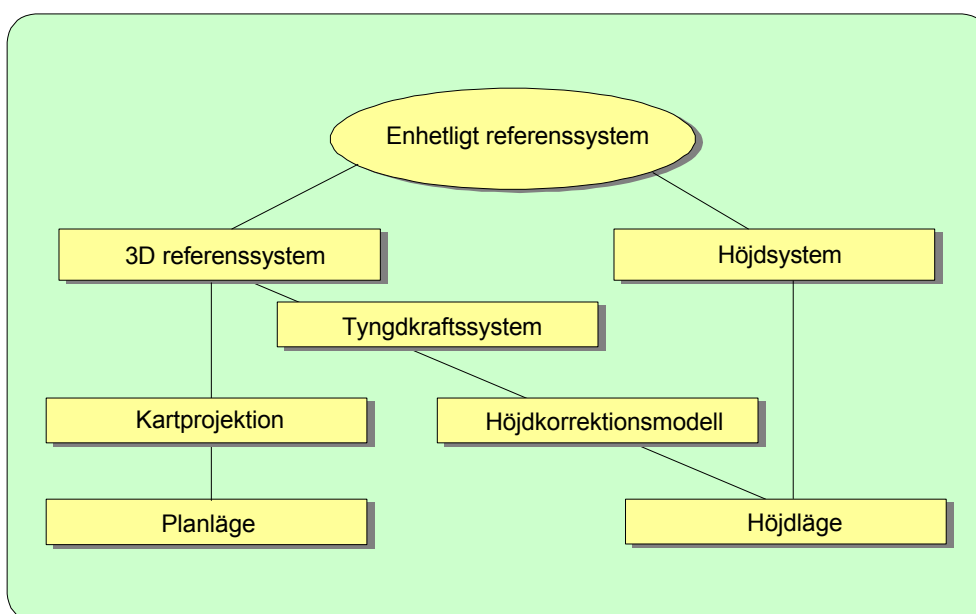


PM  
Information

2004-03-15  
Dnr

## Byte av referenssystem inom en kommun



### Innehållsförteckning

Nya referenssystem	2
Bakgrund	2
Planläge	3
Höjdläge	4
Motiv för byte	5
Homogenitet	5
Globalitet	6
Enhetlighet	6
Åtgärder inför ett byte	6
Stomnät, plan	6
Stomnät, höjd	7
Databaser	8
Information	10
Mer information	11

**Lars E. Engberg**

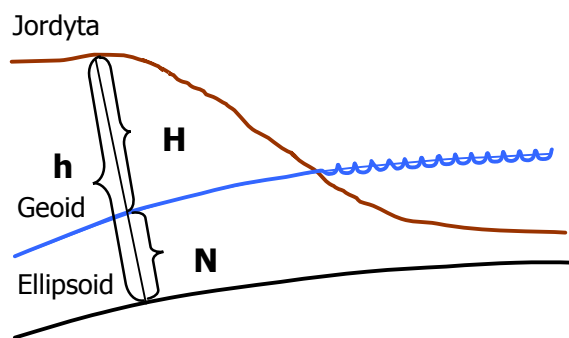
Lantmäteriverket Geographical and Land Information Services S-801 82 Gävle  
Besök: Lantmäterigatan 2 Tel. växel: +46 26 63 30 00 Fax:  
E-post: lars.e.engberg@lm.se Internet: www.lm.se

## Nya referenssystem

### Bakgrund

Traditionellt har de plan- och höjdsystem som vi använt varit åtskilda. Innan satellitteknikerna för lägesbestämning fanns tillgängliga för den vardagliga mätningen var denna situation fullt acceptabel.

Med GPS utnyttjas en global teknik som kräver ett globalt anpassat referenssystem. Även om läget fortsättningsvis kommer att beskrivas i plankoordinater och höjdvärden finns det en stark koppling mellan dessa representationer, en koppling som blir allt starkare ju mer globala tekniker som används i vardagen.

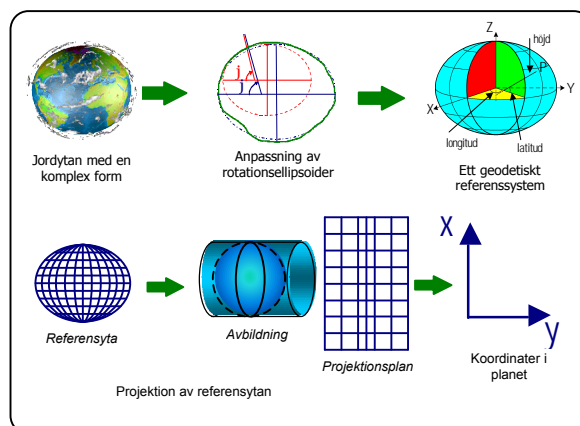


Figur 1: Sambanden mellan höjd över ellipsoiden ( $h$ ), geoidhöjd ( $N$ ) och "höjd över havet" ( $H$ ).

Kopplingen mellan höjdsystemet och det globala referenssystemet sker via en höjdkorrektionsmodell. Förenklat kan det liknas vid en geoidmodell där hänsyn även tagits till landhöjningen. Sambandet mellan höjder över ellipsoiden, vilket GPS ger, och höjden över havet, som höjdnätet beskriver, kan ses i figur 1.

För att kunna redovisa läget i planet, t.ex. på en karta utnyttjas en kartprojektion som länken mellan det 3-dimensionella referenssystemet och kartan (se figur 2). Kartprojektioner avbildar ellipsoidens buktiga yta på ett plan.

Begreppet enhetligt referenssystem innefattar en enhetlighet i de referenssystem som utgör grunderna för det plan- respektive höjdsystem som används, både nationellt och lokalt.



Figur 2: Schematisk beskrivning av avbildning från jordens komplexa yta till koordinater i planet.

### Dagens referenssystem

Idag råder en situation i Sverige på plansidan där de nationella kartverken och databaserna med geografisk information är insamlade och redovisade i

det nationella referenssystemet RT 90 och de kommunala kartverken och databaserna är insamlade och redovisade i en blandning av lokala referenssystem, äldre nationella system och i några fall i det nationella systemet RT 90. På höjdsidan utnyttjar vi höjdsystemet RH 70 nationellt medan flertalet av kommunala och andra användare utnyttjar helt lokala höjdsystem eller olika varianter av det äldre systemet RH 00. Det nationella höjdsystemet RH 70 används mycket sparsamt lokalt.

### Nytt referenssystem

SWEREF 99, den svenska realiseringen av ETRS 89, är ett globalt tredimensionellt referenssystem definierat av de 21 fundamentalpunkterna i det nationella nätet av fasta referensstationer för GPS (ingår i SWEPOS-nätet).

Med SWEREF 99 som nationellt referenssystem erhålles god överensstämmelse med såväl våra närmaste grannländer som resten av Europa. Ett införande även på lokal nivå medför även en nationell enhetlighet.

## Planläge

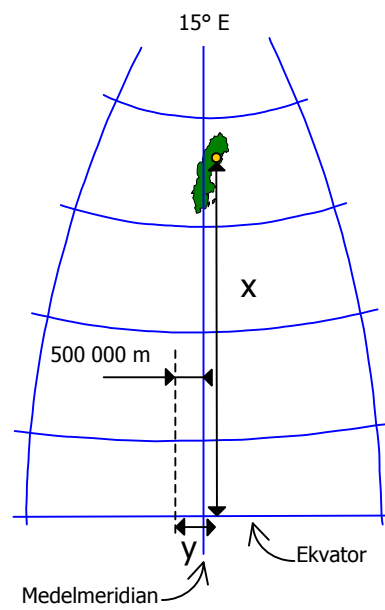
### Ny nationell kartprojektion

Ett oavvisligt krav på en ny nationell projektion är att den, på samma sätt som idag, medger en skarvlös avbildning av hela landet samtidigt som den allmänt förekommer i olika kommersiella programvaror.

SWEREF 99 TM, den nya nationella projektionen, karaktäriseras av medelmeridianen 15° ost Greenwich, skalreduktionsfaktorn =0,9996 samt ett tillägg till y-koordinaten på 500 000 m. Parametervärdena sammanfaller med UTM zon 33 men zonen är utvidgad för att avbilda hela landet i ett sammanhang. En strikt tillämpning av UTM skulle medföra en uppdelning av landet i tre zoner.

### Ny lokal kartprojektion

För att tillämpningar på lokal nivå bl.a. i kommunal teknisk verksamhet, måste projektionen utformas så att effekten av, de alltid närvarande, avbildningsfelen i flertalet situationer kan negligeras. Det mest påtagliga (avbildnings)felet är skalförändringen, vilken växer med avståndet från medelmeri-



Figur 3: Koordinater i det nationella systemet SWEREF 99 TM.

dianen. Genom att begränsa projektionens giltighetsområde i öst-västlig riktning kan även förstoringen begränsas till en rimlig nivå.

Av praktiska skäl måste zongränserna anpassas till kommungränserna. I figur 4 redovisas zonindelningen och respektive medelmeridian. Skalreduktionsfaktorn sätts till 1 (ett), x-koordinaten räknas från ekvatorn och y-koordinaten från medelmeridianens bild med tillägget 150 000 m i samtliga zoner. Med en uppdelning av landet i 12 zoner och en skalreduktionsfaktor lika med 1 (ett) begränsas förstoringen till 50 mm/km för större delen av landets yta.

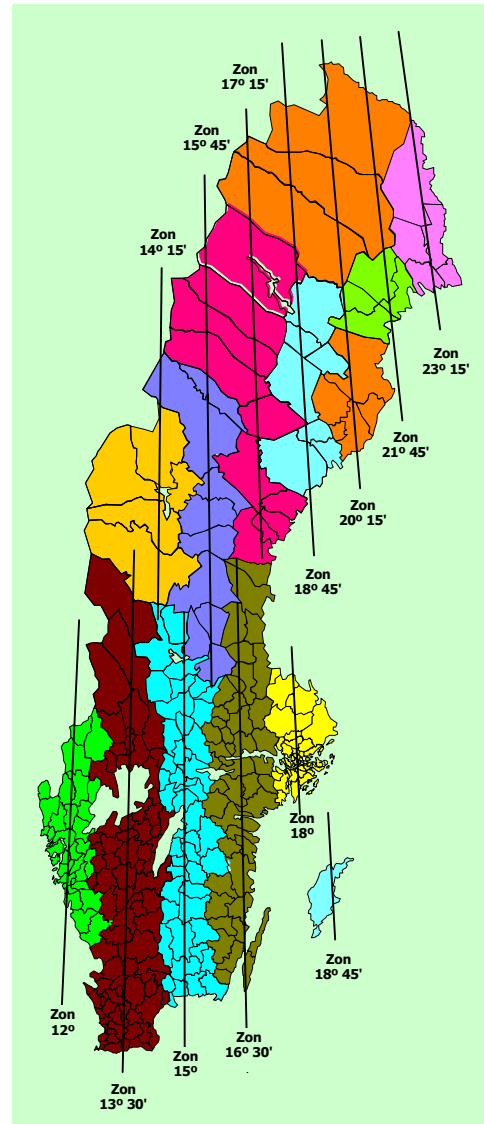
För lägesangivning i respektive zon används ett koordinatsystem som i likhet med det nationella systemet har en x-koordinat som utgår från ekvatorn och en y-koordinat som utgår från respektive medelmeridianens bild med ett tillägg av 150 000 m. I tabellen nedan redovisas parametrarna för samtliga zoner

## Höjdläge

### Nytt höjdsystem

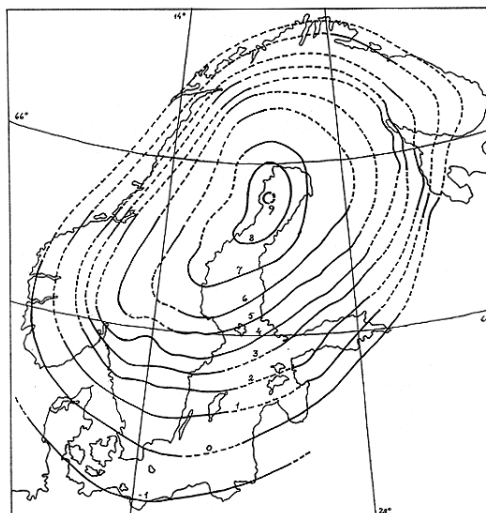
Den nu pågående bearbetningen av den s.k. Riksavvägningen kommer att resultera i ett nytt nationellt höjdsystem, RH 2000.

Ett av skälen till behovet av ett nytt höjdsystem är den landhöjning som finns här i Norden och orsakar med tiden en förändring av höjden över havet, se figur 5. I de övriga nordiska länderna pågår motsvarande arbeten och de olika nationella höjdnäten är sammanfogade där så är möjligt. Därigenom kan en utjämning av hela Norden göras med en gemensam modell för landhöjning och gemensamma parametrar för nätets definition. Genom att också i möjligaste mån använda parametrar som har överenskommit på europeisk nivå, erhålls också en god överensstämmelse med vår omvärld.



Figur 4: Zonindelningen för storskaliga tillämpningar.

Nollnivån i det nya systemet kommer liksom för RH 70 att definieras av en punkt i Amsterdam som används som 0-punkt i andra europeiska länder, Normaal Amsterdams Peil (NAP). Höjderna kommer att utgöras av normalhöjder, som redovisar förhållandena år 2000 (epok). Eftersom mätningarna i höjdnätet har pågått under mer än 20 år, måste alla mätningar reduceras till en gemensam epok. Skillnaden mellan RH 00 och RH 70 varierar sålunda mellan  $-4$  cm i sydligaste Sverige och  $+83$  cm i de norra landsdelarna. Skillnaden mellan RH 70 och RH 2000 torde i sin tur komma att variera med knappt hälften av dessa belopp.



Figur 5: Landhöjning i Norden. (Ekman 1996)

Med införandet av RH 2000 skapas alltså möjligheter för alla lokala användare att ansluta sina lokala höjdnät till ett höjdsystem som såväl regionalt som lokalt håller en mycket hög kvalitet. Efter anslutning och analys av de lokala näten torde i många fall också finnas skäl att överväga ett byte av de lokala systemen mot RH 2000, vilket skulle ge enhetlighet och på sikt en rad fördelar.

### Höjdkorrektionsmodell

För att kunna göra en övergång från höjder över ellipsoiden (GPS-mätning) till höjder över havet kommer även en höjdkorrektionsmodell att knytas till RH 2000. De användare som nyttjar lokala höjdsystem måste själva ta fram att separata höjdkorrektionsmodeller för respektive system.

### Motiv för byte

I en situation där alltfler aktiviteter sker över nationsgränser är det naturligtvis en fördel om ett gemensamt referenssystem används för insamling och redovisning av geografisk information.

### Homogenitet

De lokala systemen såväl i plan som i höjd uppvisar i allmänhet deformationer relativt de nya nationella systemen. Dessa geometriska svagheter kommer att menligt inverka på möjligheterna att tillgodogöra sig de rationaliseringsvinster som modern satellitbaserad lägesbestämning kommer att medge.

## Globalitet

De moderna satellitbaserade teknikerna för lägesbestämning är till sin natur globala och primärt ger de läget i ett globalt system. Den höga lägesnoggrannhet som kan uppnås vid användningen av dessa system försämras betydligt om även koordinattransformationer måste inkluderas i beräkningsprocessen.

## Enhetlighet

I en framtid kommer således all information att vara lägesbestämd i SWEREF 99, läget kan dock redovisas i tretton olika plana koordinat-system. Övergång mellan dessa system görs genom att ur x- och y-koordinaterna beräkna latitud ( $\varphi$ ) och longitud ( $\lambda$ ) varefter nya x- och y-koordinater beräknas genom projektion i aktuell zon.

## Åtgärder inför ett byte

Alla som på något sätt kommer att bli berörda av systembytet bör informeras om planerna så att de kan vidta de åtgärder som kan behövas.

Lantmäteriets geodetiska enhet (LG) bör också kontaktas i ett tidigt skede. Vi kan bistå med råd och information inför systembytet och även utföra vissa åtgärder.

I vissa fall kan man behöva använda både gamla och nya referenssystemen parallellt under en övergångsperiod, antingen genom att dubbellagra och uppdatera i dubbla baser, eller att ha transformation on-line från det ena systemet till det andra.

Åtgärder hos externa eller interna användare av kommunens data (statliga myndigheter, energibolag, tekniska förvaltningar etc.) beskrivs inte. Beträffande Lantmäteriets åtgärder i DRK, FDS, etc. när en kommun byter referenssystem finns en särskild rutinbeskrivning framtagen.

## Stomnät, plan

Listan avser de åtgärder som en kommunal mättningsorganisation behöver vidta för att rätta upp geometrin i sitt referenssystem och byta till SWEREF 99, som en engångsåtgärd.

## Inventera behov av kompletterande mätning

Kontrollera vilka passfel som erhållits vid beräkning av RIX 95-samband för kommunen. Det ger en grov uppfattning om geometrin i det kommunala systemet.

Ta fram befintlig information om det kommunala stornätets uppbyggnad och status (anslutningar, utbyggnader, förtätningar etc.) och avgör om det finns behov av kompletterande mätningar för att kartlägga brister i geometrin.

### **Teknikval**

Besluta vilken teknik (RTK eller statisk mätning) som ska användas för kompletterande mätningar. Befintliga resurser i kommunen samt ambitionsnivå beträffande upprätning av geometrin är styrande.

### **Kompletterande mätning**

Planera inmätning av passpunkter. Ev. kan en fältinventering behövas för att kontrollera punkternas status och siktförhållanden.

Utför mätningarna enligt LG:s rekommendationer. Vid statisk mätning utförs även beräkning av mätningarna. Leverera koordinater i kommunens system och i SWEREF 99 till LG.

### **Beräkna samband och korrektionsmodell**

LG beräknar transformationssamband baserat på RIX 95-mätningarna och de kompletterande mätningarna.

Ta fram en korrektionsmodell baserad på restfelen vid sambandsberäkningen.

### **Verifiera och förfina korrektionsmodellen**

Verifiera korrektionsmodellen genom mätning av ytterligare punkter.

Vid behov förfinas modellen genom att de nya punkternas restfel tillförs modellen, varefter den nya modellen verifieras genom ytterligare mätningar.

Förfiningen kan behöva göras i flera omgångar och utförs behovsanpassat, dvs. inom de områden där geometrin fortfarande ger problem.

Hur långt förfiningen kan drivas beror på vilken mätteknik som används, vilken ambitionsnivå man har och hur inhomogent systemet är.

### **Stornät, höjd**

För att rätta upp ett lokalt höjdsystem och ansluta detta till RH 2000 krävs åtgärder som till vissa delar motsvaras av de beskrivna åtgärderna på plansidan. En stor skillnad är dock att för höjdnäten används befintliga mätningar, eftersom dessa ofta är av hög kvalitet. Även i höjdnäten förekommer deformationer, vilka oftast beror på ogynnsam nätuppbyggnad och tidigare anslutningar till punkter med ojämn och bristande kvalitet.

## **Sammanställning av material för en första analys**

Alla befintliga mätdata sammanställs och levereras till LG för analys av nätets uppbyggnad och status (anslutningar, utbyggnader, förtätningar etc.). Genom att befintliga mätningar används reduceras behovet av kompletterande mätning normalt till eventuella anslutningsmätningar.

## **Inventera behov av kompletterande mätning**

Samtliga punkter i nätet inventeras för att få en uppfattning om nätets nuvarande status och en bild av huruvida nätet behöver kompletteras för att fylla sin funktion.

Förslag till åtgärder på fältet tas fram, med avseende på behov av förtättningsmätning i riksnätet, anslutningsmätningar, kontrollmätningar och eventuella kompletteringsmätningar.

## **Kompletterande mätning**

Kompletterande punkter markeras, och de planerade mätningarna utförs med sådana toleranser och kontroller att risken för "trappsteg" elimineras. De kompletterande mätningarna levereras till LG.

## **Utjämning och analys**

Nätet utjämnas på nytt efter tillägg av anslutningsmätningar och eventuellt övriga kompletterande mätningar. Om nätet därefter uppfyller de krav som ställs görs en slutlig utjämning i RH 2000. Därefter beräknas systemdifferenser i alla punkter som underlag för en definitiv bild av de deformationer som förekommer i det lokala systemet. Utifrån detta resultat tas sedan ställning till hur processen på bästa sätt drivs vidare.

## **Databaser**

### **Inventera befintliga data och program**

Inventera kommunens databaser m.a.p. vad som ska transformeras och hur.

Normalt bör all geografisk information i kommunens referenssystem transformeras med transformationssambandet och rätas upp med korrektionsmodellen.

Undantag är sådan information som fångats i SWEREF 99 och transformerats till kommunens system. Den informationen bör istället återföras till SWEREF 99 med inversen av det samband som använts vid transformationen.

Inventera de programvaror som används i kommunen m.a.p. möjligheter till transformation och upprätning. Om den ena eller båda funktionerna saknas i den aktuella programvaran måste data tillfälligt överföras till en annan programvara där funktionerna finns. Då krävs ett gemensamt dataformat för export/import mellan programmen.

### **Datafångst**

Datafångst, tex flygfotografering är ofta planerad och uppbyggd efter bladindelningen.

### **Tekniska system**

De tekniska system som används vid datainsamling, lagring och bearbetning måste ha en viss teknisk nivå och innehålla vissa funktioner för att klara en modern hantering.

De måste:

- Arbeta med relationsdatabaser med objektorientering
- Ha avancerade funktioner för transformationer inklusive deformationsmodeller
- Kunna hantera båda gammalt och nytt koordinatsystem
- Arbeta med historik

### **Databaser**

Samtliga geografiska databaser måste analyseras före övergången till ett nytt referenssystem. Det är lämpligt att först lägga över databasen i en modern databasmiljö med objektorientering.

Nedan ges exempel på de viktigaste och mest omfattande.

Vektordata:

- Primärkarta, baskarta
- Översiktskarta
- Registerkarta
- Ledningskartor, VA, El, Tele, mm
- Park- och gatumarkskartor

Rasterdata:

- Ortofoto
- Översiktskartor

Registerdata:

- Fastighetsregister
- Byggnadsregister
- Adressregister

- Gaturegister
- Parkregister

## Bladindelning

Befintlig bladindelning kan knappast bibehållas efter systembytet eftersom bladen då inte skulle bli rätvinkliga eller ha jämna koordinatvärden i blad-skarvarna. Detta har inte så stor betydelse för karthantering men annan planering och uppläggnig kan ha använt bladindelningen som grund.

Om det finns behov av en bladindelning även fortsättningsvis bör man inventera konsekvenserna av en ny bladindelning och besluta hur den ska se ut.

## Information

Vid bytet kommer databaserna transformeras och rätas upp enligt vad som framkommit under avsnitten "Stomnät". Annan förekommande koordinat-information uppdateras också till det nya systemet. Det betyder att alla användare av kommunens information måste informeras om det förestående bytet

## Användare av kommunala data

Ett byte av referenssystem påverkar många användare, exempelvis:

Internt inom kommunen:

- Stadsbyggnadskontoret
- Gatukontoret
- Va-verket
- Fastighetskontoret
- Miljöförvaltningen
- Serviceförvaltningen
- Stadsdelsförvaltningarna

Externa användare:

- Telia
- Energibolaget
- Lantmäteriverket
- Länsstyrelsen
- Vägverket
- Banverket
- Konsulter
- Grannkommuner

## Införandestrategi

Kommunen bör upprätta en strategi för arbetet med tillhörande handlingsplan och tidsplan.

Övergången måste genomföras så att alla inblandade, både producenter och användare hinner anpassa sina system och arbetsrutiner.

Kostnadsbilden för arbetet måste också grovt bedömas. Genom att upprätta en införandestrategi bör kostnaderna kunna hanteras i huvudsak inom de inblandades ordinarie verksamhet. Arbetet med teknikförändringen vad gäller metoder och system för datainsamling, lagring och bearbetning genomgår för närvarande en stor förändring och att genom en långsiktig anpassning kan kostnaderna hållas nere och rationaliseringsvinsterna börja tas hem under införandeperioden.

## Mer information

Varefter vi samlar på oss mer kunskaper om och får mer erfarenhet av kommer vi att publicera detta på vår hemsida:

<http://lantmateriet.se/refsys>

För närvarande finns det publicerat ett antal **INFOBLAD** som i första hand behandlar geodetiska frågor i samband med övergång till de nya referenssystemen SWEREF 99 och RH 2000.

För ytterligare information kontakta beträffande:

SWEREF 99                      Lars E Engberg  
och byte av plansystem tel: 026-633037  
e-post: [lars.e.engberg@lm.se](mailto:lars.e.engberg@lm.se)

RH 2000                         Per-Ola Eriksson  
och byte av höjdsystem tel: 026-633723  
e-post: [per-ola.eriksson@lm.se](mailto:per-ola.eriksson@lm.se)