläggen till y-koordinaten i respektive system ger unika y-koordinatvärden i hela Kp 2000.

Finland

I Finland har en grupp med representanter för 13 berörda organisationer föreslagit övergång till referenssystemet ETRS 89. Beträffande kartprojektion rekommenderas UTM och möjligen även en underliggande indelning med 3°zoner. Gruppens rapport finns tyvärr enbart på finska.

Norge

I Norge har EUREF 89 införts som referenssystem och UTM har valts som tillhörande kartprojektion. UTM har emellertid använts i norsk topografisk kartläggning sedan tiden efter andra världskriget (kartserien M711), varför läget för detta kartområde egentligen inte har förändrats. Till skillnad från övriga länder skall UTM-projektionen även användas för storskaliga tillämpningar.

Europa i övrigt

EU

Kommissionen har antagit ETRS 89 som sitt referenssystem för lägesbunden information.

En expertgrupp har även diskuterat frågan om kartprojektion och de preliminära resultatet är att

- För statistisk analys och presentation använda ett "Pan-European Equal Area" koordinatsystem (PEEA2001) baserat på någon av Lamberts azimutala eller Albers koniska projektion.
- För (topografisk) information i skalområdet mindre än 1:499 999 använda ett "Pan-European Conformal" koordinatsystem (PEC2001) baserat på Lamberts vinkelriktiga koniska projektion.
- För (topografisk) information i skalområdet större än 1:499 999 använda ett "Pan-European Transverse Mercator" koordinatsystem (PETM) baserat på UTM.

Slutresultatet är inte klart ännu⁵, arbetet med utformning av det slutliga dokumentet pågår.

Österrike

Österrike har antagit ETRS 89 som nytt referenssystem och har även beslutat att ge ut en ny topografisk karta med UTM som kartprojektion och med en bladindelning baserad på gradblad 12'×20'. Arbetet med utgivning, inklusive revidering av innehållet, av 191 blad i skala 1:50 000 beräknas ta nio år.

Nederländerna

I Nederländerna har ETRS 89 införts som geodetiskt referenssystem, det plana koordinatsystemet (RD) har däremot bibehållits. För överföring av lägesinformation mellan dessa system har bl.a. ett regelbundet kilometerrutnät för interpolering av "restfel" framtagits.

Metoden bygger på att alla mätningar omräknas från latitud och longitud i ETRS 89 via 7-parameter transformation, projektion och interpolation (Overhauser Splines) i rutnätet till (x, y)-koordinater i RD.

Irland

Irland har genom etableringen av IRNET 95 infört ETRS 89. I diskussionen om kartprojektion förekom bibehållande av befintlig (Irish Grid (IG), Transversal Mercator), införande av UTM eller en egen ny Transversal Mercator (ITM).

Det slutliga förslaget blev införande av ett eget projektionssystem, ITM, med medelmeridianen 8° W och skalreduktionsfaktorn 0,99982.

⁵ Mars 2001

Bilaga 1: Om kartprojektioner

Först och främst kan konstateras att det inte är matematisk möjligt att åstadkomma en felfri avbildning av den krökta ellipsoidytan på ett projektionsplan. De uppkomna deformationerna beskrivs i termer som brist på *vinkelriktighet*, *ytriktighet* och/eller *längdriktighet*.

Kartprojektion är ett medel för att vid återgivande på planet av jordytan eller delar av denna undvika nyssnämnda svårighet, och projektionens art blir olika, allteftersom deformationen dirigeras i den ena eller andra riktningen eller görs mer eller mindre stark.

Lägesbestämningen, d.v.s. angivandet av de olika punkternas läge på såväl jordytan som dennas projektion i planet, sker med det nät av *meridianer* och *parallellcirklar* (breddgradscirklar), i vilket klotytan tänkes indelad, *det geografiska koordinatsystemet*. Egenskaperna hos klotets gradnät förutsätts förövrigt vara kända.

För att matematiskt kunna behandla jorden och mätningar som utföres på dess yta införes en jämförelsevis enkel matematisk figur som får representera jorden. Allra enklast är ett klot, men eftersom jorden är avplattad vid polerna kan klotet ej användas annat än för kartprojektioner i mindre skala (upp till c:a 1:1 000 000). För avbildningar i större skalor och för geodetiska ändamål, används därför en *rotationsellipsoid* som referensyta.

Egenskaper

Det första steget vid en uppmätning av jorden är alltså att avbilda jordytan på en lämplig referensellipsoid. De geodetiska mätningarna ger, i princip, koordinater på ellipsoider i form av latitud och longitud.

För att få en karta måste man sedan på något sätt avbilda denna ellipsoid på ett plan. Det kan göras på oändligt många sätt och för varje särskilt fall väljs den lämpligaste projektionen. Avbildningen av en krökt yta på ett plan kan ej göras exakt, men vissa egenskaper kan bibehållas vid olika slags projektioner.

- ◆ Vinkelriktighet (konformitet)
- ◆ Ytriktighet (ekvivalens)
- ◆ Längdriktighet (ekvidistans) längs vissa linjer

Man kan inte göra en karta som är längdriktig längs alla linjer, vilket skulle ge en exakt avbildning.

Med *ytriktighet* menas det förhållandet, att en yta på klotet motsvaras av en lika stor yta i projektionen. De båda ytorna kan emellertid inte vara likformiga av samma skäl som klotytan själv, ej kan vara likformig med sin projektion i planet.

Med *vinkelriktighet* avses, att en vinkel på klotytan motsvaras av en lika stor vinkel i projektionen. Härvid bör observeras, att på grund av klotformen alla vinklar på en klotyta är vinklar mellan cirkellinjer, alltså böjda linjer; gradtalet räknas efter vinkeln mellan *dessa cirkellinjers tangenter* i vinkelpetsen (= skärningspunkten).

Indelningsgrunder

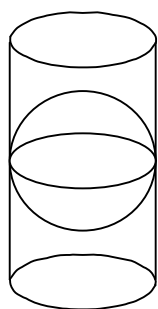
Det teoretiskt tänkbara antalet kartprojektioner är oändligt stort. Även det i praktiken gjorda urvalet är mycket omfattande. Med hänsyn till sina egenskaper kan projektionerna indelas på olika sätt.

Från geometrisk synpunkt skiljer man mellan

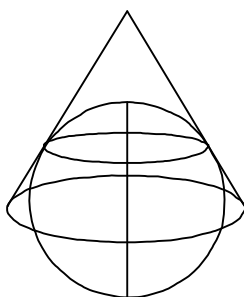
Perspektiviska projektioner, där man kan tänka sig raka strålar från en centralpunkt, projicerade på någon yta.

Icke perspektiviska eller konventionella projektioner med någon form matematiskt samband som ej kan illustreras geometriskt med räta linjer.

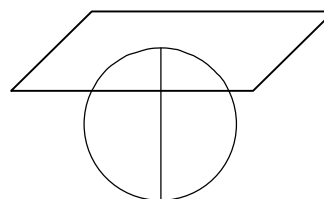
Vid de perspektiviska projektionerna kan avbildning ske på dels ytor som (för att bilda plan) måste bredas ut, dels på (från början) plana ytor.



cylinderprojektion



konisk projektion

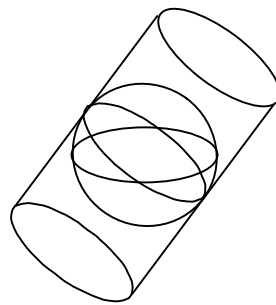


azimutal projektion

Beroende på hur planet, konen eller cylindern tangerar ellipsoiden kan projektionerna indelas i:

- normala*, då planet tangerar i polen eller konens eller cylinderns axel sammanfaller med jordaxeln. De ovan ritade skisserna är av denna typ.

- b) *transversala*, då planet tangerar längs ekvatorn eller konens eller cylinderns axel är vinkelrät mot jordaxeln.
- c) *snedaxliga*, då planet tangerar vid någon annan punkt eller konens eller cylinderns axel bildar en annan vinkel med jordaxeln.



Exempel på snedaxlig projektion

Äldre projektioner

Spens' projektion (Generalstabskartan, södra verket)

Inför att en svensk topografisk kartläggning inleddes i början av 1800-talet utarbetades även en projektion, som med användning av en viss medelmeridian var avsedd att användas för unionen mellan Sverige och Norge. Denna Spens' projektion (1817) är en konform koniskt normal projektion

För att få små projektionsfel valde Spens en kon som gav samma förstoring vid latituderna 55° 21' och 65° 50' d.v.s. i Skåne och Haparanda. Därefter förminskades konen så att den maximala förminskningen vid latituden 60° 44' (konens tangeringslinje) blev lika stor som förstoringen vid de ovan nämnda latituderna. Detta innebär att för två parallellcirkel blir förstoringen noll, d.v.s. dessa paralleller blir längdriktigt avbildade. Dessa längdriktiga paralleller är ungefär latituderna 56° 58' och 64° 23'. En ofta publicerad tabell ger en god bild av projektionens förstoringar på skilda latituder.

Latitud	Förstoring
55° 21' (sydligaste Skåne)	1,0021
56° 58' (mellan Varberg och Falkenberg)	0
60° 44' (Gävle)	0,9979
64° 23' (mellan Umeå och Skellefteå)	0
65° 50' (Haparanda)	1,0021
69° 03' (Sveriges nordspets)	1,0095
71° 10' (nordligaste Norge)	1,017

Som synes blir projektionsfelen ganska stora i de norra delarna, men Spens själv talade om "den ringa betydenheten af ett Projectionsfel på en Charta öfver de Lappska ödemarkerna".

Denna kartläggning kom att omfatta södra delen av Sverige.

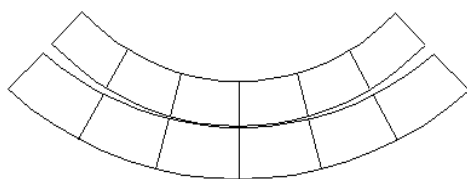
Svanbergs jorddimensioner användes. Triangelpunkternas koordinater beräknades till avstånd från bladkanterna från de på ellipsoiden beräknade longituderna och latituderna.

Den polykoniska projectionen i norra Sverige

I samband med att topografisk kartläggning påbörjades i norra Norrland infördes en polykonisk

(flerkonisk) projektion. I denna projektion tillämpas en särskild kon för varje bladvåd. Tillsammans används 15 projektionskoner. Genom denna metod nedbringas projektionsfelen högst avsevärt och blir helt försumbara.

Konerna ha valts så att begränsningslinjerna av varje våd som är 30' får längdriktig avbildning eller med andra ord att konen skär ellipsoiden längs dessa paralleller.



Projektionen är konform och Clarke's ellipsoid har använts.

Fördelen med denna projektionstyp är, som ovan framhållits, de små projektionsfelen. En nackdel är däremot att det utom

i en tangeringspunkt blir ett glapprum mellan våderna beroende på att en och samma parallell i två angränsande våder har olika krökning vilket framgår av figuren. Vid kanten uppgår detta glapp till ca 250 m. Detta omöjliggör en korrekt hopklistring av blad från skilda våder.

Bladen begränsas således i nord-syd av parallellcirklar med 30' ekvidians. I öst-väst är begränsningen meridianbågar med ekvidiansen 1° 30'. Bladen blir alltså smalare ju längre norrut man kommer.

Koordinatberäkningen sker på ellipsoiden och longituderna och latituderna för triangelpunkterna utsätts direkt på kartan.

Bilaga 2: Sammanställning av inventeringar

Sammanställda svar från division F.

Frågeområden

De frågor som ställs berör följande områden

- Insamling
- Lagring
- Tillhandahållande
- Datautbyte
- Kundsynpunkter
- Rutsystemet
- Bakåtkompatibilitet

*Frågorna har sänts till division F:s MBK-nätverk och till informationslantmä-
tarna. Inkomna svar är sammaställda av Bengt Eurenus, FQFS.*

Insamling

På vilket sätt sker datainsamling?

- terrestert
- digitalisering
- skanning; bl.a. skannas förrättningsarkiv, där kartorna inte är inplacerade i något koordinatsystem

Hur anges läget vid insamlingen?

- koordinater, transformation, inpassning
- kartbladsnummer, kartblad/rutor

Lagring

Hur associeras läget till objekten vid lagringen?

- Koordinater; t.ex. i kombination med orienterande rutor alt. administrativa områden eller geografiskt indelade punktnummerområden
- identitet på objekten
- till rutor (t.ex. i fastighetsregistret)
- till fastighet

Hur sker lagringen?

- vektorform
- tabellform (i t.ex. fastighetsregistret)

Tillhandahållande

Hur sker tillhandahållandet?

- utritning
- koordinatfiler
- datafiler

I vilken form sker tillhandahållandet?

- vektordata
- utritning och tryckta produkter
- koordinatfiler
- datafiler
- registerfiler (Access, Excel mm.)
- dxf,shp

Datautbyte

Hur sker datautbytet?

- flyttfiler, k-filer, DXF-filer, KF85-filer
- utritningar och analogt material
- online-uppkoppling till GDB-alfa och fastighetsregistret, externt med CD.

När sker datautbytet?

- i realtid
- i efterhand
- efter överenskommelse, vid förfrågan
- enligt plan

Med vem sker datautbytet?

- enskilda
- sakägare
- företag (t.ex. skogsbolag)
- statliga myndigheter och affärsdrivande verk
- kommuner och kommunala bolag
- länsstyrelser
- internt mellan F och fastighetsregistret
- länets förrättningsarkiv

Hur hanteras olika koordinatsystem idag?

- vid mätning och kartläggning och datautbyte i för resp. område/kommun/kommundel/ gällande koordinatsystem och projekti-

system. (Ex: för Västra Götalands del rör det sig idag om ett trettiotal olika system.)

- med kända transformationsformler (ligger i GDB-alfa)
- anpassningar till kundernas koordinatsystem, som innebär jobb med transformationer och översättningar till våra system om vi vill ha in informationen i något system som avviker från kundens eget
- vid leverans till oss får vi inte sällan "ta reda på" vilket system som har används.
- för de punktbasen eller kartbasen som finns lokalt och som nu ligger i lokala system, ofta med samband till system som är känt i rikets system blir frågan om man skall /eller kan/ använda ett nytt samband till nya rikets system, hur detta tas fram, vem som kostar på detta, om man eventuellt skall transformera hela basen etc.
- för baser som har mätarkivdata för inpassade ärenden bör man kolla om ett byte överhuvudtaget ger någon synbar, praktisk påverkan

Påverkas datakvaliteten (ej lägesnoggrannhet) vid utbyte med "annat" system?

Ja, information faller bort, t. ex.

- historik
- kvalitetsmärkning kan försvinna vid leverans mellan olika format
- överföring av cirkelbågar

Geometrin påverkas ibland på grund av brister i transformationsparametrarna.

Annat koordinatsystem påverkar ev. lägesnoggrannheten.

Oklart. Problemet ligger snarast däri att vi saknar en helt entydig och av alla accepterad och därmed tillämplig "standard" att ange koordinatsystem och projektionssystem.

Önskvärt med standard(översättningstabeller) vid informationsutbyte via APC och DXF. Det händer att information försvinner vid inläsning av DXF till APC.

Kundsynpunkter

Är kunderna koordinatkänsliga?

- Ja, mycket som koordinatanvändare när det gäller fastighetsbildning och detaljmätning och kartläggning för storskaliga ändamål
- Ja, kommunerna och andra större kunder som hanterar olika koordinatsystem.
- Ja, framför allt på grund av att man som koordinatanvändare saknar tillräcklig kompetens för att hantera kartdata och koordinatsystemfrågor.
- Ja, även vanliga sakägare blir koordinatanvändare när de börjar använda enklare GPS-utrustning och gör egna mätningar.
- Vi upplever att kunderna blir allt mer medvetna och kunniga både när det gäller koordinater och "system".
- Nej, kunderna är för det mesta bildanvändare, även om många har viss kunskap om vad koordinater är för något.

Rutsystemet (bladindelning)

Används rutindelningen och i så fall hur?

- Ja, för den interna verksamheten inom lantmäteriet
- Ja, även mot kunder när det gäller systematisk utritning i olika skalor, snabborienterande lägesangivning och möjligheter att t.ex. rita ut läsbara registerkartor utan kartografisk förhandskontroll.
- Används flitigt, är behändigt och väl inarbetat system för att söka efter fastighet eller område. Vissa förvaltningar jobbar med rutindelning/kartblad som administrativ enhet i sina karthanteringssystem.
- Ja, baserna i fastighetskartan är lagrade bladvis. Det finns också lokala rut- och bladindelningssystem.
- Planer, bestämmelser och rättigheter har inga koordinater i fastighetsregistret, utan är lokaliserade till kartblad och berörd fastighet. Sedan AutoKa-Vy kommit har man gått över till att allmer söka på fastigheter än kartblad.
- Väl känt bland kunderna. Bl.a. används bladindelningen av kunder som inte själva kan "titta" in i baserna.
- Rut-(blad)-indelningen används ofta som sökbegrepp för att hitta och för att definiera ett område samt för att strukturera och ordna data. Bl.a. används kommunernas primärkartblad som referens vid hämtning och lagring av data.
- Fastighet kopplas till en eller flera registerkartor, främst till EK-rutor. En ny rutindelning kommer säkert att ställa till med ganska mycket problem då så mycket (inte bara inom F och inom lantmäteriet) har kopplats till EK-kartans bladindelning.
- Vid DRK-arbeten används bladindelningen både vid hämtning och lagring. Vid kartframställning i förrättningshandläggningen redovisas kartblad på karta.
- I FDS registreras registerkartans blad för alla fastigheter.
- Byter vi projektionssystem och därmed också rutnät så blir det besvärligare att hitta rätt avställt kartblad när det måste plockas fram vid enstaka tillfällen. Det negativa med ett byte är att alla gamla blad måste bytas ut.

När vi skaffar oss ett nytt referenssystem måste vi frigöra oss från lösningar som befintlig bladindelning ger och se på framtida behov. De data vi lagrar är ju georelaterade och kan behöva redovisas i olika system och projektioner. Vi behöver använda olika typer av bladindelningar för olika behov; t.ex. för produktionsplanering, speciella arbeten och speciella geografiska områden. Sådana bladindelningar kan också georelateras och ligga i systemet. Skall vi byta system bör vi inte förvansa vare sig system eller projektion för att tillgodose vad man redovisade i en gammal bladindelning. Vi bör räkna så rent och riktigt som möjligt. Vi skall inte heller låsa fast oss i rutiner som byggts för gamla system, utan skapa möjligheter att göra bättre lösningar som stöds av den nya tekniken.

Bakåtkompatibilitet

På vilket sätt är kompatibilitet bakåt viktigt?

- Transformationssamband mot tidigare system måste alltid finnas tillgängliga efter byte av system, på grund av de stora datamängder bl.a. i analog form, som successivt behöver överföras vid senare skeden. Vi måste kunna översätta våra äldre förrättningskartor och andra kartor till ett nytt system utan alltför stora kostnader. Dokumenterade samband behövs för att kunna läsa in/utnyttja nu befintliga data i framtida kartdatabaser. Det kommer att ta mycket lång tid innan ett systembyte slår igenom. Därför viktigt att det är smidigt att röra sig mellan nya och gamla system.
- För att klara alla slags utsättningar av gränspunkter är bakåtkompatibilitet viktigt, annars blir dessa åtgärder väldigt dyra för våra kunder och även rättsäkerheten blir sämre. Viktigt med hänsyn till behovet av att kunna rekonstruera fastighetsindelningen. Det gäller återutsättning av förkomna gränsmärken, utvisning av gränslinjer, fastighetsbestämning etc.
- Historik för t.ex. gräns- och stompunkter är bra men kanske inte nödvändig om genomtänkta punktnummeringsystem finns och tillämpas konsekvent (vilket oftast inte är fallet).
- En förutsättning är att framtagna formler till GDB räknas om till det nya systemet samt att dessa vid utcheckning "passar" mot våra mätarkiv.
- Exempel Luleå kommun: Eftersom kommunen i Luleå inte har några direkta planer på att byta system för sina kartbaser, men använder GDBs fastighets- och rättighetskikt till sin primärkarta, så är det av yttersta vikt att eventuella nya formler mot SWEREF 99 och kommande kartprojektion inte innebär att dom på något vis "flyttas" vid utcheckning.

Övrigt

Förstudie för att hitta problemområden.

Om man gör en förstudie i någon del av landet bör man få fram de problem som blir följderna av ett byte.

Bladindelning

Behövs bladindelning i en digital värld? Ja, den är nödvändig bl.a. för att kunna systematisera utritningar i för ändamålet rätt skala.

Lägesnoggrannhet.

Lägesnoggrannheten är viktig vid byte av system, den får inte bli sämre än idag.

Kommunerna

Byter man nationellt referenssystem så skulle det vara önskvärt att systematiskt gå över de kommunala näten, analysera dessa, transformera eller mäta om näten och detaljdata, som härstammar från dessa nät, för att underlätta en övergång på bred front till GPS-teknik i tätortsmätning. Att få fram kompetens, resurser och pengar för detta i kommunerna är i dagsläget inte lätt. I alla fall inte i de mindre kommunerna.

När det gäller ett ev. byte av nationellt referenssystem så måste man fundera på att lägga tvingande föreskrifter för kommunerna (om det går?) att följa med för att inte göra en röra ännu värre.

Exempel Västra Götalands län: Av länets 49 kommuner ligger idag endast 2 stycken med sina kartsystem helt i RT 90 och då i 7,5 gon V och en kommun delvis. De flesta ligger med sina tätortskartverk i de olika regionsystemen, åtskilliga ligger i lokala RT 38 års-system. Göteborgskommunerna ligger i Göteborgs stads lokala RT 38 års-system och några kommuner ligger kvar i äldre helt lokala tätortssystem. Flera kommuner har olika system i sina olika tätorter. Dessa orkade inte följa med och byta, vare sig när regionsystemen kom på 70-talet, eller när RIX 95 kom på 90-talet.

Vilka kommer att byta system?

Trolig överdriven optimism om att stomnätsägare (främst kommunerna) kommer att byta koordinatsystem. Flertalet kommuner jobbar idag i regionsystemen eller i lokala system. För dessa har det gått bra att inte ligga i det nationella systemet och de kommer nog att resonera på samma sätt även fortsättningsvis. Däremot kommer det troligtvis att göras lite större insatser för att skapa bra samband.

För de statliga verken, som Banverket och Vägverket, är sannolikheten större, eller t.o.m. trolig, att de ansluter sig till ett nytt rikssystem. Om det skall gå att få med kommunerna krävs sannolikt ett stort nationellt projekt där staten tar den stora ekonomiska stöten för systembyten.

Nytt nationellt referenssystem ger enhetlighet.

Bra med enhetlighet. Dock mycket viktigt att de stora aktörerna – Banverk, Vägverk, Länsstyrelser m.fl. – är överens om att gemensamt införa ett nytt system. Kommunerna kommer troligen under lång tid framöver att fortsätta med lokala system. Med de programvaror och transformationssamband som finns är detta inget större problem.

För F:s del vore det naturligtvis en fördel om all förrättningsmätning kunde göras direkt i ett nationellt system. Samtidigt är de lokala systemen (inkl. regionsystemen) i sig inte ett stort problem under förutsättning att näten är homogena. Problemet är just detta att många nät har spänningar. Detta löser sig inte med byte av referenssystem, utan kan bara åtgärdas med bättre anslutningspunkter, nya anslutningsmätningar och omräkningar.

Gränssnitt 2000.

Kommuner som nyligen gått över till RT 90 är sannolikt inte beredda att omgående byta system igen. I dessa fall får vi informationen (kvalitetsförbättringar etc. enligt det nya SLM-avtalet) i RT 90 och får själva transformera till det nya systemet. Sannolikt är detta ett enkelt förfarande. Genom tillgången till gränssnitt 2000 blir det ett ganska obetydligt problem jämfört med hanteringen idag mot kommuner som inte har APC.

Synpunkter från en "lokalgeodet" i Värmland

"Jag har inte gjort annat än att bytt system under 40 år. Gör vissa bedömningar utifrån Sunne-perspektivet:

Mätarkiv: kan ej bedöma, ingen ordning idag. Vår landsbygdbas fungerar som ett visst

arkiv, system RT R05 5 GON V 66:14.

Digital registerkarta: Bank Sunne utgör väl i så fall grunden för transformation till vilket system som helst, vilket ju skulle vara våran framsynta tanke.

Vissa spänningar inom det kommunala nätet vet vi att det finns, så att komma rätt men transformationer är inte så lätt. Denna gång kanske det skulle räcka med tätort för tätort, men hur göra med storpolygonnätet på landsbygden? Dessutom tvingade vi in tågen mot tätorterna.

Att det kostar pengar är klart. Ska man ha en bank (typ Sunne) kvar i ett "riktigt" mät-system bör ju transformationer vara genomtänkta. Vilka punkter är inmätt från vad, varför stämmer det inte vid en återutsättning är ju redan idag ett problem som väl kvarstår i all evighet. Sen återstår samtliga kommunala kartor inom olika områden, naturligtvis inga problem att transformera hos oss, men även detta kostar pengar och tar tid.

Stomnät: Skall dessa räknas om, kanske inte alla gånger så lätt att transformera! Eller kommer annan GPS-teknik eller något annat som gör näten överflödiga? GPS idag, vad i morgon?

Lokalgeodeten har även synpunkter på höjdsystem, men det ingår ej i denna inventering.

Sammanställning av svar från Metria

I sammanställningen ingår svar från MMPG, MMKK, MMBQ, MDGG (Repro), Metria Miljöanalys, MDGL, MDG-prod, GIS-centrum, MMKF, MDBK (Metria i Kiruna), MKQ och LL/MDK.

Insamling

Datainsamlingen sker i princip med alla tänkbara metoder från terrestra mätningar till skanning och satellit- och flygbilder. Några hade ingen insamling.

Läget anges huvudsakligen med koordinater och bladindelning eller via administrativa områden.

Lagring

Läget till objekten associeras i huvudsak med koordinater. Ofta finns en anknytning till någon bladindelning och/eller punktidentitet. Någon hade ett lagringssystem där samtliga referenstyper var associerade till objekt.

Lagringen sker oftast i vektor- eller rasterform. Lagring i tabellform och ASCII nämndes också.

Tillhandahållande

Tillhandahållandet sker med hjälp av koordinatfiler, plottning, diskett, nätverk, kartfiler. Några använde sig även av tryckta produkter.

Formen är huvudsakligen vektor, raster eller ASCII. Det händer att dessa är kompletterade med text eller tabeller. Punktkartor indelade efter blad och nätkartor nämndes också.

Datautbyte

Utbytet verkade oftast ske via nätverk eller CD. Diskett och band förekom även det. (OBS svarsfrekvens låg på denna fråga!)

Tidsmässigt sker datautbytet oftast i efterhand eller enligt plan. "Då det behövs" är en fras några valt. (OBS svarsfrekvens låg på denna fråga!)

Utbytet verkar oftast ske med kommuner, företag, Vägverk, Försvarsmakt etc. Privatpersoner förekom hos någon. En hel del av utbytet internt också.

Idag hanteras olika koordinatsystem främst genom olika transformationer och omprojiceringar.

De flesta förstod eller svarade inte på frågan om datakvaliteten påverkades (annat än för lägesnoggrannhet) vid utbytet. Av de som svarade var det två som inte trodde att kvaliteten påverkades och en som tyckte att det kunde bli problem med manér och skala och texter (beroende på konverteringsprogram och till vilka system leveransen ska ske).

Kundsynpunkter

Majoriteten svarade att kunderna är koordinatkänsliga och vanligen ville få data i ett speciellt system. Ungefär en tredjedel svarade inte på frågan.

Rutsystemet (bladindelning)

Stora skillnader från att inte använda bladindelning överhuvudtaget till att ha byggt upp arkiv efter den. Används ofta vid lagring och hämtning. Verkar ofta handla om system för att dela upp data i mindre delar. Mest frekvent att använda bladindelning på något sätt.

Bakåtkompatibilitet

Stor spridning på svaren. Från "inte viktigt" och inget svar till mycket viktigt. Handlar då främst om historik, att kunna gå tillbaka till gamla data och att kunna transformera till gamla system eftersom många kunder kanske (troligen?) använder de gamla. Någon poängterade bladindelningen.

Övrigt

Kommentarer:

- Byte påverkar förmodligen produktionen väldigt lite.
- Problem uppkommer vid program som sammanställer data som ska bearbetas. Några gjorde en lista över data och program som skulle påverkas.
- Stor vikt att få med sig marknaden vid systembyte! Bra tillfälle att se över bladindelning.
- Helst ett globalt anpassat system (UTM).
- Marknaden går mer mot internationellt, vilket gör byte bra.
- Gradvis övergång att föredra.
- Måste gå att försörja gamla system.
- Satellitdata är inte lämplig att omprojicera. Ska istället vid precisionskorrigering sättas till rätt projektion => kostsamt. Omprojicering => mödosamt och troligen sämre kvalitet.
- Störst problem förmodligen inom pågående produktionssystem där bladindelningen spelar en mycket stor roll.

- Bör finnas tester som kontrollerar felaktigheter vid transformering och rekommendationer och instruktioner hur nya projektningsparametrar ska läggas in i programvaror distribuerade i Lantmäteriet.
- Omläggning möjligt tidigast 2006.
- Hur betalas omläggningskostnaderna?
- Mycket bladberoende information finns!!!
- Riktade symboler måste behandlas speciellt om koordinataxlar inte stämmer /parallella med nuvarande.

Sammanställning av svar från LF-data

I sammanställningen ingår svar från förvaltning GGD/DRK, förvaltning fastighetsregistret, LL, LS-enheten och LL historiska kartor, LT och LU.

Svaren från hälften (de tre förstnämnda) av ovannämnda följer inte "inventeringsmallen", vilket gör att sammanställningen under vissa rubriker är knapp. Speciellt rubrikerna *insamling* och de första delarna av *datautbyte* bör beaktas med försiktighet.

Insamling

Datainsamlingen sker genom skanning, digitalisering, manuell inmätning (linjal), flygbilder och beställningar hos Metria. Någon hade ingen insamling.

Läget anges med koordinat/er, administrativa områden, blad-, serie- eller rutindelning.

Lagring

Läget till objekten associeras med koordinater eller bladindelning.

Lagringen sker i vektor-, raster eller i analog form. Lagring i tabellform förekom också..

Tillhandahållande

Tillhandahållandet sker med hjälp av koordinatfiler, register, arcview/excel, nätverk, CD, utskrifter eller tryckta produkter.

Anknytning till blad/rutindelning nämndes av några.

Datautbyte

Utbytet sker via CD och koordinatfiler. Några hade inte något utbyte alls eller endast vid specialförfrågningar. Någon hänvisade till Metrias leveransfunktion.

Tidsmässigt sker datautbytet i realtid, i efterhand, efter beställning eller enligt plan. Spridningen verkar ligga inom enheter.

Utbytet verkar vara med kommuner, företag, Länsmyndighet, Försvarmakt, Vägverk etc. En hel del av utbytet internt också.

Olika koordinatsystem hanteras främst genom transformationer.

Datakvaliteten påverkades (annat än för lägesnoggrannhet) vid utbyte med "annat" system. Det handlade då om att vissa kopplingar ibland gick förlorade.

Kundsynpunkter

Majoriteten av kunderna är troligen koordinatkänsliga.

Rutsystemet (bladindelning)

Bladindelning verkar ha stor betydelse hos alla som svarat. Den verkar användas inom de flesta områden på ett eller annat sätt.

Bakåtkompatibilitet

Viktigt för redovisning av (gamla) produkter och historisk forskning. Bladindelningen poängterades särskilt av flera.

Övrigt

Kommentarer:

- Nuvarande kartbladsindelningen integrerad i en mängd rutiner!
- Rutnät behövs.
- Koppla gärna byte av referenssystem till bestämd tidpunkt och till annat stort produkt/teknikbyte.
- Lämpligt med byte i samband med ny lagringsstruktur. Vid denna tidpunkt kan marknaden vara mogen att släppa bladindelningen (innebär kartor i RT90 till år 2010).
- Tidig införelse av nytt referenssystem kommer medföra mycket höga kostnader.
- Total kostnad av byte eller ej byte bör uppskattas och ställas i relation till övrig verksamhet.
- Viktigt med information till kunderna! En förberedelse för vad som komma skall kopplat till tidtabell. Omdefiniering av transformationstabeller.
- Kartor behöver tryckas om.
- Produkter inom kreditmarknad berörs inte (koppling genom fastighetsbeteckning).
- Kunder av historiskt material ofta starkt koordinatberoende utifrån dessa.
- Dialog med Arkiv-sök borde upprättas, då denna produkt blir mycket koordinatberoende.
- Svenska orienteringsförbundet påverkas mycket vid byte av referenssystem.
- Fastighetsdatas kunder efterfrågar allt oftare lat-long p g a GPS-användning.
- Förberedelse för överföring av sekretessobjektshantering till digital miljö pågår.
- Kommer säkert krävas minst 150 pd för direkt utbyte i banken och programmen (avser GDB-alfa).
- Stora kostnader för att byta ut tryckta lager. Dock finns det vid övergången kanske bättre tryckpressar, vilket kan dra ned kostnaderna.

Några tyckte enkäten inte passade in på deras verksamhet och eftersökte ett nytt, mer genomarbetat frågeformulär.