



**Lantmäteriet**  
Lantmäteriverket - National Land Survey  
S - 801 82 GÄVLE · SWEDEN

**Tekniska skrifter - Professional Papers**

LMV-RAPPORT 1994:24

ISSN 0280-5731

---

# **RIX 95**

En utredning om  
förtätning av de geodetiska riksnäten  
och anslutning av lokala stornät

Gävle  
1994

Förteckning över senast utgivna LMV-rapporter

1994:7	Ersättning vid bevarande av kulturhistoriskt intressant bebyggelse	Sjödin Eije
1994:8	GPS-strategi för Lantmäteriet	Jansson Bertil
1994:9	Flygfotografering med GPS teknik, 1992 års försök på Rörberg	Andreasson Jonas
1994:10	Regionalt studium av riksnäten med GPS en homogenitets- och transformationsstudie	Johnson Michael
1994:11	DIFF-slutrapport Slutrapport från projektet Datorstöd i Flygfoto-produktionen	Andreasson Jonas
1994:12	Analys av offentliga fastighetsföretag	Sjöberg Anders
1994:13	Effektiv avkastningsvärdering av skogsfastigheter	Berg Robert
1994:14	Regionalt studium av riksnäten med GPS	Jonsson Mikael
1994:15	Fastighetsmarknaden idag Prisnivåer, trender, analyser våren 1994	Nilsson Christer
1994:16	Marknadsanalys lantbruk	Sandkvist Per
1994:17	Förfarande vid markåtkomst	Ekbäck Peter
1994:18	Digital produktion av riktvärdekartor vid AFT96 - huvudstudie	Sundquist Arne
1994:19	Förstudie om översyn av tonkilometermetoden	Norell Leif
1994:20	Värdering av små markområden vid fastighetsreglering	
1994:21	Kartplan 1994/1995 A-C Engman	Engstrand Bengt
1994:22	Fastighetsbildning med stöd av plan- och VA-utredning samt områdesbestämmelser - Exemplet Lövstavret i Eskilstuna	Björnsell Gunnar
1994:23	Planförfattare inom Lantmäteriet - en idébok	Björnsell Gunnar

Regeringen  
Miljö-och naturresursdepartementet  
103 33 STOCKHOLM

### **Uppdrag att redovisa vissa frågor om förtätning m.m. av de geodetiska riksnäten**

Lantmäteriverket, LMV, överlämnar härmed rapport avseende det utredningsuppdrag som regeringen gav den 19 maj 1994 rörande vissa frågor om förtätning m.m. av de geodetiska riksnäten.

Arbetet har bedrivits i projektform och i nära samverkan med huvudintressenterna. Deras behov av geodetiskt underlag och synpunkter på hur behoven bör tillgodoses har fångats upp och diskuterats vid enskilda överläggningar, gemensamma temadagar och genom enkätförfarande. Ett löpande informationsutbyte har även ägt rum mellan projektet och den utredningsman som på Kommunikationsdepartementets uppdrag haft att utreda frågor rörande referensstationer för det satellitbaserade navigations- och positioneringssystemet GPS (Global Positioning System).

Rapporten beskriver inledningsvis dags- och utvecklingsläget vad gäller geodetisk mätningsteknik - med tonvikt på GPS - samt stornätssituationen i Sverige i dag. Därefter redovisas resultatet av inventeringen av användarnas behov - nu och i framtiden - samt förutsättningarna för att kunna tillgodose behoven och ta tillvara den nya teknikens möjligheter. Mot bakgrund av en målbeskrivning redovisas slutligen förslag till åtgärder, ansvarsfördelning och finansiering samt en analys av förslagets konsekvenser och effekter. I anslutning till detta redovisas även de enskilda intressenternas synpunkter på förslagen.

LMV konstaterar att utredningen på ett tydligt sätt visar på behovet av samlade insatser för att förbättra tillgängligheten till och kvaliteten på de geodetiska stornäten. Vidare framgår att de samhällsekonomiska besparingar som kan göras genom de föreslagna och samordnade insatserna är betydande i förhållande till de sammantagna kostnaderna för lösningar som enbart (och ofta mer kortsiktigt) tillgodoser enskilda brukares eller projekts behov.

Med hänsyn till stornätens grundläggande betydelse för viktiga samhällsfunktioner anser LMV att det vore naturligt att statsmakterna gav verket uppdrag och erforderliga resurser för att genomföra de föreslagna insatserna för att bl.a. förtäta riksnäten och skapa samband mellan såväl internationella referenssystem

som lokala stornät. I den mån erforderliga anslagsförstärkningar inte kan tillskapas är LMV även berett att med kraft arbeta för att genomföra de nödvändiga insatserna utifrån en organisations- och finansieringslösning enligt rapportens förslag och som, i korthet, innebär att huvudintressenterna bidrar till genomförandet genom att tillskjuta finansiella resurser, egna arbetsinsatser eller grundmaterial.

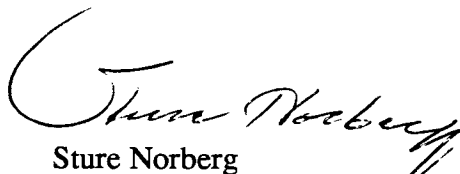
LMV vill därvid framhålla att även genomförandet av insatserna enligt den senare modellen väsentligt kommer att underlättas om regeringen gör en tydlig markering av betydelsen av att de föreslagna åtgärderna kommer till stånd genom samordnade insatser samt tydliggör LMVs ansvar inom området. Det senare sker lämpligen i samband med utformning av instruktion för den nya lantmäterimyndigheten.

Beträffande den del av finansieringen som föreslås ske inom ramen för LMVs statsuppdrag vill verket framhålla att det under den korta tid som stått till förfogande för utredningen inte varit möjligt att göra en samlad analys av vilka effekter som en ökad satsning inom geodesiområdet kan få för andra insatser inom området Landskapsinformation.

I anslutning till den beslutade organisationsförändringen finns också förslag om ökade satsningar inom andra angelägna områden samt oklarheter om vilka kostnadsökningar respektive rationaliseringseffekter den nya organisationen innebär. LMV vill även framhålla att utredningsförslaget ännu inte har presenterats för och diskuterats i Karträdet, även om dess medlemmar löpande hållits informerade och vissa av dem aktivt medverkat i utredningsarbetet.

Avslutningsvis vill LMV framhålla att rapportens förslag är av principkaraktär. Genomförandet kommer att kräva betydande planeringsinsatser efter överläggningar med intressenterna rörande prioriteringar av insatser över tiden mellan olika delar av landet m.m.

Beslut i detta ärende har fattats av generaldirektören efter föredragning av planeringsdirektören Ulf Sandgren.

  
Sture Norberg

  
Ulf Sandgren

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>13</b>
1.1 Uppdraget	13
1.2 Bakgrund, behov och målsättning	13
1.3 Uppläggning och rapportdisposition	14
1.4 Medverkande	15
<b>2 Den moderna teknikens möjligheter och krav</b>	<b>16</b>
2.1 Nya tekniker och synsätt	16
2.2 Positionsbestämning med GPS-teknik	17
2.3 Nya möjligheter och krav	22
<b>3 Stomnätssituationen i Sverige</b>	<b>24</b>
3.1 Stomnätens funktion	24
3.2 Riksnäten och de nationella referenssystemen	24
3.3 Andra stomnät och referenssystem	28
3.4 Samverkan, samordning och rådgivning	31
3.5 Uppläggning av hittillsvarande riksnätsarbeten	33
3.6 Nuvarande ansvarsfördelning i stomnätsfrågor	36
3.7 Internationell jämförelse	37
<b>4 Behoven och hur de kan tillgodoses</b>	<b>40</b>
4.1 Behovsinventering genom enkätundersökningar	40
4.2 Kommunala behov	42
4.3 Regionala och nationella behov	44
4.4 Internationella behov	49
4.5 Behov av kompetensutveckling och rådgivning	50
4.6 Total behovsbild och värdet av samordnade insatser	50
4.7 Lösningmodell och finansieringsform för förtätning av RT 90	53
<b>5 Förslag</b>	<b>56</b>
5.1 Målbeskrivning	56
5.2 Övergripande insatser	56
5.3 Förtätning av RT 90 och anslutning av lokala nät	57
5.4 Ansvarsfördelning	59
5.5 Volymer, kostnader och finansiering för förtätning av RT 90	60
5.6 Konsekvenser och effekter	62
<b>6 Intressenternas synpunkter</b>	<b>65</b>
6.1 Synpunkter på förslag till rapport	65
6.2 Särskilt yttrande från Stockholms Stadsbyggnadskontor	68
<b>Bilagor</b>	<b>71</b>
<b>1 Uppdraget</b>	<b>73</b>
<b>2 Sammanställning av enkätsvar</b>	<b>75</b>
2.1 Enkät till Lantmäteriverkets kartråd m.fl.	75
2.2 Enkät till de tekniska länslantmätarna i Lantmäteriet	77
2.3 Förteckning över inkomna svar	78



## Sammanfattning

Denna rapport redovisar ett utredningsuppdrag som regeringen gav till Lantmäteriverket den 19 maj 1994 och som avsåg "att närmare belysa behovet av och formerna för dels en anpassning av de geodetiska riksnäten till GPS-teknikens krav, dels en förbättrad anslutning av lokala geodetiska nät till rikets system". Uppdraget skulle utföras i samråd med intressenterna och redovisas till regeringen senast den 15 september 1994. Redovisningen skulle innehålla förslag till lämpliga åtgärder och hur dessa bör finansieras.

Utredningen har bedrivits i projektform och i nära samverkan med huvudintressenterna. Deras behov av geodetiskt underlag och synpunkter på hur behoven bör tillgodoses har fångats upp och diskuterats vid enskilda överläggningar, gemensamma temadagar och genom enkätförfarande. Intressenterna har även beretts möjlighet att - i kapitel 6 - avge sina yttranden över Lantmäteriverkets förslag till utredningsrapport.

## Behov

I utredningen konstateras att det i dag finns mer uttalade krav än tidigare på enhetliga referenssystem, baserade på stornät av god kvalitet. Detta beror främst på intresset av:

- att inom skilda tillämpningsområden kunna tillgodogöra sig fördelarna av det satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystemet GPS (Global Positioning System)
- att kunna effektivisera hanteringen av geografiska data, genom att utnyttja GIS (Geografiska Informationssystem) och att därvid bl.a. åstadkomma möjligheter till ajourföring av geografiska data "vid källan" samt ett flexibelt utbyte av data mellan olika sektorer och intressenter
- att effektivisera planering, projektering och förvaltning av de omfattande satsningar som nu sker i landet på vägar, järnvägar, telekommunikation m.m.
- att svara upp mot de krav som ställs utifrån den internationella samverkan som sker inom intressenternas olika verksamhetsområden.
- att åstadkomma en enklare och tydligare "stornätshierarki".

GPS-tekniken gör det i många sammanhang möjligt att tillgodose de krav som ställs på ett effektivare sätt än med konventionella mätmetoder. GPS ställer dock i sin tur vissa krav på anpassning av de geodetiska nätens utformning och tillgänglighet för att teknikens potential skall kunna utnyttjas fullt ut.

Uppbyggnaden av rikstäckande databaser för bl.a. GIS-tillämpningar kräver gemensamma referenssystem. Detta gäller t.ex. för fastighetsindelningen, där insatser pågår för att åstadkomma ett datorbaserat system för Geografisk FastighetsIndelning (GFI). Det innebär i korthet att den textbaserade informationen om fastigheter m.m. som finns i fastighetsdatasystemet integreras med "kart-

data” som beskriver fastigheternas belägenhet, områdesgränser för gällande planer och andra markreglerande bestämmelser m.m.

Fastighetsindelningen på landsbygden redovisas och underhålls i samma geodetiska system (RT 90) som den topografiska informationen i den ekonomiska kartan. I tätorter, och en del andra mer tätbebyggda områden, sker fastighetsbildningen och redovisningen av fastighetsindelningen oftast i lokala system. Därför behövs ett samband mellan systemen för dessa lokala områden och det gemensamma system som GFI kräver.

Exemplet ovan rörande redovisning av fastighetsindelningen är ett av många på de pågående strävandena att effektivisera och kvalitetssäkra ajourhållningen av geografiska data genom att så långt möjligt tillse att de organ som beslutar om olika åtgärder också ajourför aktuellt informationsslag (”ajourhållning vid källan”). Detta leder således till krav på stornäten och koordinatsystemen.

En annan utveckling som ställer motsvarande krav är behovet av att i olika sammanhang kunna hämta in och hantera information från andra sektorer i samhället. Vid t.ex. planering av vägbyggande behöver information om befolkning och bebyggelse, natur- och kulturvårdsintressen, skogsbruksintressen, försvarsintressen m.m. kunna hämtas in och hanteras, vilket leder till att sektorsansvariga organ måste kunna presentera sina data på ett sådant sätt att dessa kan samarbetas med data från andra organ.

De omfattande satsningar som i dag sker i Sverige på utbyggnad av infrastrukturen har inneburit mer uttalade krav på enhetliga stornät, bl.a. genom att projekten sträcker sig över stora geografiska områden och genom att bristerna i de lokala stornäten har blivit tydligare.

Sveriges åtaganden i internationell samverkan både inom geodesiområdet och i utbytet av geografisk information, bl.a. inom miljöområdet och kommunikationsområdet, ställer också krav på en framsynt hantering av de nationella stornätsfrågorna, samtidigt som det internationella samarbetet ger förutsättningar för framgång i de nationella satsningarna.

En enklare och tydligare ”stornätshierarki” innebär även att det blir lättare att lära ut och få förståelse för hur koordinater kan användas i skilda verksamheter. I dag krävs oftast geodetisk expertis för att klara ut sambanden mellan olika referenssystem.

## **Mål**

Utredningen ställer som förslag för den fortsatta verksamheten inom stornätsområdet upp målet ”att erhålla enhetliga och homogena stornät i plan och höjd, som har en hög intern noggrannhet på både korta och långa avstånd och är baserade på gemensamma referenssystem med internationell anknytning”.

Om detta mål uppfylls underlättas användningen av GPS och möjligheter ges att arbeta lokalt, regionalt, nationellt och internationellt i samma system. Vidare kan skilda tekniker blandas helt fritt.



## Övergripande insatser

För att uppnå målet måste en rad insatser genomföras. Vad gäller de nationella geodetiska systemen krävs, i korthet, följande övergripande åtgärder:

- En nationell databas skapas för lagring av samtliga mätningar som utförts för riksnätsändamål. I databasen ingår även data om vissa kommunala och andra stompunkter. Detta är en förutsättning för att de investeringar som gjorts i mätningarna skall kunna utnyttjas fullt ut.

Arbetet med databasen bör vara kontinuerligt och påbörjas omgående. Annars finns ingen möjlighet att återanvända mätningar, och därigenom höja kvalitén fortlöpande eller om behov uppstår byta referenssystem i framtiden.

- Ett enhetligt stornät med hög lokal och regional noggrannhet etableras. Detta skall inrama hela landet och vara baserat på ett internationellt referenssystem.

Införandet av det nationella referenssystemet för GPS-mätning, SWEREF 93, innebär att ett sådant system realiseras i Sverige. Nätet består inledningsvis av få punkter i ett yttäckande nät över hela landet. Allt eftersom mättdatabasen fylls kommer det att vara möjligt att öka punkttätheten.

SWEREF 93 är kopplat till såväl det europeiska referenssystemet EUREF89 som till det globala referenssystemet WGS 84.

- Riksavvägningen slutförs i minst den takt som planerats och förberedelser vidtas redan nu för en gemensam beräkning av samtliga data, i syfte att införa ett nytt höjdsystem i landet.

Detta system ersätter RH 70, som är inhomogent och framför allt har en osäker regional noggrannhet. Mer omfattande förtätningsåtgärder i höjdnätet får ingen effekt förrän ett nytt höjdsystem finns att tillgå.

Befintliga resurser för riksavvägningen bör dock efter slutförandet övergå till förtätning samt ajourhållning av det nya höjdnätet.

- Erforderliga tyngdkraftsmätningar utförs, för att beräkningen av höjdsystemet och geoiden skall kunna ske på bästa sätt.
- En förbättrad geoidmodell som är kopplad till det nya höjdsystemet tas fram, så att GPS-tekniken kan användas även för noggrann höjdbestämmning.
- Riksnäten i plan, höjd och för tyngdkraft underhålls kontinuerligt, för att säkerställa gjorda investeringar och fortlöpande kunna anpassa näten till framtida krav.

## Förtätning av riksnät och anslutning av lokala nät

Rikets referenssystem (RR 92) är samlingsnamnet för Rikets koordinatsystem (RT 90), Rikets höjdsystem (RH 70) och Rikets geoidhöjdssystem (RN 92). Detta systemkomplex utgör tillsammans med referenssystemet SWEREF 93 grunden för ett effektivt utnyttjande av GPS i landet.

Under rikssystemen finns emellertid ett flertal lokala system. En förutsättning för att även dessa skall kunna länkas in är att de är anslutna - direkt eller indirekt - till RR 92. Stomnätsanslutning är således en viktig åtgärd för en optimal GPS-användning. Omvänt kan GPS-teknik med fördel utnyttjas för att åstadkomma denna anslutning.

Ambitionsnivån vad gäller insatserna för att åstadkomma en effektiv positionsbestämning i planet kan enligt utredningen stegvis höjas.

I det första steget används RT 90 som kommunikationslänk i samband med koordinattransformation genom att enhetliga, nationella transformationsformler tas fram och utnyttjas. I nästa steg genomförs en total övergång till RT 90. I det tredje steget sker mätning i SWEREF 93 men presentation i RT 90, för att möjliggöra relatering till tidigare insamlad information. I det fjärde och sista steget införs SWEREF 93 som nationellt referenssystem, vilket ger kopplingar till t.ex. EUREF 89 och WGS 84.

Före detta ligger ett ”steg noll”, som avser den anslutning av lokala system till någon form av rikssystem som är nödvändig för att stegen 1-4 överhuvudtaget skall kunna tas. Det mest omfattande arbetet ligger i detta steg.

Följande bör beaktas vid förtätningen av riksnäten:

- Riksnäten förtätas så att samtliga kommunala stamnät kan få ett bra samband med riksnäten samt att möjligheter ges att kontrollera, kvalitetsbestämma och förbättra dessa nät.

Detta bör ske genom inmätning av ett urval av ”strategiska” kommunala stompunkter. I viss utsträckning bör, samtidigt och samordnat, insatser göras för att placera riksnätspunkterna mer lättillgängliga.

- Definitionen av sambanden mellan lokala system och riksnäten måste göras entydig - dvs. endast ett samband per systemkombination, som används av alla.

Till dessa officiella systemsamband bör fogas uppgifter - en sorts ”varudeklaration” - om giltighetsområde, antal passpunkter, kvalitet m.m. Sambanden bör publiceras i en skrift, t.ex. inom ramen för dokumentserien HMK: Handbok till mätningskungörelsen.

Med utgångspunkt i RT 90-förtätningen, och för att på sikt åstadkomma en mer enhetlig stomnätskvalitet i landet

bör insatser för en kompetensutvecklingen samordnas med förtätningsarbetena i riksnätet, i syfte att genom en viss medverkan öka insikterna i bl.a. kommunerna i dessa frågor

bör de kommunala stamnäten renoveras, underhållas och mer i detalj utvärderas; åtgärderna bör avse såväl anslutnings- som bruksnät och syftar till att på sikt höja kvalitén och skapa möjligheter till mer flexibla lösningar vid utnyttjandet

bör mätdata-baser byggas upp på samma sätt som för riksnäten; med sådana kommunala databaser ges förutsättningar för att vid behov kunna genomföra nyutjämnings av hela eller delar av ett lokalt stornät - vid underhåll eller för en analys av underhållsbehovet.

### **Ansvarsfördelning**

Lantmäteriverket har ansvaret för anläggande och underhåll av riksnäten, inklusive nätens tillgänglighet. Verket är också tillsynsmyndighet i anslutningsfrågor. Vid utformningen av ny lantmäterioorganisation (inkl. instruktion för den nya myndigheten) är det naturligt att tydliggöra verkets framtida myndighetsuppgifter. I dessa bör ingå att ansvara för framtagning av transformationssamband mellan lokala och nationella system samt publicering av dessa. I ansvaret bör även ingå att samordna genomförandet av mätningssatserna.

### **Volym, kostnader och finansiering**

Utredningen beräknar att en förtätning av RT 90 vid en samordnad insats innebär att cirka 5 500 stompunkter behöver nymätas. Till detta kommer behov av nyberäkning av cirka 5 000 kommunala punkter. De totala kostnaderna för dessa insatser beräknas till 54 Mkr.

Om en samordning av insatserna inte kommer till stånd beräknas att totalt ytterligare cirka 1 100 stompunkter behöver nymätas för att de verksamhetsanknutna behov som huvudintressenterna var för sig har skall kunna tillgodoses. Detta motsvarar en merkostnad på cirka 8 Mkr i direkta mätning- och beräkningskostnader.

Kostnaderna föreslås finansieras genom att huvudintressenterna tillskjuter finansiella resurser, egna arbetsinsatser eller grundmaterial på ett sätt som innebär att var och en lämnar ett väsentligt bidrag till genomförandet och ändå samtidigt tjänar på att den samordnade lösningen kommer till stånd.

Banverket, Telia AB och Vägverket föreslås tillsammans skjuta till 16 Mkr över en tioårsperiod för att täcka sina egna kostnader samt 8 Mkr för att täcka kommunernas del i projektkostnaderna. Sjöfartsverket föreslås att med egna resurser utföra mätningssatser för cirka 5 Mkr.

Lantmäteriverkets bidrag bör uppgå till sammanlagt 25 Mkr, varav 15 Mkr måste finansieras genom anslagsförstärkning eller omprioriteringar inom Lantmäteriverkets statsuppdrag. Kommunerna föreslås bidra med att lämna grundmaterial till förfogande

### **Konsekvenser och effekter**

De viktigaste effekterna av en samordnad insats för förtätning av riksnäten och anslutning av lokala nät är, utöver rationaliteten i själva genomförandet, att samtliga riksnätspunkter lagras på ett ställe, att alla har tillgång till dessa punkter samt att samtliga mätningar sparas och därför kan återutnyttjas.

Efterhand som allt fler gemensamma punkter etableras i SWEREF 93- och RT90-näten förbättras möjligheterna att använda fasta referensstationer för noggranna GPS-mätningar i RT 90. Vidare förbättras möjligheterna att, på längre sikt, övergå till SWEREF 93 som ett nytt nationellt referenssystem.

Det förtjänar att betonas att förtätningen av riksnätet och restaureringen av de kommunala huvudstomnäten endast är ett första steg i en hel kedja av åtgärder, som måste vidtas för att förenkla och förbättra utbytet och underhållet av geografiska data.

Kommunerna bör emellertid ha ett starkt egenintresse av att de föreslagna åtgärderna kommer till stånd. De får utan egen kontantinsats sina huvudstomnät restaurerade och anslutna till RT 90. Åtgärderna är kostnadsberäknade till 33 Mkr och utgör en värdefull grund för den fortsatta översynen av bruksnäten.

Infrastrukturbyggarna bidrar med 8 Mkr, och Lantmäteriverket med 25 Mkr, till finansieringen av denna verksamhet. I motprestation får de kostnadsfritt tillgång till information om de kommunala huvudstomnäten och bruksnäten.

Inom ramen för den samordnade insatsen måste planeringen av mätningarna för de olika intressenterna ske gemensamt. För att alla dessa ändå skall få sina behov tillgodosedda på utsatt tid kan volymen på de årliga insatserna komma att variera under 10-årsperioden. Ett annat villkor för att den samordnade insatsen skall ge full utdelning, och vara attraktiv för finansiärerna, är att samtliga intressenter deltar i projektet.

Infrastrukturbyggarna har t.ex. ingen större glädje av att huvudstomnäten i kommunerna restaureras om inte arbetet fortsättes med en översyn av bruksnäten, så att transformationssamband kan erhållas till riksnäten för att bl.a. användas vid projektering.

Om det föreslagna samarbetet inte kommer till stånd blir konsekvenserna att varje intressent tillgodoser sina respektive behov av stamnät, varigenom möjligheterna till utbyte av geografiska data försvåras eller omintetgörs. Dessutom blir effekten att uppgifter om identiska objekt får varierande värden i olika databaser. Följden blir onödigt arbete för att i efterhand jämkas ihop data.

# 1 Inledning

## 1.1 Uppdraget

Regeringen uppdrog den 19 maj 1994 åt Lantmäteriverket att "närmare belysa behovet av och formerna för dels en anpassning av de geodetiska riksnäten till GPS-teknikens krav, dels en förbättrad anslutning av lokala geodetiska nät till rikets system".

Uppdraget skulle utföras i samråd med intressenterna och redovisas till regeringen senast den 15 september 1994. Redovisningen skulle innehålla förslag till lämpliga åtgärder och hur dessa bör finansieras.

Regeringsbeslutet redovisas i bilaga 1.

## 1.2 Bakgrund, behov och målsättning

En samlad beskrivning av geodesins utveckling i landet gavs i Lantmäteriverkets utredningsrapport *Geodesi 90*. I rapporten beskrevs bl.a. stornätssituationen och utvecklingsläget inom teknikområdet. Dessutom redovisades ett antal förslag till åtgärder.

Förslagen grundades på en behovsinventering. Där framkom bl.a. att tillgängligheten till det plana riksnätets punkter behövde förbättras (Vägverket m.fl.), att alla punkter i nätet måste redovisas i ett och samma referenssystem (Sjöfartsverket m.fl.) samt att de kommunala nätens relation till ett enhetligt, överordnat referenssystem behövde fastställas (Banverket m.fl.). *Geodesi 90*-rapporten överlämnades till regeringen som en bilaga till den fördjupade anslagsframställningen 1990.

I arbetet med att utforma ett förslag till inriktning av Lantmäteriets verksamhet under 1990-talet (*LI94*) ägnades geodesifrågorna betydande intresse och en ny, omfattande utredningsinsats gjordes.

I sin särskilda rapport till regeringen markerade Lantmäteriverket att betydelsen av stornätsanslutning hade ökat under senare tid, bl.a. till följd av den moderna projekteringstekniken och utvecklingen inom GIS-området men också för att möjliggöra en effektiv användning av GPS-tekniken. Verket föreslog etablering och drift av ett nationellt nät av fasta referensstationer för GPS men valde att inte lämna något förslag om ett utökat ansvar för anslutningsmätning.

Främst de infrastrukturansvariga uttryckte i sina yttranden över den särskilda rapporten att behoven av stornätsåtgärder var betydande och borde föranleda en mer offensiv hållning från Lantmäteriverkets sida.

Infrastrukturbyggarna utför byggnadsprojekt som ofta sträcker sig genom flera kommuner - ibland flera län. Dessa projekt kräver noggrann positionsbestämning både i projekteringsstadiet och vid själva byggandet, vilket ställer stora krav på kvalitet och enhetlighet i de stornät som mätningarna skall anslutas till.

I många fall duger endast de moderna riksnäten, trots att riksnätspunkterna ofta är svårtillgängliga. Ett utnyttjande av kommunala stornät vore att föredra, men dessa är i många fall inhomogena och har ofullständiga inbördes samband.

Vidare har insatserna vad gäller riksnätsanslutning varit av ringa omfattning, främst på grund av det rådande kärva ekonomiska läget. De anslutningar som utförts har därför ofta varit inriktade mot att täcka ett visst projekts behov och inte mot att skapa generella förutsättningar för en effektiv mättningsverksamhet.

Enhetliga, rikstäckande och lättillgängliga stornät och referenssystem - av hög kvalitet och med goda samband med de lokala systemen - är av stor betydelse också för Lantmäteriets egen verksamhet, t.ex. vid kart- och databasproduktion samt fastighetsbildning och fastighetsregistrering.

Regeringens engagemang i IT- och infrastrukturfrågor är ett uttryck för den stora betydelsen av samordnade insatser med samhällsnytta som drivkraft. Satsningarna på informationstekniken och infrastrukturbyggandet ställer dock i sin tur ökade krav på den grundläggande geografiska informationen.

Detta betonas t.ex. i Regeringens skrivelse 1993/94:170: *Investeringsplaner för infrastrukturen*, där man bl.a. förutsätter att Vägverket och Banverket "prövar möjligheterna att bidra till databasuppbyggnaden".

Modellerna för tillhandahållande och finansiering av geografisk information utgår från att finna de ur samhällsekonomisk synvinkel mest effektiva lösningarna. Stornät och referenssystem är en viktig del av infrastrukturen och utgör en förutsättning för all hantering av geografiska data.

Det är därför Lantmäteriverkets uppfattning att även frågorna om tillgängligheten till riksnäten och deras samband med de lokala systemen bör lösas samordnat, såväl tekniskt som planeringsmässigt och finansiellt. Denna uppfattning stöds av företrädarna för de myndigheter och övriga organ som medverkat i denna utredning.

### **1.3 Uppläggning och rapportdisposition**

Inom den egna organisationen har utredningsarbetet bedrivits i projektform, med chefen för Lantmäteriverkets planeringssekretariat som projektledare. Utredarna har tagit fasta på regeringens markering i direktiven, att arbetet skulle genomföras i samråd med intressenterna.

I inventeringsarbetets inledning anordnades därför en temadag, med ett 20-tal intressenter representerade. Vidare genomfördes två enkätundersökningar: en riktad mot samma målgrupp som för temadagen och en mot Lantmäteriets tekniska länslantmätare. En andra temadag hölls i utredningsarbetets slutskede, där framkomna resultat och preliminära förslag diskuterades.

Rapporten beskriver i de inledande kapitlen dags- och utvecklingsläget vad gäller geodetisk mätningsteknik - med tonvikt på GPS - samt stornätssituationen i

Sverige i dag. I kapitel 4 redovisas resultatet av behovsinventeringen och förutsättningarna för att kunna tillgodose behoven och tillvarata den nya teknikens möjligheter analyseras.

Kapitel 5 inleds med en målbeskrivning. Därefter redovisas förslag till åtgärder, ansvarsfördelning och finansiering samt en analys av förslagets konsekvenser och effekter. Rapporten avslutas med en redovisning av intressenternas synpunkter på Lantmäteriverkets preliminära rapportförslag. Två bilagor kompletterar framställningen.

Utredningen har fått namnet *RIX 95* - eftersom den i huvudsak behandlar hanteringen av riksnätsfrågor, med början 1995. Den utgör i viss mening fullbordandet av den "trilogi" av geodesiutredningar som i övrigt innefattar Geodesi 90 och LI94.

#### 1.4 Medverkande

Lantmäteriets utredningsgrupp har haft följande sammansättning:

Ulf Sandgren	Planeringssekretariatet	projektledare
Bertil Jansson	Planeringssekretariatet	bitr. projektledare
Clas-Göran Persson	Kartavdelningen	sekreterare
Torsten Olsson	Produktionsavdelningen	
Thomas Lithén	Produktionsavdelningen	
Jan-Axel Narin	Division Sydsverige	
Göran Nilsson	Division Nordsverige	
Johan Nordenswan	Division Östsverige	

Därutöver har ett stort antal personer - inom och utom organisationen, framför allt vid Lantmäteriverkets geodetiska enheter - medverkat med underlag och synpunkter.

## 2 Den moderna teknikens möjligheter och krav

### 2.1 Nya tekniker och synsätt

*Geodesi* är läran om uppmätningen av jorden. Denna vetenskap har alltid utgjort ett viktigt stöd för t.ex. kartläggning, samhällsbyggande, fastighetsindelning och - tillsammans med astronomin - för navigering. Utvecklingen inom geodesin har successivt gett nya möjligheter inom de verksamhetsområden den stödjer, och omvänt har dessa områdens behov i stor utsträckning varit styrande för geodetisk FoU.

Astronomin har nu i princip spelat ut sin roll i samband med navigering och ersatts av "artificiella himlakroppar", satelliter. Dessa används också inom geodesin, vilket har inneburit ett ytterligare närmande mellan geodetisk mätningsteknik och positionsbestämning i navigeringssammanhang. Satellitteknikens användning för t.ex. fjärranalys och datakommunikation har också bidragit till utvecklingen inom de här aktuella tillämpningsområdena.

Trots att satellittekniken i hög grad influerar det geodetiska arbetet i dag finns även inslag av annan ny teknik - t.ex. användning av *tröghetsteknik* för geodetisk/geografisk datafångst - samt olika typer av samutnyttjande av gamla och nya tekniker och metoder, såsom kombinationer av GPS-, tröghets- och konventionell teknik.

Dessutom har den traditionella mätningstekniken som sådan genomgått en markant vidareutveckling. T.ex. har mätbanden ersatts av elektrooptiska avståndsmätare (*EDM-instrument*) och införandet av *motoriserad avvägning* har kraftigt rationaliserat höjdmätningen.

Introduktionen av integrerade, digitala mätinstrument (t.ex. *totalstationer*) och ett utvidgat datorstöd i fält har inneburit att det nu finns obrutna, digitala produktionslinjer - från mätningen i fält till lagring i en geografisk databas. Motsvarande utveckling mot digitala metoder finns inom ämnesområdet *fotogrammetri*, dvs. mätning i flygbilder för kartläggning och databasuppbyggnad.

Också kartografin är numera digitalt orienterad. En inriktning mot uppbyggnad av kartdatabaser samt utnyttjande av ritmaskiner och plottrar för utmatning har funnits i flera decennier, men nu går även här trenden mot helt digitala produktionslinjer vid kartframställningen. Denna utveckling har gått hand i hand med den inom området *CAD (Computer Aided Design)*, dvs. datorstöd vid framställning av ritningar och i samband med projektering.

Målsättningen vid datorstödd kartframställning och användningen av CAD-teknik var dock under lång tid att effektivisera produktionen av ritade produkter, kartor respektive ritningar. I dag är inriktningen i stället ett direkt utnyttjande av digitala data - vid projektering, analyser, kartanvändning etc.

Detta synsätt kommer tydligt i uttryck i samband med införandet av *Geografiska InformationsSystem (GIS)*. Dessa baseras på geografiska databaser och



innehåller kraftfulla verktyg för analys och presentation av geografisk information. Detta kan ske genom utnyttjande av kartor av olika slag, men kartredovisning är bara en av de många tillämpningar som skall betjänas av ett GIS. Analys på andra sätt än via kartdata är minst lika viktiga.

En bärande idé i GIS-utvecklingen har varit att samma data skall kunna användas i flera sammanhang. Det skall t.ex. vara möjligt att arbeta parallellt inom skilda skalområden och de geografiska databaserna skall ha ett sådant innehåll och en sådan struktur att behoven inom olika tillämpningsområden samtidigt kan tillgodoses. Denna idé bygger i sin tur på:

- "ajourhållning vid källan", var och en ansvarar för "sina" data
- datautbyte mellan intressenterna, alla har tillgång till den samlade, ajourförda datamängden
- sambearbetning av data, för att erhålla ny information som inte kan utvinnas ur de enskilda delmängderna.

En viktig orsak till det genomslag som GIS-tekniken fått är utvecklingen av nya, snabbare lagringsmedia med en allt större lagringskapacitet.

## 2.2 Positionsbestämning med GPS-teknik

GPS är en teknik som på ett effektivt sätt kan lösa många befintliga och framtida användarbehov och framstår som något av det mest revolutionerande inom mättings- och navigationsområdet på senare tid. Tekniken ställer dock vissa krav på anpassning, t.ex. av de geodetiska näten, vilka det ingår i utredningsuppdraget att närmare belysa.

GPS-tekniken och dess krav på stornäten är således av central betydelse för denna utredning. Detta motiverar en ganska ingående beskrivning av tekniken. För en fullständig sådan hänvisas t.ex. till GPS-dokumentet i Lantmäteriverkets skriftserie "HMK - Handbok till mättingskungörelsen".

### Satellitssystemet

*GPS (Global Positioning System)* är ett satellitbaserat navigations- och positionsbestämningssystem som har utvecklats av USAs försvarsmakt. Det är i första hand avsett för militärt bruk men också tillgängligt för civil användning. Utnyttjandet i sig är inte förenat med några kostnader.

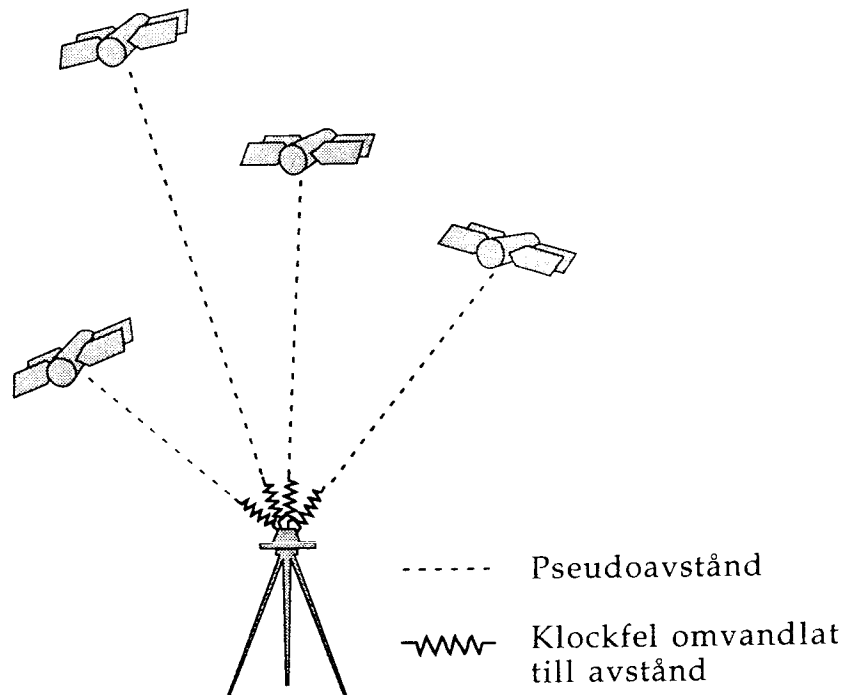
Systemet består av 24 satelliter, som går i banor ca. 20 200 km ovanför jordytan med en omloppstid på knappt 12 timmar. Satelliterna sänder ut kodade signaler på två frekvenser samt ett satellitmeddelande som bl.a. innehåller uppgifter om satelliternas positioner.

Satellitpositionerna (*bandata*) bestäms och uppdateras fortlöpande från ett antal *monitorstationer*, placerade längs ekvatorn. Uppgifterna predikteras en period framåt i tiden och sänds upp till satelliterna. Hela systemet övervakas från en driftsledningscentral i Colorado Springs.

## Mätmetoder

För att kunna utnyttja GPS krävs en särskild mottagare, försedd med en antenn som kan ta emot satellitsignalerna.

Grundprincipen för navigering och positionsbestämning med GPS är att ur tidsobservationer uppskatta avståndet mellan mottagarantennen och satelliterna. Ur sådana indirekta avståndsmätningar - s.k. *pseudoavstånd* - mot minst fyra satelliter kan antennens position bestämmas, se figur 1.



Figur 1: Grundprincipen för positionsbestämning med GPS-teknik.

Ett antal mät- och beräkningsmetoder har utvecklats för att möta olika tillämpningars krav på noggrannhet och aktualitet i positionsangivelsen.

Vid *absolut mätning* används endast de data som satelliterna sänder ut, vilket ger en positionsnoggrannhet i storleksordningen 50-100 m.

För att förbättra kvalitén kan man tillgripa *relativ mätning*, dvs. samtidig mätning på två eller flera stationer. Beroende på mättings- och beräkningsförfarandet erhålls då en inbördes positionsnoggrannhet från några meter (*kodmätning*) ned till centimeternivå (*bärvågsmätning*).

GPS-mätningen kan utföras med stillastående mottagare (*statisk mätning*) eller med mottagaren i rörelse (*kinematisk mätning*). Resultatet från mätningen kan antingen erhållas direkt i fält - i *realtid* - eller genom *efterbearbetning* av observationsdata.

### Referensstationer

Ett sätt att utföra relativa GPS-mätningar är genom utnyttjande av s.k. *fasta referensstationer*.

En fast referensstation är placerad på en noggrant positionsbestämd punkt. Den är permanent bestyckad med en GPS-mottagare, som utför kontinuerliga observationer, samt utrustning för att beräkna korrektioner för realtidsmätning och eventuellt också för att lagra data för efterbearbetning.

Noggrannheten i mätningarna beror på avståndet till referensstationen. För att täcka större områden - t.ex. ett helt land - krävs därför vanligen flera stationer, som tillsammans bildar ett *referensstationsnät*. I ett sådant tillkommer behov av en *ledningscentral*, för styrning/övervakning av referensstationerna och lagring av insamlade data, samt utrustning för *datakommunikation* inom nätet och för *datadistribution* till användarna.

Ett alternativ till att utnyttja fasta referensstationer är naturligtvis att sätta upp egna stationer.

*Temporära referensstationer* sätts upp för ett särskilt projekt - av den projektansvarige, i anslutning till projektområdet. De ger viss frihet eftersom ingen hänsyn behöver tas till standardiserade dataformat och liknande. Vidare innebär det korta avståndet mellan referensstationen och projektområdet att snabbare och - lokalt sett - noggrannare mätförfaranden kan användas.

Å andra sidan måste man själv ansvara för relatering av stationen till aktuellt koordinatsystem samt för dess drift och för eventuell utsändning av korrektioner. Naturligtvis krävs också att en GPS-mottagare friställs för ändamålet.

Båda konceptens fördelar kan dock i vissa tillämpningar utnyttjas parallellt:

- Den temporära stationen positionsbestäms i det överordnade koordinatsystemet genom mätning mot fasta referensstationer och efterbearbetning av mätdata. Det ger en hög *regional noggrannhet* och möjligheter till kontroll.
- Inmätningen tar ingen extra tid eftersom den kan ske parallellt med mätningen i själva projektet, där man kan utnyttja snabbare mätförfaranden och få en hög *lokal noggrannhet*.

Detta innebär i och för sig att slutresultatet inte erhålls i realtid, eftersom den temporära stationens position bestäms genom efterbearbetning. Resultat i realtid är dock inte något krav vid t.ex. stommätning.

### Referensstationsnät i Sverige - behovet av nationell samordning

Lantmäteriverket har haft ett engagemang inom GPS-området sedan 1985. Detta föll sig naturligt mot bakgrund av det övergripande ansvar verket har för FoU inom geodesiområdet och för införandet av ny mätningsteknik i landet. Utvecklingsarbetet har lett till produktionsmässig användning av GPS-teknik i ett flertal olika tillämpningar, t.ex. stommätning och flygfotografering.

Under det senaste året har en ansats gjorts att bredda användningen av tekniken inom hela Lantmäteriet, där förrättningsmätningen ses som den tillämpning som torde ha mest att vinna på ett utnyttjande av GPS. En viktig förutsättning för denna verksamhet är uppbyggnaden av ett nationellt nät av fasta referensstationer.

Tankar på ett nationellt referensstationsnät för GPS redovisades redan i utredningsrapporten Geodesi 90. Sedan dess har tankegångarna successivt realiserats och nu finns ett sådant nät i försöksdrift. Det benämns *SWEPOS* och är resultatet av ett samarbete mellan Lantmäteriverket, Onsala rymdobservatorium och projektet "GPS-resurser i Norrbotten". *SWEPOS*-nätet består av 20 fasta referensstationer, som styrs från en ledningscentral i Gävle.

Sjöfartsverket bedriver sedan något år försöksverksamhet kring fasta referensstationer för sjöfarten. Flera passagerarfartyg i Östersjön utnyttjar dessa redan i dag. Systemet planeras vara operativt från 1 januari 1996.

Även Luftfartsverket bedriver försöksverksamhet rörande fasta referensstationer. Behovet av nationell samordning är därför stort, varför dessa frågor nu är föremål för utredning. Den särskilda arbetsgrupp som har tillsatts inom Regeringskansliet har att utreda frågorna rörande huvudmannaskap, finansiering, datakommunikation etc. i dessa sammanhang.

Inom parentes sagt kan nämnas att en motsvarande utredning har initierats i USA. Floran av referensstationssystem har där ansetts alltför brokig - till intet gagn för användarna och nationalekonomiskt sett föga optimalt.

Ett nationellt nät av fasta referensstationer (inklusive datadistribution) i ett väldefinierat och välbestämt koordinatsystem kan betraktas som morgondagens "riksnät i realtid". Lantmäteriverkets åsikt är att det ansvar som verket i dag har för de geodetiska riksnäten bör utvidgas till att - mer formellt - även omfatta ett sådant nät.

Referensstationsnätet *SWEPOS* framstår i sammanhanget som ett mycket slagkraftigt koncept, framför allt för landtillämpningar. Måhända behövs dessutom parallella system för sjö- och luftfarten, eftersom det inom dessa områden finns en rad speciella förhållanden som måste tillgodoses: särskilt höga säkerhetskrav, internationella konventioner och överenskommelser etc.

#### GPS-teknikens för- och nackdelar

Bland GPS-teknikens fördelar bör särskilt framhållas:

- GPS är i dag en väl beprövad teknik för stommätning i plan. I jämförelse med traditionella metoder är den mer rationell och minst lika noggrann, över längre avstånd t.o.m. överlägsen. Detta gäller även vid anslutning av befintliga stommät.
- Det finns inget krav på sikt mellan mätpunkterna och räckvidden är stor. För många tillämpningar behöver man därför inte bygga upp stommät, vars

huvudsakliga uppgift är att "transportera" koordinater till det aktuella området. Med fasta referensstationer kan denna transport enkelt ske över avstånd på 10-tals mil.

- Ett gemensamt referensstationsnät innebär också enhetlighet och därför "ordning och reda" i koordinathanteringen.
- Mätningen går snabbt, vid vissa mätförfaranden sekunds snabbt, och instrumenthandhavandet är tämligen okomplicerat. Realtidsmätning är möjlig.
- Teknikens möjlighet till högkvalitativa mätningar är också av stor betydelse vid t.ex. uppbyggnad av generella, geografiska databaser, avsedda för många olika applikationer med varierande krav. Detta kan även ge "noggrannhet i reserv" för morgondagens, i dag okända tillämpningar.

Självklart finns det vissa nackdelar förknippade med GPS. Några av dessa är naturliga brister i en teknik under utveckling, andra är av mer bestående karaktär. Man kan se lösningen på de flesta problemen, men bland de som finns kan nämnas:

- Mätningen är enkel men beräkningen kräver djupare insikter, om såväl GPS som t.ex. koordinatsystemfrågor. Programvarorna blir dock successivt mer användarvänliga.
- Rent allmänt är GPS-kompetens en bristvara i dag. Det faktum att GPS är på väg att bli ett självklart inslag i skolutbildningen torde eliminera detta förhållande på sikt.
- Riktigt noggrann GPS-mätning tar fortfarande ganska lång tid, åtminstone över större avstånd. Utvecklingen av mätmetoder och beräkningsalgoritmer ger emellertid allt kortare mättider.
- GPS-tekniken är för närvarande inte så väl utvecklad för höjdmätning, men bl.a. bättre geoidmodeller ger utvidgade möjligheter i detta avseende.
- Sikt mot satelliterna krävs, vilket kan skapa problem i t.ex. tätorter. GPS är dock i mångt och mycket en "glesbygdsteknik". Inne i samhällena finns i regel yttäckande stornät att utgå ifrån och där lämpar sig i första hand konventionell mätningsteknik.
- GPS-mottagare (för relativ GPS-mätning) betingar fortfarande ett förhållandevis högt pris. Skillnaden gentemot t.ex. en totalstation är emellertid inte så stor, och när nu volymen ökar och instrumentfabrikanterna börjar få igen sina utvecklingskostnader börjar priserna att sjunka.
- Kompatibiliteten mellan olika mottagarfabrikat och programvaror lämnar för närvarande en del i övrigt att önska. Här sker dock samma utveckling som inom ADB-området i övrigt, dvs. en större strävan mot standardisering.

Det finns rent allmänt en fara i en alltför ensidig fokusering på en viss teknik. Många mätningssuppgifter utförs effektivare med GPS - i andra sammanhang

fungerar tekniken inte alls. Konventionell teknik och metodik kommer att behövas under överskådlig tid och kommer givetvis också att utvecklas och bli alltmer effektiv. GPS-tekniken är därför ett bra komplement snarare än en ersättning för de traditionella förfarandena.

### Utvecklingspotential och varaktighet

Den stora användningsvolymen vad gäller GPS finns naturligtvis inom navigeringen - till lands, till sjöss och i luften. Såväl sjö- som luftfarten har en inriktning mot en övergång till GPS-teknik, och på landsidan har vi sådana tillämpningar som fordonsnavigering och fordonslokalisering för transportplanering samt olika typer av larm- och räddningstjänst. Även i vardagslivet är tekniken på snabb framfart, t.ex. är GPS-mottagare i fritidsbåtar nu ganska vanliga.

Användningen av GPS för andra typer av positionsbestämning är i detta perspektiv ganska blygsam men torde ha stor nytta av den draghjälp som ges beträffande t.ex. instrumentutvecklingen och systemets långsiktighet. Tekniken har redan visat sig konkurrenskraftig i många applikationer och allt talar för att vi får samma genombrott inom fler tillämpningsområden.

En vanlig fråga i samband med introduktionen av GPS är: "Vågar vi satsa så markant på en enda teknik och ett enda system - tänk om det stängs av eller höga användaravgifter införs?"

Det finns dock en långsiktighet i åtagandet. Av USAs radionavigeringsplan från 1992 framgår att nuvarande principer för det civila utnyttjandet - t.ex. fri tillgång till systemet - gäller åtminstone till år 2003. Vidare skall eventuella förändringar i policyn annonseras minst sex år i förväg. Om de punkter som positionsbestäms markeras på ett varaktigt sätt kan under alla förhållanden mycket fås ut av systemet under denna tid - åtminstone "break-even" i gjorda satsningar.

Dessutom finns långt framskridna planer, bl.a. i Europa, på att etablera ett ersättningssystem om villkoren för användningen trots allt skulle försämrats. Mot bakgrund av den stora mängd civila GPS-användare som finns i USA och övriga världen skall det dock mycket till innan några sådana förändringar görs. Trycket är stort och det hela i hög grad en prestigefråga.

### **2.3 Nya möjligheter och krav**

Det är framför allt senare års massiva utveckling inom ADB-området som har lagt grunden för en övergång till digital teknik vid produktion och användning av geografiska data. Övergången har inneburit många fördelar men också en större komplexitet, såväl tekniskt som organisatoriskt.

Detta ställer krav på kompetensuppbyggnad, nyinvesteringar och inte minst samordning och samverkan. Teknisk samordning sker framför allt genom tillskapande av enhetliga teknikmiljöer och standardisering. Organisatoriskt sett krävs också enhetlighet och, för en effektivare hantering, samarbete samt ett gemensamt utnyttjande av tillgängliga data och övriga resurser.

En bärande idé i GIS-utvecklingen är ju just att samma data skall kunna användas i flera sammanhang, vilket bl.a. innebär att noggrannheten måste anpassas till de tillämpningar som har de högsta kvalitetskraven. Samutnyttjande och sambearbetning av geografiska data kräver vidare en enhetlig koordinathantering, dvs. gemensamma koordinatsystem baserade på geodetiska stornät med väletablerade samband.

GPS-tekniken gör det möjligt att tillgodose dessa krav på ett effektivare sätt än med konventionella mätmetoder. GPS ställer dock i sin tur vissa krav på anpassning av de geodetiska nätens utformning och tillgänglighet för att teknikens potential skall kunna utnyttjas fullt ut, såväl vid etablering som användning av dessa. Detta är en naturlig utveckling: stornät har alltid utformats med hänsyn till den mätningsteknik som var rådande vid anläggandet.

Det finns också ett behov av samordning beträffande koordinatsystem vid utnyttjande av fasta referensstationer, vilket förutsätter en nationell helhetssyn även i dessa sammanhang.

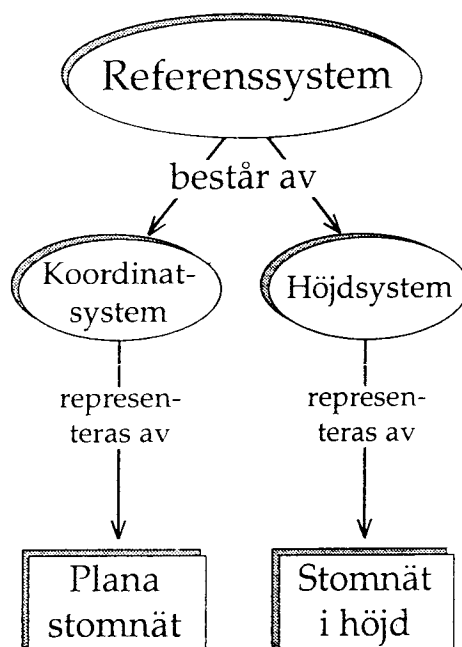
I det stora hela innebär användningen av GPS och digital teknik en mer markant fokusering på stornät och ett ökat behov av koordinatsystemkunnande. Ju mer strömlinjeformat systemkomplexet är desto lättare är det att förstå och lära ut. Dock torde ett behov av stöd och rådgivning vad gäller koordinatsystemfrågor finnas i landet under överskådlig tid.

### 3 Stomnätssituationen i Sverige

#### 3.1 Stomnätens funktion

All lägesangivelse förutsätter någon form av *referenssystem*. I geografiska och geodetiska sammanhang har dessa traditionellt delats upp i ett *koordinatsystem* i planet och ett separat *höjdsystem*, men även tredimensionella system förekommer.

Ett referenssystem är dock en abstrakt, teoretisk företelse som inte kan utnyttjas förrän det har realiserats i sinnevärlden. Stomnäten har just denna funktion. De består av markerade punkter i terrängen, s.k. *stompunkter*, som genom olika slags geodetiska mätningar har bestämts i det referenssystem de skall representera: koordinatsystem representeras av *plana stomnät* och höjdsystem av *stomnät i höjd*, se figur 2.



**Figur 2:** Sambanden mellan stomnät och referenssystem.

Det ökade behovet av lägesbestämd information i samhället innebär att frågorna rörande referenssystem - och därför också stomnät - har fått stor betydelse och aktualitet.

#### 3.2 Riksnäten och de nationella referenssystemen

Riksnäten utgör realiseringen av de nationella referenssystemen. De har goda samband med de internationella näten, liksom med andra länders geodetiska nät, och ger en noggrann och enhetlig grund för etablering av lokala stomnät. Den följande beskrivningen av dessa är baserad på stommättnings- och GPS-dokumenterna i skriftserien HMK.



Riksnäten i plan och höjd - samt tredimensionella nät för t.ex. GPS-mätning - utgör huvudnumren i denna utredning, och det är kring dessa det mesta av innehållet kretsar. Därutöver finns dock ett riksnät för tyngdkraft, för vilket Lantmäteriverket ansvarar.

Tyngdkraftsmätning behövs bl.a. för att bestämma geoiden (se nedan i detta avsnitt), vilken i sin tur är nödvändig för höjdbestämning med GPS. Lantmäteriverket ansvarar för tre sådana riksnät: nollte ordningens tyngdkraftsnät (25 punkter), första ordningens nät (ca. 200 punkter) samt detaljnätet för tyngdkraft (yttäckande med ungefär 5 km punktavstånd).

### Rikets koordinatsystem

*Rikets koordinatsystem 1990 (RT 90)* är ett rikstäckande system baserat på en gemensam beräkning av samtliga mätningar från den tredje *rikstrianguleringen* - därav akronymen RT - som genomfördes åren 1967-1982.

Lantmäteriverket använder sedan 1988 detta system i framställningen av de allmänna kartorna och för uppbyggnad av geografiska databaser. Även andra organisationer - särskilt sådana som verkar över större geografiska områden - har valt RT 90 som övergripande referenssystem för sin verksamhet.

Under tiden som den tredje rikstrianguleringen pågick beräknades koordinater för punkterna i 12 skilda regioner, från RT R01 till RT R12. Dessa *region-system* är mer eller mindre fristående och utgör följaktligen inte ett homogent, rikstäckande koordinatsystem. De har även en något lägre kvalitet - beroende på skillnader i beräkningsmetodiken och på ett antal rena felaktigheter, som har kunnat åtgärdas före beräkningen av RT 90.

I vissa sammanhang används fortfarande det äldre rikssystemet *RT 38*, som baseras på den andra rikstrianguleringen. Den noggrannhet som erhålls vid utnyttjande av detta system är dock betydligt lägre än noggrannheten i RT 90, vars täthet och kvalitet torde vara nära nog unik i världen.

Rikssystemen före 1938 används i dag endast lokalt, av ett ytterst fåtal kommuner, och utgör därför i praktiken inte längre några rikstäckande system.

### Rikets höjdsystem

Grunden för det moderna rikssystemet i höjd är andra *precisionsavvägningen*, som genomfördes åren 1951-1967. Denna avvägning resulterade i införandet av *Rikets höjdsystem 1970 (RH 70)*.

Den nu pågående *riksavvägningen* avser en betydande förtätning av den andra precisionsavvägningen. Höjder från de nya mätningarna beräknas fortlöpande allt eftersom projektet fortskrider. Som utgångspunkter används de punkter från andra precisionsavvägningen som befunnits vara stabila och oskadade.

Höjderna beräknas således i system RH 70. För att det skall vara möjligt att skilja dessa från tidigare höjdbestämningar har dock beteckningen *RHB 70*

införts för samtliga höjder beräknade inom ramen för den nya riksavvägningen. Detta innebär att RHB 70 är ett mellansteg för att åstadkomma goda bruks-höjder. När riksavvägningen är avslutad, i början på 2 000-talet, kommer ett nytt nationellt höjdsystem att införas.

Det äldre höjdsystemet *RH 00* används fortfarande i ganska stor utsträckning lokalt. Det är naturligtvis från noggrannhetssynpunkt ett sämre system än *RH 70*, men det är inte den viktigaste olikheten.

Skillnaden i höjdvärden mellan *RH 00* och *RH 70* beror framför allt på landhöjningen under 70-årsperioden och på att systemen har olika nollnivåer. Den totala systemskillnaden varierar från några centimeter i Skåne upp till ca. åtta decimeter i Norrlands kustland.

### RN 92 och RR 92

I vardagsspråk talar man om "höjd över havet". Mer strikt definieras dock begreppet höjd som avståndet längs lodlinjen till *geoiden*, den teoretiska nivåytan som innehåller den ostörda havsytans medelnivå och dess tänkta förlängning under kontinenterna.

Det är alltså till *geoiden* som höjder refereras. För att kunna överföra koordinater och höjder till ett tredimensionellt referenssystem måste *geoiden* och dess läge i detta system bestämmas, vilket vanligen sker genom tyngdkraftsmätning.

Ett sådant arbete har nyligen genomförts inom ramen för verksamheten i *Nordiska Kommissionen för Geodesi (NKG)*. Resultatet av denna geoidbestämning har sedan anpassats till de svenska rikssystemen i plan och höjd och legat till grund för införandet av *Rikets geoidhöjdssystem 1992 (RN 92)*.

Vidare har benämningen *Rikets referenssystem 1992 (RR 92)* införts som samlingsnamn för systemen *RT 90*, *RH 70* samt *RN 92*. På så sätt har ett tredimensionellt, nationellt referenssystem definierats.

### Referenssystem för GPS-mätning

Introduktionen av systemen *RN 92* och *RR 92* är främst föranledd av de krav som GPS-tekniken ställer. Höjdmätning med GPS kräver kunskap om *geoiden* och tekniken är till sin natur tredimensionell.

Det referenssystem som vanligen associeras till GPS benämns *WGS 84 (World Geodetic System 1984)*, eftersom det är i detta system som satelliternas positioner anges och användarnas positionsbestämningar initialt görs.

*WGS 84* är ett globalt referenssystem men har en osäkerhet i själva definitionen på 1-2 meter. För att åstadkomma en bättre referens för mer regionala GPS-mätningar har därför olika initiativ tagits.

I Europa har t.ex. systemet *EUREF 89 (European Reference Frame 1989)* etablerats. Det är realiserat i form av ett stornät bestående av ett förhållandevis

stort antal punkter, som har bestämts med hjälp av GPS med hög noggrannhet. EUREF 89 kan betraktas som "WGS 84 på marken i Europa".

I Sverige finns dock endast 5 st. EUREF-punkter, vilket inte täcker behoven. Därför har Lantmäteriverket påbörjat ett arbete med en vidare förtätning i syfte att åstadkomma ett nationellt referenssystem för GPS-mätning. I dagsläget har 22 punkter bestämts i det nya systemet, som benämns *SWEREF 93*. Av dessa utgörs 20 st. av de fasta referensstationerna i SWEPOS-nätet.

I analogi med EUREF 89 kan *SWEREF 93* sägas vara "WGS 84 på marken i Sverige". Noggrannheten, nationellt sett, är ännu ett steg högre och punkttätheten större.

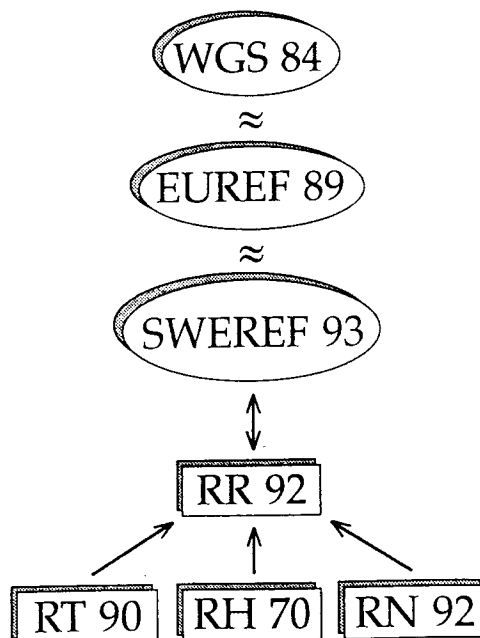
Eftersom de tre systemen i princip har kommit fram genom successiva förtätningar gäller dock att:

$$\text{WGS 84} \approx \text{EUREF 89} \approx \text{SWEREF 93}$$

*SWEREF 93* är alltså inte bara ett nationellt referenssystem. Det har en global definition som innebär en koppling till såväl EUREF 89 som WGS 84.

För att kunna utnyttja GPS-teknik för positionsbestämningen och presentera resultatet tillsammans med annan lägesbestämd information finns dessutom behov av en länk till de traditionella rikssystemen. Därför pågår även utveckling av ett transformationssamband mellan *SWEREF 93* och RR 92.

En samlad redovisning av de nationella och de viktigaste internationella referenssystemen, samt deras samband, redovisas i figur 3.



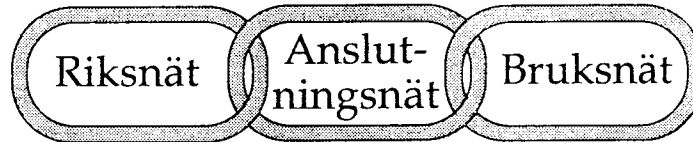
**Figur 3:** Svenska och internationella referenssystem.

### 3.3 Andra stornät och referenssystem

I den dagliga mättningsverksamheten i Sverige anläggs och används även *lokala stornät*, i både plan och höjd, för många tillämpningar. Detta görs för att vissa typer av mättnings- och kartläggningsverksamhet, samt insamling av data till geografiska databaser, har ett behov av stompunkter som är mer lättillgängliga och ligger tätare än nuvarande riksnätspunkter.

Verksamhetsområden som utnyttjar lokala stornät är t.ex. mätning för kommunal verksamhet och fastighetsbildning samt mätning för sjökort, vägbyggande, järnvägsbyggande, husbyggnad, ledningsanläggning, dokumentation m.m.

Etableringen av dessa stornät har ofta gjorts i flera steg. De anläggs i form av ett *anslutningsnät* - som antingen utgör ett samband till det för tiden gällande riksnätet eller enbart är ett övergripande, fristående nät för anslutning av *bruksnät*, vars funktion är att tjäna som underlag för vardagsmätningen, se figur 4.



Figur 4: Den moderna stornätshierarkin.

Med *samband* och *anslutning* avses i detta sammanhang antingen *nyberäkning* i rikets system eller *inpassning* (koordinat-/höjdtransformation) mellan det lokala systemet och riksnätens system.

Av historiska skäl är de lokala näten anknutna till en mängd olika koordinat- och höjdsystem. Vanligtvis har anslutningsnäten ursprungligen nyberäknats i det vid anläggandet bästa riksnätet, men även fristående system förekommer.

Vid anläggning av bruksnät används anslutningsnätets referenssystem vid systematiska förtätningar. I samband med mer isolerade åtgärder är dock även helt fristående system vanliga, t.ex. fastighetsbildning i glesbygd i s.k. 1000/1000-system samt byggplatsnät.

#### Kommunala stornät

Traditionellt har kommunerna - antingen direkt, genom avtal med Lantmäteriet eller genom upphandling av tjänsterna - varit de största anläggarna av lokala stornät, speciellt i tätorter. Det beror på att de behöver stornät och kartor för samhällsbyggandet inom sina respektive geografiska områden.

De använder själva stornäten för framställning och underhåll av storskaliga kartverk och databaser. Stornäten utnyttjas även i den dagliga mättningsverk-

samheten för fastighetsbildning, planering, projektering, anläggning och byggande. De kommunala stornäten täcker större delen av Sveriges bebyggda yta, vilken utgör ca. 30% av totalarealen. I dessa nät finns totalt mer än 1 miljon stompunkter.

Behovet av stornät i städer och större tätorter uppstod under den tid då riksnäten inte hade samma kvalitet och yttäckning som i dag. Detta gjorde att man anlade lokala nät, av högre kvalitet än riksnäten men med endast ett svagt samband till dessa.

Inom ramen för den tredje rikstrianguleringen anlades anslutningsnät med samband till RTs regionsystem för de flesta kommuner. I stadskärnorna gjordes dock vanligtvis inga åtgärder utan man behöll de tidigare, sedan flera decennier tillbaka, anlagda lokala stornäten för sina kartverk och sin mättningsverksamhet.

Några exempel:

- Stockholmsregionen (inkluderande ca. 20 kommuner), Göteborgsregionen, Malmö och Helsingborg ligger i praktiken i mer eller mindre lokala system.
- Gävle, Nyköping och Kalmar använder fortfarande RT 38.

Det finns även exempel där man senare har bytt till regionsystemen, t.ex. Örebro och Karlstad. Mycket få kommuner har dock gått över till RT 90. Däremot har några etablerat egna samband till detta system.

Rent allmänt kan sägas att de flesta sambanden till riksnäten är gjorda till regionsystemen och inte till RT 90 direkt. Detta beror bl.a. på att kravet på anslutning enligt *Mättningskungörelsen* har uttolkats som att det är fullt tillfredsställande om anslutningen görs till något regionsystem, men också på att många anslutningar har skett när endast regionsystemen - men inte RT 90, som ju togs fram senare - fanns att tillgå. Vidare har ingen egentligen efterfrågat väldefinierade, noggranna samband med RT 90 förrän under de senaste åren.

För kommunala höjdnät är situationen olika beroende på när och hur näten är anlagda. I större tätorter, där höjdnäten har byggts upp tidigt, har punkter i RH00 använts som utgångspunkter. Hur väl dessa har valts har varit avgörande för kvalitén på anslutningen.

Nät som byggts upp på senare tid, eller i områden som tidigare saknat höjdnät, är oftast anslutna till RH70 - även här med varierande resultat. Dessutom förekommer fristående höjdsystem.

Den nu pågående riksavvägningen genomförs i nära samarbete med kommunala mättningsorgan, vilket innebär att bättre förutsättningar för anslutning av de kommunala höjdnäten till riksnätet har tillskapats. Gjorda jämförelser verifierar de tidigare bristerna i de lokala näten.

För både plan- och höjdnät gäller att kvalitén på sambanden varierar mellan olika kommuner och oftast är den dessutom mer eller mindre okänd. Orsaken är

sannolikt att man i sitt dagliga arbete hittills har varit mer beroende av den inre kvalitén i stornäten än av en bra anslutning till överordnat system.

Även den interna noggrannheten i de kommunala näten varierar. Detta gäller mellan kommuner men ibland också inom en kommun, t.ex. beroende på kommunsammanslagningar. Den inre kvalitén är inte så beroende av i vilket system stornäten ligger, utan snarast på om de är anlagda på ett enhetligt sätt och i ett sammanhang. Dagens kvalitet räcker oftast till för att klara kommunens egna behov på närnoggrannhet, men ställer till problem för användare med krav på en hög regional noggrannhet.

Andra användare och anläggare av bruksnät har oftast utnyttjat de kommunala näten som utgångspunkt för sin verksamhet, framför allt i tätorter. I områden där kommunala stornät inte har funnits att tillgå har man försökt utnyttja riksnäten direkt eller i annat fall anlagt helt fristående nät.

#### Stornät för anläggning och dokumentation

Under de senaste åren har dock allt fler regionala och nationella användare - speciellt de infrastrukturansvariga, såsom Vägverket, Banverket och Telia - fått behov av stornät av hög kvalitet, som går över kommungränserna.

Det har medfört en ökad etablering av egna anslutnings- och bruksnät - direkt kopplade till RT 90 - eftersom de kommunala näten i många fall har en dålig, eller åtminstone okänd, regional kvalitet och ofta saknar väldefinierade samband till detta system; i ren glesbygd finns ofta inga kommunala stornät överhuvudtaget. Banverket har exempelvis de senaste åren lagt ut ca. 2 500 överordnade stompunkter i RT 90, med ett genomsnittligt inbördes avstånd på 1,5-2 km.

Vidare har intressenterna ibland upprättat egna kartor, som är snarlika de kommunala primärkarteverken. Detta har främst skett när kommunalt kartmaterial saknats - men också då materialet är refererat till lokala koordinatsystem, utan samband med överordnade system.

#### Stornät för sjömätning

Sjömätningen i Sverige utförs av Sjöfartsverkets sjökarteavdelning. Avsikten med denna är att få underlag för utgivning av sjökort, i såväl havsområdet som vissa insjöfarvatten. Mätningen utförs genom lodning i någon form samt positionsbestämning av lodningsfartyget med geodetiska metoder.

Detta förfarande kräver tillgång till stompunkter. Utgående från RTs regionssystem har Sjöfartsverket genom extrapolation etablerat mer än 10 000 stompunkter utmed hela det svenska kustbandet. För närvarande presenteras dock själva slutprodukten, dvs. sjökorten, i system RT 38.

På grund av internationella krav - som i sin tur beror på en övergång till GPS-teknik för navigering - är man nu tvungen att även ta fram sjökort och skicka korrekationer från sina fasta referensstationer i något "WGS 84-relaterat" system, vilket i Sverige bör vara liktydigt med SWEREF 93.

Sjömätningarnas djupuppgifter relateras till den medelvattenyta som definieras av de 20-talet *mareografer* (vattenståndsmätare) som är placerade längs kusten. Om möjligt ansluts den lokalt, för sjömätning, använda medelvattenytan till något av rikets höjdsystem - för kontroll och eventuell överföring till annan plats i närområdet.

#### Referensnät för luftfarten

Luftfartsverket har hittills producerat sina översiktliga kartor för det svenska luftrummet i RT 38, medan varje flygplats själv har avgjort om denna skall karteras. Eventuella stornät på och karteringen av flygplatserna har vanligtvis redovisats i det aktuella kommunala systemet, men även helt fristående system förekommer.

Även här finns internationella krav som styr verksamheten och också i detta sammanhang kommer WGS 84-relaterade system in i bilden. Den civila, europeiska luftfarten skall senast den 1 januari 1998 gå över till sådana referenssystem.

Samordningsorganet *Eurocontrol* har beslutat att EUREF 89 skall användas i Europa, vilket i sin tur har medfört att Luftfartsverket har fattat ett motsvarande beslut om användning av SWEREF 93 i Sverige.

Det svenska luftrummet, och alla flygplatser med instrumentlandningsutrustning, skall positionsbestämmas i detta system. Ett samarbetsavtal mellan Luftfartsverket och Lantmäteriverket har tecknats i syfte att samordna inmätningen av flygplatser med förtätningen av SWEREF 93, se avsnitt 3.5.

### **3.4 Samverkan, samordning och rådgivning**

Den utredning som föregick den tredje rikstrianguleringen hade att ta ställning till i stort sett samma frågeställningar som nu är aktuella, dvs. att på ett effektivt sätt tillgodose rådande behov beträffande samhällets stornätsförsörjning. En skillnad är att vi i dag har riksnät av god kvalitet att utgå ifrån, men frågorna rörande sambanden med lokala stornät och samordningen av mätningens verksamheten i landet är ännu inte till alla delar lösta.

Vid mätningen av det nya riksnätet i plan, i slutet av 1960-talet, gavs kommunerna möjlighet att samordna mätningsarbetena i kommunala stornät med riksnätsarbetet. Lantmäteristyrelsen erbjöd sig att upprätta detaljerade program för grundläggande stornätning, samordnat med genomförandet av rikstrianguleringen. Sådana planerings- och mätningsarbeten utfördes i flertalet kommuner (och motsvarande möjligheter har getts i samband med riksavvägningen under 1990-talet), se vidare avsnitt 3.5.

Vid Lantmäteriets omorganisation 1970 förstärktes möjligheterna till samordning och rådgivning genom att det vid *Överlantmätarmyndigheterna* tillsattes s.k. *tekniska länslantmätare*. Dessa hade bl.a. ett ansvar för sådana frågor - i första hand gentemot kommunerna, och då främst de som saknade egna resurser för mätning- och kartverksamhet.

Kort därefter utarbetade Lantmäteristyrelsen Mätningsskugörelsen (MK) och *Tekniska Förklaringar och Anvisningar (TFA)* till denna. MK/TFA lade grunden till en utveckling av mättnings- och kartverksamheten i statliga myndigheter och kommuner samt inom bygg- och anläggningsbranschen.

1975 tog Kommunförbundet och Lantmäteriverket ett gemensamt initiativ att ge ut skriftserien "Mätning och kartläggning - riktlinjer för kommunal mättningsverksamhet", i fem delar. Det innebar starten till ett omfattande förnyelsearbete inom det mätningstekniska området i flertalet kommuner. I många län medverkade de tekniska länslantmätnarna i detta arbete med sakkunskap och i vissa kommuner även som projektledare. Det var också under denna tid som begreppet *MBK (Mätning, Beräkning, Kartframställning)* myntades.

Lantmäteriverket påbörjade i slutet av 1970-talet en omfattande kursverksamhet riktad mot bl.a. kommunerna. Budskapet var samordning och tillämpning av ny teknik. Ett led i denna verksamhet var de två studiecirkelarna "Mättnings- och beräkningsteknik - utrustning" samt "Modern kartteknik", som var avsedda som underlag för fortbildning av mättningsingenjörer och karttekniker.

Under 1980-talet skedde en viss förskjutning av Lantmäteriets insatser för samordning och rådgivning - från att rikta sig mot enskilda kommuner till en mer brett upplagd verksamhet. Under denna tid bildades ett flertal s.k. *läns-MBK-grupper* i syfte att samordna mättnings- och kartverksamheten i länen. Lantmäteriet finns representerade i flertalet av dessa grupper.

En vidareutveckling av MBK-verksamheten är tillskapandet av *Sam-GIS-organisationerna*. Dessa är främst inriktade mot geografisk informationshantering, men också koordinatsystemfrågorna har en framträdande roll.

I slutet av 1980-talet påbörjade Lantmäteriverket ett arbete med att ta fram en ersättning till TFA, som var i stort behov av modernisering. I september 1994 utkom de två sista dokumenten - av nio - i den nya skriftserien HMK.

Ett exempel på samordningsinsatser inom stomnätsområdet är den utredning som leddes av *Stor-Stockholms Kartgrupp* och resulterade i rapporten "Stomnät och koordinatsystem i Stor-Stockholm". Utredningen behandlar enbart stomnät i planet, men man konstaterar att "troligen råder samma osäkerhet om höjdnätens status - kvalitativt och kvantitativt - som i de plana stomnäten".

Utredningen föreslog att ett förbättrat regionalt referenssystem, *ST 90*, skapas inom Stor-Stockholm och att varje kommun genomför de åtgärder som krävs för översyn och anslutning av de kommunala stomnäten. Arbetet bedrevs i samarbete med Lantmäteriverket, som - samordnat med ajourhållningen av det plana riksnätet - svarade för en stor del av nymätningen.

Detta arbete kan tjäna som förebild för åtgärder att förbättra sambanden mellan lokala stomnät i plan och riksnätet och samtidigt öka tillgängligheten till det senare. Överhuvudtaget finns mycket att vinna på ett vidmakthållande av den tradition som finns beträffande samverkan, samordning och rådgivning i stomnätsfrågor.



### 3.5 Uppläggning av hittillsvarande riksnätsarbeten

#### De plana riksnäten

Det förra stora tekniksprånget kom på 1960-talet, då elektrooptiska längdmätare gjorde det möjligt att med hög noggrannhet mäta längder över stora avstånd. Detta, jämte bildandet av storkommunerna, var de främsta anledningarna till att den tredje rikstrianguleringen kom till stånd.

Under åren 1967-1982 nymättes hela det svenska triangelnätet. I de mest expansiva delarna av landet lades triangelpunkter ut på ett inbördes avstånd av ca. 10 km, medan övriga delar fick ett glesare 30 km-nät. Sammanlagt bestämdes ungefär 3 800 triangelpunkter i riksnätet.

Kostnaden för mätningarna uppgick till 80-90 Mkr och finansierades via statsbudgeten. Bildandet av storkommunerna, som genomfördes under den tid rikstrianguleringen pågick, medförde ett behov av att knyta samman de olika tätorterna till ett gemensamt koordinatsystem för respektive kommun.

Detta kom i många kommuner till utförande i samband med att rikstrianguleringen drog fram över landet. Genom att de tillfälligt byggda, portabla lättmetalltornen kunde samutnyttjas erhöles avsevärda kostnadsbesparingar för de kommunala intressenterna.

De kommunala huvudstomnäten som härvid mättes innebar en nedväxling av riksnätet till ett nät med ca. 5 km punktavstånd. Dessa nät bekostades av respektive kommun. Den totala volymen var något större än antalet punkter i riksnätet, ca. 5 000 stycken. Ambitionsnivån var att tillgodose de överskådliga kommunala behoven för primärkartläggning och samhällsbyggande.

Rikstrianguleringen genomfördes med två stora mätgrupper om vardera 35 personer. I slutskedet tillkom en tredje grupp, den s.k. fjällgruppen, som bestod av ca. 10 personer. Mätlagen utgjordes dels av fast anställd personal, dels av säsongsanställda.

Priset per riksnätspunkt uppgick i medeltal till 20 000-25 000 kr, räknat i ett genomsnittligt kostnadsläge för mätperioden. Samutnyttjandet av mättornen innebar att kommunerna slapp betala kostnadskrävande tornbyggen, vilket medförde att priset för de kommunala stompunkterna kunde begränsas till ca. 10 000 kr/st.

I samband med avslutandet av den tredje rikstrianguleringen överfördes de tillgängliga resurserna till den nya riksavvägningen för en nödvändig upprustning av höjdnätet. Redan i detta skede insågs behovet av en ytterligare förtätning av det plana riksnätet ned till en punkttäthet på ca. 5 km i de expansiva delarna av landet, men bristen på ekonomiska resurser tvingade till en prioritering av höjdnätet.

Dessutom intogs i planeringsdokumentet *Kartpolitik 85 (KP 85)* en avvaktande hållning till den geodetiska verksamheten för att invänta effekten av nya tek-

niska landvinningar, som t.ex. den då helt nya GPS-tekniken kunde medföra. Anslagen till geodesin minskades därför under planeringsperioden med 1,2 Mkr årligen i 1983 års penningvärde.

På grund av medelsbrist undantogs vissa områden från rikstrianguleringen. Ajourhållningsmedel har därefter använts för restaurering av triangelnätet i Skåne samt i Stockholmsregionen.

Etablering av kommunala huvudstomnät har också i senare skede skett separat, utan koppling till rikstrianguleringen. Omfattningen har dock varit begränsad, eftersom respektive intressent själv har fått svara för samtliga kostnader. Endast de egna, mest akuta behoven har därför tillgodosetts - på bekostnad av mer framåtsyftande åtgärder.

### Riksnäten i höjd

Den andra precisionsavvägningen avslutades 1967 och resulterade i 10 700 "precisionsfixar" (precisionshöjdfixpunkter). Dessa låg, som tidigare nämnts, till grund för höjdsystemet RH 70. Kvaliteten på punkterna var tillfredsställande men punkttätheten var inte tillräcklig för att svara upp mot användarbehoven.

För att få ett yttäckande höjdnät över landet gjordes därför förtätningar i två steg - dels med ett *huvudlinjenät*, dels med ett *detaljnät*. Gemensamt för de båda näten var att kvaliteten var väsentligt lägre än för precisionsnätet. Detaljnätet tillkom t.ex. i huvudsak för att tjäna som underlag för höjdinformationen på de allmänna kartorna.

Trots kvalitetsskillnaderna användes i stor utsträckning alla tre näten för anslutning av lokala höjdnät. Detta gjordes främst av besparingsskäl, men fick till följd att många lokala nät har en inhomogen kvalitet och en bristfällig anslutning.

Utbyggnaden av infrastrukturen kom efterhand att ställa allt högre krav även på de nationella höjdnätens kvalitet och tillgänglighet. Dessa krav ledde till att Lantmäteriverket utarbetade en plan för en ny - tredje - riksavvägning, som på ett bättre sätt än hittills skulle tillgodose användarnas behov av ett högkvalitativt, yttäckande riksnät i höjd.

Trots den nya riksavvägningen används fortfarande de äldre huvudlinje- och detaljpunkterna som utgångspunkter för vissa lokala nät i de områden där nya punkter inte är direkt tillgängliga. Detta tyder på att ytterligare förtätning är nödvändig.

Också på höjdsidan har modern teknik/metodik rationaliserat mätförfarandet. Den nya riksavvägningen utförs med motoriserad avvägningsteknik. Detta medför att höjdfixarna placeras utmed vägar, i stället för som tidigare utefter järnvägarna. Anslutning sker dock till befintliga precisionsfixar där så är möjligt.

Det nya precisionsnätet kommer när det är fullt utbyggt att bestå av ca 55 000 punkter, som bildar ett yttäckande nät över landet. Mätningarna påbörjades

1979 och planerades ursprungligen att utföras under en 10-årsperiod. Medelsbrist och ändrade prioriteringar har emellertid i olika omgångar skjutit slutförandet framåt i tiden.

Med nuvarande planeringshorisont kommer riksavvägningen att slutföras år 2003. Kostnaderna för projektet beräknas totalt uppgå till ca. 175 Mkr, i 1994 års kostnadsläge. Finansieringen sker helt via statsanslag.

Vid planeringen av linjesträckningen för riksavvägningen fästs stor vikt vid användarnas önskemål. Där så är möjligt inlemmas befintliga, lokala fixpunkter i riksnätet. De ekonomiska ramarna är dock en begränsande faktor för flexibiliteten i projektplaneringen.

Anslutningen av lokala höjdnät till riksavvägningen är inte på långt när av samma omfattning som var fallet i samband med rikstrianguleringen. Möjligen beror detta på att användarna inte anser samordningsvinsterna vara lika stora och bedömer att åtgärderna kan anstå.

Om man i en framtid avser att använda GPS-tekniken för höjdbestämning måste emellertid det lokala höjdnätets förhållande till riksnätet, och därmed geoiden, bestämmas för att mätningarna skall ge acceptabel noggrannhet. En sådan anslutning är av nationellt intresse och bör samordnas för att nå bästa möjliga effekt.

#### Myndighetssamverkan mellan Luftfartsverket och Lantmäteriverket

Som tidigare nämnts har Luftfartsmyndigheterna genom en internationell överenskommelse beslutat om en övergång till WGS 84. I Europa skall detta ske senast 1998-01-01. I ett senare skede planeras även införande av GPS-stöd för navigering, landning och kontroll av fordonsrörelser på flygplatserna.

Luftfartsverket har därför beslutat att alla start- och landningsbanor på instrumentlandningsflygplatser i Sverige, för närvarande 56 stycken, skall positionsbestämmas i det WGS 84-relaterade systemet SWEREF 93. Även sambandet till RT 90 och aktuella lokala koordinatsystem skall bestämmas för att tillgodose framtida behov.

Referensstationsnätet SWEPOS, som består av 20 punkter/stationer, bedöms vara alltför glest för att täcka landets totala behov av utgångspunkter för GPS-mätning i SWEREF 93. Därför har en förtätning med minst 50 ytterligare punkter ansetts erforderlig. Inom nuvarande anslagsramar saknas dock medel för att en sådan förtätning skall kunna ske med en acceptabel uppbyggnadstakt.

Ett möte i Norrköping i slutet av 1992 blev inledningen till en diskussion om samverkan mellan myndigheterna för att lösa bådars behov och problem på bästa möjliga sätt, såväl tekniskt som ur kostnadseffektivitetssynvinkel.

Diskussionerna resulterade i att parterna träffade ett samarbetsavtal. Detta innebär att Lantmäteriverket placerar vissa av sina förtätningpunkter i SWEREF 93

i anslutning till de aktuella flygplatserna. I samband med att SWEREF-punkterna bestäms görs också inmätning av strategiska punkter för Luftfartsverkets fortsatta mättningsverksamhet.

Genom denna myndighetssamverkan, som i princip innebär att kostnaderna delas, kan tiden för såväl Lantmäteriverkets förtätning av SWEREF-nätet som Luftfartsverkets koordinatbestämning av landningsbanorna i det närmaste halveras. En sådan typ av myndighetssamarbete borde kunna etableras inom flera andra verksamhetsfält och torde i ett nationellt perspektiv ge samhället avsevärda kostnadsbesparingar.

### **3.6 Nuvarande ansvarsfördelning i stornätsfrågor**

Med ansvarsfördelning avses här olika organisationers ansvar så som det är reglerat i instruktion och/eller författning.

#### Mättningskungörelsen

Enligt Mättningskungörelsen skall alla stornät anslutas till riksnäten. Dock kan Lantmäteriverket föreskriva att stommätning får utföras i lokala, till riksnäten icke anslutna system, om särskilda skäl föreligger. Detta verk meddelar också närmare föreskrifter för och utövar tillsyn över tillämpningen av denna kungörelse. Tillsynen har dock delegerats till verkets regionala organ, dvs. Överlantmätarmyndigheterna i respektive län.

#### Lantmäteriinstruktionen

Lantmäterimyndigheterna skall, enligt lantmäteriinstruktionen, bl.a. framställa och utge allmänna kartor, ha hand om frågor om lokal mätning och kartläggning av grundläggande natur samt tillhandahålla information i bl.a. geodetiska frågor.

Vidare är Lantmäteriverket enligt instruktionen central förvaltningsmyndighet för frågor om mättningsverksamhet och allmän kartläggning samt skall svara för landets geodetiska uppmätning, verka för samordning av grundläggande mättnings- och kartläggningsverksamhet och utföra vetenskapliga utvecklingsarbeten inom bl.a. geodesiområdet - i den utsträckning dessa arbeten har samband med verkets övriga uppgifter.

Överlantmätarmyndigheterna (*ÖLM*) skall utöva tillsyn över mättningsverksamheten och verka för samordning av grundläggande mättnings- och kartläggningsverksamhet samt lämna kommuner och enskilda råd och upplysningar i frågor inom *ÖLM*:s verksamhetsområde.

*Fastighetsbildningsmyndigheterna (FBM)* skall planlägga och utföra mättnings-, utstaknings- och kartläggningsarbeten inom sitt verksamhetsområde samt sköta stornät och mättningsarkiv.

#### Kommunerna

I första hand de större kommunerna anlade tidigt stornät och storskaliga kartverk för bl.a. fastighetsbildning och fysisk planering, och oftast med egen orga-

nisation. Dessa stornät och kartverk har etablerats utifrån gällande mättningsregler: MK/TFA och föregångaren MF/VF (*Mättningsförordningen/Verkställighetsföreskrifter*).

Däremot har inte kommunerna någon författningssenlig skyldighet att upprätta sådana stornät och kartverk. Byggnadslagstiftningen innehåller dock regler om kartunderlag m.m. för planering och bygglov.

Under senare årtionden har emellertid kommunernas ambitioner inom mättningsverksamheten vidgats. Det har inneburit ökade satsningar på införandet av ny teknik, samordning av det totala kommunala behovet av kartor och mätningar samt att kommunerna i många fall - "de facto" - har tagit på sig ansvaret för anslutning av de lokala stornäten till riksnäten.

### Övriga användare av stornät

Övriga statliga myndigheter och organ, som använder stornät i sin verksamhet, utnyttjar både riksnät, kommunala stornät och stornät anlagda i egen regi. De har dock inget författningssenligt ansvar för de egna näten - mer än att de har att följa MK vid utförandet och vanligtvis även tillämpar TFA.

### **3.7 Internationell jämförelse**

Stornätsanslutning har på sistone haft ganska låg prioritet i kommunerna, och Lantmäteriet har inte haft tillräckliga resurser för att fullgöra sin roll som tillsynsmyndighet i anslutningsfrågor. Detta måste åtgärdas på något sätt och som underlag för ett ställningstagande redovisas i detta avsnitt hur några andra länder har löst frågorna beträffande ansvarsfördelning, finansiering och genomförande i dessa sammanhang.

Sammanställning gör inte på något sätt anspråk på att vara heltäckande, utan är endast avsedd att ge en "provkarta" på olika lösningsmodeller.

#### Danmark

Staten - genom *Kort- og Matrikelstyrelsen (KMS)*, och till viss del försvaret - svarar för och bekostar helt anläggning av geodetiska stornät ned till ett punktavstånd på ca 2 km i de plana näten och 700-800 meter i höjdnäten. Den fortsatta förtätningen av dessa nät bekostas till 30-50% av staten och resterande del av kommuner och andra intressenter.

Det bör påpekas att det, så när som på Köpenhamn, inte finns något kommunalt mättningsväsende i Danmark. Tjänsterna upphandlas i stället till största delen från privata konsultfirmor.

En genomgripande reovering av de plana förtättningsnäten har nyligen beslutats och påbörjats. 15% av de totalt ca. 330 000 stompunkterna skall upphöjas till "selected quality points", med ett punktmedelfel mindre än 5 cm. Staten bekostar 50% av denna insats, i huvudsak genom att svara för nymätning med GPS och beräkning av ca. 6 600 punkter.

### Norge

Staten - genom *Statens Kartverk* - svarar för och bekostar helt anläggning av geodetiska stornät i plan ned till en punkttäthet av 1-2 punkter/10 km<sup>2</sup>, inklusive stornät avsedda för framställningen av den ekonomiska kartan i skala 1:5 000.

Det statliga *Jordskifteverket* svarar för den vidareförtätning som krävs för förämningsverksamheten, för vilken sakägarna betalar en symbolisk summa uppgående till ca. 1% av den verkliga kostnaden. Övrig förtätning betraktas som en kommunal angelägenhet.

Staten svarar även för anläggningen av precisionshöjdnäten, som i dag består av i grova drag 15 000 höjdfixpunkter. Arbetet utförs till 80% av Statens Kartverk, medan *Norges Statsbaner (NSB)* och *Statkraft (NVE)* svarar för den resterande delen. Kommunerna ansvarar för fortsatt förtätning.

### Finland

90% av all stornätsverksamhet - plan och höjd sammantaget - utförs av staten och bekostas med statliga medel.

De statliga organen *Geodetiska Institutet* och *Lantmäteriverket* svarar för och bekostar helt anläggning av plana stornät ned till en genomsnittlig punkttäthet av 1 punkt/15 km<sup>2</sup> (i samhällena ca. 1 punkt/2,5 km<sup>2</sup>). Framtidsmålet är minst 1 punkt/10 km<sup>2</sup> över hela landet.

Lantmäteriverket svarar för och bekostar även vidare förtätning i mindre tätorter. I de större städerna ligger dock ansvaret för lägre ordningars nät i högre grad på kommunerna själva, som utför mätningarna med egna resurser alternativt upphandlar tjänsterna från Lantmäteriverket eller privata konsultfirmor.

Staten svarar för och bekostar anläggningen av höjdnät ned till en punkttäthet av minst 1 punkt/5 km<sup>2</sup> över hela landet; punktavståndet där avvägningstågen går fram är ca. 1 km. Kommunerna ansvarar för den fortsatta förtätningen i samhällena.

### Tyskland

Staten - genom sina "Landesvermessungs- und Katasterämter" - ansvarar för och bekostar helt anläggningen av plana stornät ned till en punkttäthet på ca. 1 punkt/km<sup>2</sup>, samt för fortsatt förtätning av dessa till ett punktavstånd på ungefär 150 meter.

Myndigheten kan välja att själv utföra arbetet eller upphandla sådana tjänster av privata "lantmäteribyråer". I det senare fallet krävs ett behörighetsförklarande av utföraren och kvalitetskontroll är ett självklart inslag i arbetet.

Vad gäller förtätning av höjdnäten lämnar staten ett större ansvar på kommunerna, eftersom höjduppgifter inte anses lika viktiga i katasterverksamheten.

## Frankrike

Staten - genom *Institut Géographique National (IGN)* - svarar för och bekostar helt anläggningen av plana stornät ned till ett punktavstånd på 2,5-3 km. Beträffande höjdnäten går ansvaret till 0,5 km punktavstånd i samhällena och 1-2 km utanför dessa.

Den vidare förtätningen finansieras till 70% av staten och till 30% av berörda kommuner. För genomförandet upphandlar de statliga katastermyndigheterna tjänster från den privata lantmäterisektorn. Dessa har bl.a. att förete ansvarsförsäkring samt kvalitetsbevis beträffande använd utrustning, personalens kompetens etc.

Ett nationellt forum - *Conseil National de l'Information Géographique (CNIG)* - har inrättats för att behandla övergripande frågor rörande t.ex. behov, ansvarsfördelning, finansiering och teknik.

## 4 Behoven och hur de kan tillgodoses

Behovet av information är stort i dagens samhälle, och det ställs ökade krav på att snabbt få fram relevant och korrekt beslutsunderlag i olika sammanhang. Det kan t.ex. gälla för planering, projektering och underhåll av bebyggelse och infrastruktur, för miljöövervakning, för beredskapsplanering m.m.

Det är också i högre grad än tidigare nödvändigt att beakta synpunkter och krav från övriga sektorer i samhället, vilket gör att underlag från andra organ måste kunna inhämtas och hanteras. Samtidigt ställs mer uttalade krav på rationalisering av företags och myndigheters förvaltning.

Geografiska data utgör en viktig förutsättning för framgång i denna process, förutsatt att enhetlighet kan åstadkommas vad gäller dessas hantering. En enad syn på databasernas innehåll och struktur, standardiserade dataformat samt - inte minst - gemensamma referenssystem för lägesbestämningen är därför viktiga förutsättningar. Behoven av åtgärder beträffande det senare behandlas i detta kapitel.

Utifrån det historiska perspektivet, dagens situation och en trolig utveckling av mätungsverksamheten finns behov av att tydliggöra ansvarsfördelningen mellan berörda organ. Dessa behov kan kopplas dels till aktiviteter som berör flera intressenter, dels till en strävan att rationalisera och effektivisera den egna, lokala mätning- och kartläggningsverksamheten.

Ansvaret berör både en uppfyllnad av framtida krav på stomnät och referenssystem och att göra geografiska data mer tillgängliga. Olika aktörer behöver också tydligt veta "var deras eget arbete startar" i de berörda verksamheterna.

### 4.1 Behovsinventering genom enkätundersökningar

#### Syfte och genomförande

Två enkätundersökningar har ingått i utredningsarbetet. En enkät ställdes till Lantmäteriverkets kartråd, samt ytterligare ett antal intressenter, och en till de tekniska länslantmätarna inom Lantmäteriet.

Lantmäteriverkets kartråd består av ett femtontal statliga myndigheter samt Kommunförbundet. Dessutom har sju andra statliga myndigheter och bolag, samt fyra större kommuner, getts möjlighet till yttrande. Intressenterna kan delas in i *infrastrukturansvariga*, *sektorsintressenter* på riksnivå och lokala användare (*kommuner*).

Den enkät som ställdes till de tekniska länslantmätarna avsåg en bedömning av stomnätssituationen i respektive län. Denna har alltså gjorts på länsnivå av personal från Lantmäteriet och exempelvis har inte kommunerna - utöver de fyra som ingått enligt ovan - varit företrädade. En total kartläggning på kommunnivå har inte varit möjlig med det pressade tidsschema som utredningen haft.

Totalt har 52 enkäter skickats ut. Svarsfrekvensen var 77%. En sammanställning av svaren och en förteckning över de som avgett svar återfinns i bilaga 2.



### Sammanfattning av inkomna svar

Tillsammans anger intressenterna en provkarta på tillämpningar som i princip innefattar allt som har med lägesbestämd information att göra - från lokal mätning för t.ex. fastighetsbildning till navigering i internationella referenssystem.

Många använder flera system parallellt - för skilda projekt och i olika delar av landet. De fyra kommunerna använder i huvudsak lokala system. Den splittrade bilden är mest påtaglig på koordinatsystemsplan. Enhetligheten är större vad gäller höjdsystem. Behoven av transformation mellan olika system bedöms ganska samstämt som stora eller mycket stora.

De infrastrukturansvariga och kommunerna är de stora anläggarna och användarna av stornät. Sektorsintressenterna utnyttjar vanligtvis inte stornät i sin verksamhet eller använder stornät upprättade av andra. Stornätskvaliteten bedöms som genomsnittlig till hög, med undantag för äldre nät.

Antalet lokala stornät i plan i varje län varierar från några enstaka upp till ett 70-tal. I många fall saknar dessa transformations samband till de moderna riksnäten. I enkäten ställdes inte motsvarande fråga om de lokala höjdnäten, men sådana uppgifter har tagits fram separat.

Antalet lokala stornät i höjd varierar också mellan länen - från något 10-tal upp till ca. 50. Omfattningen och kvalitén på dessa är mycket olika: från yttäckande, väl anslutna, precisionsavvägda nät till enstaka höjdbestämda polygontåg med tveksam höjdanslutning. Härtill kommer lokala detaljhöjdnät av okänt antal och kvalitet. Många lokala nät har hög kvalitet på mätningarna men undermåliga markeringar. De är till övervägande delen anslutna till RH 00.

Insatserna beträffande stornätsanslutning har varit mycket begränsade de senaste 10 åren. Detsamma gäller Lantmäteriets tillsynsverksamhet i dessa frågor. De infrastrukturansvariga har det största behovet/intresset av anslutning och strävar mot en total övergång till rikssystemen. De fyra kommunerna anser vanligen att transformation vid behov är tillräcklig.

Merparten av de infrastrukturansvariga, sektorsintressenterna och länslantmätarna inom Lantmäteriet anser att arbetet med stornätsanslutning bör ske genom samordnade, nationella insatser. De kommuner som här har tillfrågats lutar mer åt att det bör göras av berörda intressenter i varje enskilt projekt.

Kvalitén i de plana riksnäten bedöms som genomsnittlig till hög, men tillgängligheten i de flesta fall som låg. Beträffande rikets höjdnät bedöms kvalitén som hög och tillgängligheten som genomsnittlig.

Totalt sett anger samtliga intressenter stora till mycket stora behov av att kunna relatera sin lägesbundna information - stornät såväl som övriga geografiska data - till rikets koordinatsystem. Behoven av anknytning till det nationella höjdsystemet är dock mer varierande, från små (främst vad gäller de fyra kommunerna) till mycket stora.

I det följande görs ett försök till strukturering och uppdelning av behoven. En indelning från kommunala till internationella behov - vilket någorlunda motsvarar nuvarande ansvarsfördelning - har valts trots att behovsbilden är mer komplex och sammanvävd än så. Underlaget utgörs av såväl enkätsvaren som av övriga synpunkter som framförts av intressenterna under utredningens gång.

## 4.2 Kommunala behov

I den tidigare omnämnda stomnätsutredningen i Stor-Stockholm, se avsnitt 3.4, definieras de grundläggande behoven av kommunala stomnät som:

att med kommunala stomnät som grund kunna utföra lokal mätning så effektivt, rationellt, säkert och till så låg kostnad som möjligt

att med kommunala stomnät som grund skapa ett väldefinierat samband mellan det lokala och det regionala och/eller nationella referenssystemet.

Stomnästens punkttäthet är i hög grad beroende av användningssättet. Traditionellt har man strävat efter ett ganska tätt bruksnät, eftersom stationspunkterna sammanföll med stomnätspunkterna. Vid behov kompletterades ofta med svagt bestämda s.k. *piképunkter*. Ett stort arbete läggs ned på nybestämning av ersättningspunkter, som kanske aldrig hinner utnyttjas innan de ånyo försvinner. Underhållskostnaderna för ett sådant "tätt" nät blir därför höga.

Nya metoder ger möjlighet att från ett glesare nät, med t. ex. *fri uppställning* eller GPS-teknik, vid behov bestämma läget för stationspunkten. Underhållskostnaderna kan på så sätt sänkas, men det förutsätter högre kompetens och bättre beräkningshjälpmedel hos alla användare. En ökad användning av GPS-teknik ställer också nya krav på stomnäten. Den höga kvalitet som erhålls i GPS-mätningarna kan förorsaka diverse problem vid inpassning i befintliga nät med okänd och ibland tvivelaktig kvalitet.

Det är viktigt att notera att det vid användning av stomnät i samband med traditionell mätningsteknik i första hand ställs krav på närmoggrannheten, dvs. att objekten på ett motsägelsefritt sätt är anknutna till de mest närbelägna stompunkterna. För den praktiska hanteringen, och för möjligheterna att noggrant kunna anpassa nyprojekteringar till befintliga anläggningar och fastigheter, måste de etablerade relationerna mellan objekten och omkringliggande stomnät bibehållas.

Lokala deformationer är oundvikliga i varje stomnät och referenssystem. Vanligtvis är deformationerna relativt små, men det finns t.ex. kommunala nät där man kan finna fel i storleksordningen någon eller några decimeter. Att i dag använda ett glest, nationellt referensstationsnät för GPS-mätning i den vardagliga kommunala mätningen är därför inte realistiskt. Det beror dels på problemen med lokala deformationer och kraven på närmoggrannhet, dels på de långa avstånden.

Noggranna GPS-mätningar kan utföras långt från referensstationerna, men mät- och beräkningstiden ökar avsevärt med avståndet. Fortfarande gäller dock att

bra mätningar i förhållande till avlägsna referenspunkter inte kan utnyttjas i ett lokalt, ”deformerat” nät. Referensstationerna är - för närvarande - mer lämpade för t.ex. anslutning av lokala nät, anslutning av förrättningsmätningar i glesbygden samt övrig datafångst för geografiska informationssystem inom områden där stornät saknas.

Detta är ett oundvikligt faktum i dag och beror på den teknik och metodik som fram till dags dato har använts vid uppbyggnad av stornät. Förhållandet innebär emellertid att möjligheterna att till fullo utnyttja GPS-teknikens fördelar minskar.

En högre kvalitet i de lokala näten skulle betydligt förbättra förutsättningarna för t.ex. användning av temporära referensstationer, placerade på befintliga stoppunkter. Dels ökas stationernas aktionsradie, dels minimeras motsättningarna mellan mätningar utförda mot olika temporära stationer. Även potentialen för det lokala utnyttjandet av ett nationellt referensstationsnät blir större om kvalitén i de lokala stornäten förbättras.

I ett framtidsperspektiv bör ett rutinmässigt utnyttjande av lokal GPS-mätning i stommättningsverksamheten innebära minskade framställnings och underhållskostnader, eftersom övergripande stornät baserade på GPS-teknik kan göras betydligt glesare än dagens konventionella nät.

Den ovan redovisade problematiken beträffande plana stornät gäller i lika hög grad för höjdnäten. I de flesta kommuner finns flera lokala höjdsystem, utan samband vare sig inbördes eller med riksnätet. Detta kan ha flera olika orsaker, men som regel är det en kvarleva från tiden före bildandet av nuvarande storkommuner.

Vid sammanslagningen sammanfördes olika tätorter, och tillhörande höjdnät, till en storkommun. Eftersom höjdfixpunkternas nivåuppgifter tidigare hade använts vid samhällsbyggandet behöll man respektive tätorts lokala höjdsystem och nöjde sig oftast med en enkel och ofullständig bestämning av systemskillnaden.

För att kommunala stornät i framtiden skall kunna utgöra stomme för såväl fortsatt mättningsverksamhet och positionering/navigering som för traditionell kartläggning, ”digitala kartverk” och geografiska informationssystem, i ett integrerat system för alla användare, bör de utvärderas och eventuellt renoveras utifrån följande utgångspunkter:

- systemet måste var homogent och täcka hela området
- det skall ha en hög noggrannhet
- det skall ha en känd noggrannhet, för att man skall kunna bedöma förväntad noggrannhet vid användningen
- det skall ha ett väl bestämt samband med det nationella referensnätet, för att möjliggöra utbyte av data.

De krav som modernt samhällsbyggande och den pågående infrastrukturutbyggnaden ställer på kommunala stamnät i plan och höjd kan på kort sikt tillgodoses genom en selektiv förtätning av riksnäten - i kombination med en nöjaktig anslutning till befintliga, lokala stamnät. Det bör dock betonas att dessa insatser endast är ett första steg när det gäller anslutning till riksnäten. En mer fullständig anslutning kräver att också bruksnäten kompletteras och nyberäknas.

I samband med LI94-utredningen gjordes bedömningen att de ca. 5 000 kommunala huvudstompunkter som anlades i samband med rikstrianguleringen täckte ungefär 70% av kommunernas behov. Ytterligare ca. 2 100 punkter skulle alltså behövt anläggas för att täcka det totala behovet.

Erfarenheterna från den i avsnitt 3.4 omnämnda översynen av kommunala stamnät i Stockholm pekar på att såväl kompletterande mätinsatser som nyberäkning av befintliga stamnät erfordras. Genom att begränsa kompletteringsmätningarna till ett strategiskt urval av punkter kan insatserna hållas på en minimal nivå. Behovet av kompletteringsmätningar kan uppskattas till ca. 1 000 punkter.

Kommunernas totalbehov av anslutningspunkter uppgår alltså med ovanstående beräkningsgrunder till ungefär 8 100 stycken.

### 4.3 Regionala och nationella behov

På senare tid har problemen med brister i de lokala stamnäten accentuerats i samband med de stora infrastrukturella anläggningsarbeten som utförts av t.ex. Banverket, Vägverket och Telia. Att i dessa sammanhang utnyttja de kommunala stamnäten innebär problem varje gång en kommungräns passeras. Banverket har därför beslutat att konsekvent arbeta i RT 90, och även Vägverket och Telia har samma inriktning.

Samtidigt som krav ställs på ett gemensamt system för projektering av infrastrukturanläggningar måste också sambandet med de lokala stamnäten vara väl kända, eftersom fastighetsförhållandena och befintliga anläggningar oftast är redovisade i lokala system.

Även uppbyggnaden av nationella databaser för GIS-tillämpningar - t.ex. för fastighetsindelningen, inom ramen för ett svenskt system för *Geografisk FastighetsIndelning (GFI)* - kräver ett gemensamt system. Eftersom också fastighetsbildningen i tätorterna skall ingå i denna redovisning måste de kommunala databaserna kunna kopplas till den nationella basen, vilket endast kan ske om de lokala stamnäten har samband med riksnätet.

#### Banverket

Banverket planerar att utföra omfattande anläggningsarbeten under det närmaste decenniet. Totalt planeras byggprojekt för 38 miljarder kr.

Verket har sedan ett antal år tillbaka övergått till att använda koordinatmetoden, vid såväl nybyggnation som drift och underhåll av spåren. Det statliga järnvägsnätet uppgår till 1 100 mil, varav ca. 1 000 mil är trafikerad bana. Av stam-

banornas och länsjärnvägarnas sammanlagda längd på ca. 1 000 mil har stornät etablerats utefter drygt halva sträckningen.

Hittills har ca. 2 500 förtättningspunkter, med 1,5-2 km punkttäthet, anlagts. Övergången till koordinatmetoden medför emellertid att även resterande bansträckning successivt kommer att förses med geodetiskt stornät.

I sammanhanget bör beaktas att de stompunkter som hittills har etablerats inte fullt ut uppfyller kraven på en regelrätt förtätning av riksnätet i plan. Tillkomsten har nämligen skett etappvis i samband med avgränsade projekt.

Anslutningen till riksnätet har gjorts på punkter där åtkomsten varit enklast, medan mer svårtillgängliga riksnätspunkter inte har använts. Härigenom finns vissa brister i närsambandet.

För att de redan mätta punkterna skall kunna betraktas som en nedväxling av riksnätet krävs ett omfattande beräkningsarbete samt kompletteringsmätningar. Detta arbete kompliceras av att mätdata inte är lagrade på ett ställe utan - om ens alls - hos ett antal olika konsulter och i flera olika format.

Sammanfattningsvis saknas stompunkter i RT 90 för ca. 500 mil av järnvägsnätets bansträckning.

### Vägverket

Vägverket presenterar i sin nationella väghållningsplan för tiden 1994-2003 en planerad ut- eller ombyggnad av riksvägnätet med ca. 250 mil, för vilken lättillgängliga anslutningspunkter i RT 90 saknas.

### Telia

Telia AB har under de senaste åren lagt ned ca. 200 mil optisk fiberkabel per år. Ambitionen är att dokumentera kabelsträckningen i ett digitalt lagrat koordinatregister. Noggrannhetskravet har satts till  $\pm 1$  dm för att underlätta återfinnandet när behov av service eller reparation uppstår.

Av den totala kabelsträckningen bedöms 40% löpa inom område som täcks av någon form av stornät. Dessa är ofta av skiftande kvalitet och med bristfällig anslutning till riksnätet. Kabelinmätningen sker i stor utsträckning från polygonpunkter i kommunernas bruksnät, vilket medför att dokumentationen av en och samma kabel ofta sker i två eller flera koordinatsystem.

De optokablar som lagts ned i ren glesbygd har i många fall inte koordinatbestämts, utan linjesträckningen har endast dokumenterats genom inritning på ekonomiska kartan. I andra fall har polygontåg etablerats utefter kabelns sträckning och anslutning på enklaste sätt skett till befintliga stompunkter.

Trots att Telia inte ställer samma höga krav på noggrannhet som de ovan nämnda myndigheterna så finns ett klart behov av välbestämda anslutningspunkter, med ungefär samma täthet som för övriga aktörer.

Uppskattningsvis ca. 1 000 mil optisk fiberkabel blir föremål för koordinatbestämning under den närmaste 10-årsperioden. Med 60% utanför område med etablerat stornät görs uppskattningen att det för ca. 600 mil av kabelsträckningen saknas anslutningspunkter i RT 90.

### Sjöfartsverket

Sjöfarten har anpassat sig till de möjligheter som digitala system, t.ex. geografiska informationssystem, erbjuder. *ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)* är ett auktoriserat, "digitalt sjökort" med positions- och uppdateringsstöd. Såväl nationellt som internationellt torde detta system relativt snart komma att ersätta de konventionella sjökorten, som kontinuerligt måste ajourhållas på varje fartyg.

Även systemen för sjökortsproduktion genomgår en teknisk utveckling, som bl.a. är inriktad mot att underlätta samverkan och datautbyte mellan olika producenter av geografiska data - inom och utom landet. Andra parametrar som påverkar denna utveckling är ökade kvalitetskrav, högre krav på effektivitet och konkurrenskraft samt säkerhetsaspekterna, som i detta fall är av mycket stort samhällsintresse.

Sjöfarten har ett särskilt stort behov av väldefinierade, enhetliga och dokumenterade samband mellan nationella och internationella referenssystem. Inga varianter av systemsambanden bör förekomma, eftersom det ökar informations- och dokumentationsbehovet ytterligare.

Byte av referenssystem och revidering av använda stornät är omfattande och kritiska arbeten, även om de data som berörs är digitalt lagrade. Såväl systemen som sådana och systemsambanden måste därför vara bestående och användbara under lång tid.

Samband mellan olika referenssystem efterfrågas ständigt av tillverkare av GPS-utrustning för navigering - att läggas in i tillhörande programvara. Även här finns alltså ett behov av enhetlighet och dokumentation. I vissa fall krävs specialanpassade - läs enklare - matematiska samband för att dessa skall kunna hanteras av navigationsmottagarna (färre transformationsparametrar, avsaknad av geoidmodell etc.).

Inom hela Sveriges segelbara territorium och ekonomiska zon skall sjömätningar kunna bedrivas också i situationer då GPS inte är tillgängligt. Under normala förhållanden kommer dock denna teknik att användas för positionsbestämningen.

För närvarande sker i princip all sjömätning utanför det plana riksnätets primärpunkter. En utvidgning av detta nät till de yttre delarna av skärgården skulle förbättra förutsättningarna för att kunna hantera data från både tidigare utförda och nya mätningar - med GPS- såväl som konventionell teknik. Utvecklingen är även inriktad på att relationen till referensytans läge i vissa fall bestäms med GPS-teknik, vilket i sin tur ställer krav på höjdinformationen.

Uppskattningsvis behöver Sjöfartsverket ca. 800 stompunkter i det svenska kustbandet, vilket motsvarar 3-4 punkter per mil kustlinje.

### Luftfartsverket

Den planerade inmätningen av SWEREF-punkter på vissa flygplatser samt positionsbestämningen av start- och landningsbanor, se avsnitt 3.5, bedöms i stort sett täcka de översiktliga behoven av välbestämda punkter anslutna till riksnäten.

Bestämningen av hinder för flygfarten (master och liknande) samt hinder för inflygning i närheten av flygplatser torde kunna ske genom mätning mot fasta referensstationer. Någon ytterligare förtätning av riksnäten för dessa ändamål erfordras därför inte.

### Försvaret

Under de senaste åren har försvaret etablerat ett nät av välbestämda punkter, s.k. *precisionsmät punkter*, för bl.a. kalibrering av sina mätutrustningar. Uppbyggnaden är nu inne i sin slutfas och endast smärre kompletteringar återstår.

I likhet med Luftfartsverket är försvaret beroende av en relevant lägesangivelse för flygfält, navigationshjälpmedel, landningshjälpmedel m.m. - samt för master och andra byggnadsverk, med en höjd överstigande 30 m. Dessutom har försvaret, i princip, samma behov som Sjöfartsverket vad avser sjökorts- och sjösäkerhetsinformation, navigering samt förhållandena mellan föremål på land och objekt till sjöss.

Försvaret är därutöver beroende av ett stort antal lägesangivna företeelser för olika typer av förband och system. Dessa behöver dock ej vara lägesbestämda med "centimeternoggrannhet", dvs. mätning mot fasta referensstationer är tillfyllest.

Användningen av GIS ökar snabbt inom försvaret. Hög träffsäkerhet i GIS-analyser förutsätter enhetlig kvalitet, vad avser lägesbestämning av företeelser i terrängen, hos alla producenter från vilka försvarsmakten förvärvar databaser.

Fortifikationsverkets behov av lägesbestämning av sina anläggningar torde kunna täckas med hjälp av fasta referensstationer, i de fall punkter för fältmät-karta finns tillgängliga. Ytterligare behov av punkter kan för närvarande inte anges. Eventuella tillkommande mätningar finansieras med egna medel.

### SMHI

*SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut)* är tillsynsmyndighet vad gäller vattendomar, dvs. frågor rörande fallhöjder i älvar, dämningssgränser för dammar och sjöar etc. För att klara dessa uppgifter har SMHI lagt ut ett stort antal höjdfixpunkter i hela landet i system RH 00.

I samband med riksavvägningen ges SMHI tillfälle att påverka nätuppbyggnaden för att kunna kontrollera sina höjdbestämmningar. I många fall ligger dock SMHIs fixpunkter så till att anslutning inte är möjlig på ett enkelt sätt.

Lantmäteriverket anser att behov finns av en ökad samordning med SMHIs höjdmättningsverksamhet. Vidare bör en diskussion tas upp om en övergång från system RH 00 till RH 70 för SMHIs höjdedovisning.

### Kraftbolagen

Det finns ett antal kraftbolag i Sverige som handhar vattenkraft, elkraftledningar, gasledningar m.m. Exempel är Vattenfall och dess dotterbolag, varav Svenska kraftnät AB är ett, samt Sydkraft m.fl.

Behovet av lägesbunden information vad avser kraftledningsstolpar, ställverk, transformatoranläggningar m.m. gör kraftbolagen till en ny intressentgrupp. Om behov finns av en koppling till kommunala primärkarteverk och anläggningar är man också beroende av högkvalitativa stamnät. Finns inte detta behov torde tillgång till data från fasta referensstationer vara tillräcklig.

Vattenfall har i första hand ett stort behov av ett enhetligt höjdsystem längs älvarna i norra och mellersta Sverige, för beräkning av fallhöjder och dämmningsgränser. Eftersom SMHIs höjdfixpunkter i många fall är bristfälligt anslutna är Vattenfall intresserade av att kunna utnyttja höjder från den pågående riksavvägningen. I de områden där riksavvägningen inte följer befintliga älvar och åar, och inte passerar reglerade dammar och sjöar, kan behov finnas av en förtätning i framtiden.

### Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

SGU har behov av ett tätare tyngdkraftsnät i vissa delar av norra Sverige för att kunna genomföra erforderliga detaljmätningar. Vidare önskar man kunna mäta höjder på centimeternivå med GPS i hela landet.

### Lantmäteriet

Lantmäteriet har det övergripande ansvaret för anläggande och underhåll av riksnäten i plan och höjd samt för tyngdkraftsnätet. I ansvarsområdet ingår även arkivering och tillhandahållande av uppgifter om dessa nät och dessutom rådgivnings-, tillsyns- och samordningsuppgifter med anknytning till verksamheten.

Lantmäteriet har också en fastighetsbildnings- och fastighetsregisterverksamhet, som nyttjar stamnät och geodetiska system. Denna verksamhet skulle underlättas om det fanns färre system att hålla reda på och om det fanns bättre samband mellan lokala system och rikssystemen. Stamnät och referenssystem används också vid framställning och underhåll av allmänna kartor och för uppbyggnad av grundläggande geografiska databaser.



#### 4.4 Internationella behov

Geodesin är till sin natur global och detsamma gäller satellitsystemet GPS. Internationell samverkan i geodesifrågor är därför närmast en självklarhet, inte minst vad gäller etableringen av övergripande stornät och referenssystem samt den FoU-verksamhet som därtill hör.

Systemen EUREF 89, RT 90, RN 92 och SWEREF 93 hade inte kunnat realiseras utan ett europeiskt och nordiskt samarbete, och även den pågående uppbyggnaden av ett nytt svenskt höjdsystem sker i nära samverkan med övriga nordiska länder.

Ett fortsatt intimt samarbete i dessa frågor mellan Lantmäteriverket och dess systerorganisationer är helt avgörande för framgång i de nationella satsningarna. Detta inkluderar även verksamheten kring fasta referensstationer för GPS, där en utvidgad nordisk samverkan redan har initierats inom Nordiska Kommissionen för Geodesi.

Ovanstående utgör naturligtvis inte något internt behov inom Lantmäteriverket. Riksnätsanvändarna är till största delen övriga verk och myndigheter, även de kommunala. Dessa har också egna, specifika behov som bör påverka utformningen av de nationella initiativ som tas.

Bland de projekt som nu är aktuella för övriga aktörer kan nämnas:

- Öresundsbrobygget
- en eventuell tunnel mellan Helsingborg och Helsingør
- kraft- och gasledningar mellan Sverige och dess grannländer
- vägar och järnvägar mellan Sverige och Norge.

Samtliga dessa anläggningar kräver väldefinierade samband mellan Sveriges och grannländernas stornät och referenssystem. Luftfartsverket och Sjöfartsverket har samma behov av internationell anknytning för de verksamheter som de ansvarar för.

I sammanhanget bör även nämnas det utvidgade samarbetet med de baltiska staterna och övriga länder kring Östersjön. Exempelvis kräver uppbyggnad av ett "Östersjö-GIS", bl.a. avsett för att ge beslutsunderlag för miljöpolitiska satsningar, ett enhetligt referenssystem över hela det berörda området.

Det finns också en marknad för export av svenskt expertkunnande inom det här aktuella området. T.ex. bidrar Lantmäteriverket, via det statliga bolaget *Swed-survey*, med sådant kunnande till ett flertal länder inom bl.a. geodesi-, fotogrammetri- och fastighetsområdena.

Genom den myndighetssamverkan som föreslås i denna utredning kan sådan "tjänste-export" utvidgas till att även omfatta övriga berörda myndigheters verksamhetsområden - och deras motsvarande bolag, som bildats för att sälja svenskt "know-how" på utlandet.

#### 4.5 Behov av kompetensutveckling och rådgivning

Kunskapen om koordinatsystemfrågor, de lokala stornäten samt transformationer mellan riksnät och kommunala nät har för närvarande en ojämn spridning i landet, med en viss koncentration till Lantmäteriverket och de större städerna.

Kompetensutveckling är kostnadskrävande och ger utdelning först i ett längre tidsperspektiv. Det är därför nödvändigt att även långsiktig nytta beaktas i totalkalkylen. Tidigare satsningar på samverkan, samordning och rådgivning har visat att behoven är stora samt att insatserna bör göras kontinuerligt och i nära anslutning till aktuella åtgärder, se avsnitt 3.4.

Behoven av kompetensspridning, och när i tiden denna bör ske, kommer att variera väsentligt i landet. Det beror på skilda förutsättningar i olika kommuner, lantmäterikontor och andra statliga verk. En anpassning av utbildningsaktiviteterna till dessa förhållanden är nödvändig.

För kommunernas del är det väsentligt att kompetensutvecklande insatser inte endast satsas på kurser och rådgivning. En viktig källa till utveckling är egen produktionsverksamhet, dvs. det är nödvändigt att kommunal personal aktivt kan såväl delta i som påverka den mättningsverksamhet som här föreslås.

Dokumentserien HMK bör utgöra basen i t.ex. Lantmäteriverkets och Kommunförbundets framtida satsningar inom de aktuella ämnesområdena. Det är vidare viktigt att frågeställningarna koncentreras kring problemlösningar som gagnar de behov som slutanvändarna av geografiska data har. Bl.a. bör koordinatsystemfrågorna få en framträdande roll.

I detta sammanhang kan nämnas att Kommunförbundet har tagit initiativ till att framställa en "checklista" - till hjälp för kommunernas mättningsorganisationer i deras arbete med renovering, underhåll och utvärdering av sina stornät.

#### 4.6 Total behovsbild och värdet av samordnade insatser

Sammantaget visar behovsbeskrivningen i avsnitten 4.1-4.5 att man egentligen inte kan separera kommunala (lokala), regionala, nationella och internationella behov. Samtliga ingår i ett komplext nätverk utan början och slut. Det går rätt och slätt bara att tala om "behov", vilka även inkluderar kompetensutvecklingsbehoven.

För att svara upp mot dessa måste ett antal parallella insatser göras vad gäller riksnäten, dvs. pågående aktiviteter slutföras och nya startas. Behoven kan grovt indelas i plana nät, höjdnät och tyngdkraftsnät. Samtliga dessa nät har dessutom en koppling till ett eventuellt framtida införande av ett internationellt referenssystem.

En detalj i sammanhanget är att om det tredimensionella synsätt, som bl.a. är föranlett av GPS-teknikens intåg, skall kunna realiseras krävs markeringar av stompunkterna som är väldefinierade och stabila i såväl plan som höjd.

### Plana stornät

De regionala och nationella användarnas behov av bruksnät, kartmaterial och geografiska databaser visar att behovet av en standard för referenssystem i Sverige är mycket stort. Vidare visar den stora användningen av RT 90 att detta koordinatsystem i många sammanhang redan blivit en "de facto-standard" för projektering, byggande och dokumentation för omfattande infrastrukturåtgärder samt uppbyggnad av nationella geografiska databaser.

För att kunna ha ett smidigt utbyte av geografiska data mellan olika användare måste alla anläggare av stornät samt insamlare till och uppbyggare av databaser ansluta sig till denna "standard". Detta bör ske på ett kostnadseffektivt sätt utan att kvalitetsaspekten går förlorad. Eftersom stornäten är själva fundamentet i ett referenssystem måste de underhållas och anpassas efter tidens krav.

Befintliga riksnätspunkter ligger ofta mer eller mindre svårtillgängliga uppe på bergstoppar. Vid nuvarande förtättningsarbeten, för t.ex. Banverket, är det vanligt att anslutning sker mot avlägsna men lättillgängliga i stället för närbelägna men mer svårtillgängliga punkter. Detta förfaringssätt motiveras av att anslutning mot närbelägna punkter ofta kan ge en kostnadsökning. Dessutom strider inte metoden mot specifikationerna i upphandlingsunderlaget.

GPS-tekniken ger i dag möjlighet att placera stornätspunkterna där de är lätt åtkomliga för användarna. En nedväxling av riksnätet med för användarna mer lättillgängliga punkter kommer därför av såväl kostnadsskäl som från noggrannhetssynpunkt att vara väl motiverad.

Redovisningen av användarnas behov, under avsnitt 4.2 och 4.3, bekräftar uppfattningen:

att det plana riksnätet är i ett akut behov av nedväxling, för att det i fortsättningen skall kunna ligga till grund för etablering av lokala stornät med fullständig anslutning till RT 90

att den ökade användningen av GPS-teknik vid utnyttjandet av riksnäten kräver att RT 90 anpassas till denna teknik, i syfte att effektivisera mätverksamheten

att RT 90 måste förtätas så att punkterna blir mer lättillgängliga, speciellt för GPS-mätning

att RT 90 måste knytas till ett internationellt referenssystem, såsom t.ex. SWEREF 93.

Alla framtida åtgärder i RT 90 måste göras på ett sådant sätt att knytningen mellan detta system och SWEREF 93 ökar - för att på sikt kunna använda t.ex. det fasta referensstationsnätet SWEPOS även för de mest noggrannhetskrävande tillämpningarna i RT 90. När detta mål är uppnått finns möjligheter att byta ut RT 90 mot SWEREF 93, varigenom GPS-teknikens möjligheter kan utnyttjas fullt ut.

Det totala behovet av förtätning av RT 90 under en kommande 10 års period - under förutsättning att nuvarande behov och teknik används - är ca. 17 000 punkter, enligt behovsinventeringen i avsnitten 4.2 och 4.3. Dessa är fördelade på följande sätt:

- Kommunerna: 8 100 punkter
- Sjöfartsverket: 800 punkter
- Infrastrukturbyggarna: 8 100 punkter, om RT90 förtätas längs 250 mil väg, 500 mil järnväg och 600 mil optokabel till ett punktavstånd på 1.5-2 km.

Det bör poängteras att kommunernas och Sjöfartsverkets behov gäller ett betydligt glesare nät. Det går dock att visa att en behovsprövad förtätning med ca. 5 km punktavstånd för infrastrukturbyggarna inte blir dyrare - även om de anlägger resterande 8 100 punkter i egen regi, se avsnitt 5.5.

Det billigaste och effektivaste sättet att tillgodose intressenternas behov av anslutna, plana stompunkter som är lämpliga för GPS-mätning är utan tvekan att insatserna sker samordnat - av Lantmäteriverket - på grund av:

att det behövs färre punkter, eftersom många punkter kan utnyttjas av flera användare i samma område

att punkterna blir mer lättåtkomliga, vilket förenklar och förbilligar den fortsatta användningen och utbyggnaden av bruksnät

att alla användare kan utnyttja samtliga punkter, eftersom Lantmäteriverket har skyldighet att lämna ut koordinater för riksnätspunkter

att mätningarna kan återanvändas vid förtätning av SWEREF 93; det innebär att ett flertal gemensamma punkter kommer att finnas mellan RT 90-förtätningarna och SWEREF 93, vilket underlättar ett framtida införande av ett internationellt referenssystem i Sverige.

### Höjdnät

Ett snabbt slutförande av riksavvägningen är av synnerlig vikt, så att beräkningen av ett nytt, enhetligt höjdsystem kan göras. Det nya systemet kommer att ersätta RH 70, som är inhomogent och framför allt har en okänd regional kvalitet. Förtätningssåtgärder får ingen större effekt innan detta arbete är fullbordat.

Ett höjdsystem med hög regional noggrannhet, tillsammans med en geoidbestämning av hög kvalitet, är en förutsättning för noggrann höjdmätning med GPS. Om tekniken skall kunna utnyttjas fullt ut krävs dessutom anslutning av samtliga lokala höjdsystem till riksnätet i höjd.

För att under 10-årsperioden successivt kunna förbättra förutsättningarna för noggrann höjdmätning med GPS-teknik bör huvuddelen av SWEREF-punkterna

precisionsavvägas. Detta ger möjlighet att skapa ett bättre höjdsamband mellan SWEREF 93 och RR 92.

En undersökning från 1992 visar att ca 1% av höjdfixpunkterna i riksnätet försvinner varje år i de mest expansiva delarna av landet. Eftersom de äldsta delarna av nätet redan är 15 år gamla har Lantmäteriverket nyligen upprättat en plan för dess ajourhållning. Denna påbörjas nu parallellt med de ordinarie mätningarna och avses fortsätta när riksavvägningen är avslutad. Kostnaden för ajourhållningen uppgår enligt planen till ca. 1 Mkr/år.

Av praktiska och ekonomiska skäl har inte alla lokala önskemål angående riksnätens täthet och linjesträckning kunnat tillgodoseas hitintills. En fullständig anslutning av alla lokala höjdnät skulle kräva en förtätning anpassad till förhållandena i de enskilda fallen.

En viss förtätning av riksnätet för de lokala behoven kan dock med fördel samordnas med ajourhållningen. Därvid bör den motoriserade avvägningstekniken utnyttjas, vilken utan konkurrens är den effektivaste - såväl kvalitets- som pris- mässigt.

#### Tyngdkraftsnät

Det nuvarande första ordningens tyngdkraftsnät fyller av två anledningar inte längre sin uppgift på ett tillfredsställande sätt. För det första är nätet alltför grovmaskigt, speciellt i de nordligare delarna av Sverige, vilket medför långa resor från mätområdet till en anslutningspunkt. För det andra har ca. en tredjedel av nätets 197 punkter blivit förstörda sedan de anlades 1960-1966.

Både grovmaskigheten och de förstörda punkterna kommer att vålla t.ex. SGU problem i deras nu förestående storsatsning på tyngdkraftsmätning i övre Norrland. SGU anser därför att mätningarna i det nya, första ordningens nät som Lantmäteriverket har börjat bygga upp, med en punkt i var och en av landets cirka 200 storrutor, snarast bör slutföras.

Förutom tyngdkraftspunkter av första ordningen har SGU även, för sina egna tyngdkraftsmätningar, ett behov av referensstationer för GPS - såväl för höjdbestämmning på centimeternivå som för positionsbestämning av mätpunkterna.

Detta innebär i sin tur att det även för andra ordningens tyngdkraftsnät (detalj-nätet) krävs en översyn och viss förtätning, för att möjliggöra beräkning av en förbättrad geoidmodell. Insatserna bör koncentreras till det ganska stora, bristfälliga området i mellersta Norrland samt till kustlinjen Stockholm-Kalmar.

#### **4.7 Lösningmodell och finansieringsform för förtätning av RT 90**

Infrastrukturbyggarnas direkta behov av förtätning över ca. 1 350 mil linjeobjekt delas upp i två delar: Dels mäter Lantmäteriverket ett 5 km-nät av lättillgängliga punkter i anslutning till åtgärdsområdena, dels mäter infrastrukturbyggarna själva sina anslutningsnät och bruksnät utifrån de nya, lättillgängliga RT 90-punkterna. Samtliga kostnader bestrids av infrastrukturbyggarna.

Anledningen till att ett punktavstånd på 5 km har valts är att 5-10 km är ett lämpligt avstånd för fortsatt förtätning med GPS - med användande av s.k. *snabb-statiska metoder*, vilket för tillfället är det effektivaste tillvägagångssättet. Att just den undre gränsen (5 km) väljs beror bl.a. på att lättillgängliga punkter har en mer utsatt placering, dvs. det finns risk att vissa av dem förstörs.

Sjökartläggningens behov av förtätning av riksnätet i plan uppgår till ca. 800 punkter. Sjöfartsverkets andel i projektet - ca. 5 Mkr - föreslås bestå av operativa insatser i kust- och skärgårdsområdena, eftersom de förfogar över transportresurser och besitter kompetens inom verksamhetsfältet. I den mån som värdet av den operativa insatsen understiger detta belopp föreslås mellanskillnaden tillföras projektet i form av kontanta medel från Sjöfartsverket.

För kommunernas del föreslås att de 5 000 kommunala huvudstompunkter som anlades i samband med tredje rikstrianguleringen nyberäknas i RT 90. Lantmäteriverket har redan dessa mätningar i sitt arkiv och dessutom kunskap om erforderliga beräkningar. Därför förelås att verket såväl genomför som bekostar åtgärderna, bl.a. genom omprioriteringar inom de egna anslagen.

För att täcka övriga kommuners behov nyanläggs vidare 3 100 punkter genom förtätning av RT 90 med GPS-teknik. Dessa åtgärder föreslås finansieras via Lantmäteriverkets ajourhållningsanslag för riksnätet i plan samt tillskjutna medel från infrastrukturbyggarna.

Kommunernas skilda förutsättningar, det kärva ekonomiska läget och de finansieringsprinciper som i dag tillämpas för den kommunala mät- och kartverksamheten innebär att utredningen inte ser några praktiska möjligheter att få dessa att tillskjuta direkta medel för projektets genomförande. Finansieringsprinciperna innebär att andra kommunala förvaltningar, och i viss mån externa intressenter, tillskjuter medel för att finansiera de kommunala mät- och kartprogrammen.

Däremot är det rimligt att räkna med att kommunerna, som en motprestation för de nyttor som uppstår i den kommunala verksamheten av att här framlagda förslag genomförs, är villiga att kostnadsfritt upplåta information om de lokala stomnäten - i den mån de är berörda.

En sådan positiv syn har redovisats från de kommunala företrädare som medverkat i denna utredning. Vidare bör kommunerna och övriga intressenter ta upp en diskussion om formerna för det inbördes utbytet av "kartdata", så att rimliga och enhetliga taxor tillämpas.

Detta gäller såväl i planerings- och projekteringsskedet som i den kommande förvaltningen av anläggningarna och det framtida utnyttjandet av geografisk infrastrukturteknologi för skilda tillämpningar, vilket motiverar att infrastrukturbyggarna tillsammans tillskjuter de medel som svarar mot kostnaderna för anslutning av de kommunala näten.

Genom en sådan samverkan skulle kommunerna få del av förtätningen av riksnätet, för upprustning och anslutning av de lokala stomnäten, utan att behöva

tillskjuta egna medel. Samtidigt får infrastrukturbyggarna tillgång till befintligt kommunalt material utan penningtransfereringar.

Dessutom bör Lantmäteriverket - i samarbete med kommunerna och inom ramen för HMK-arbetet - ansvara för beräkning av transformations samband mellan RT90 och befintliga lokala system.

Vissa stompunkter - med ca 50 km avstånd - kommer att direktmätas mot referensstationssystemet SWEPOS, så att en förtätning av SWEREF 93 sker parallellt och sambandet med RT 90 förstärks.

Åtgärderna genomförs i första hand där infrastrukturbyggarna och Sjöfartsverket har behov av insatser, och enligt en "tidtabell" som så väl som möjligt överensstämmer med deras projektplaner.

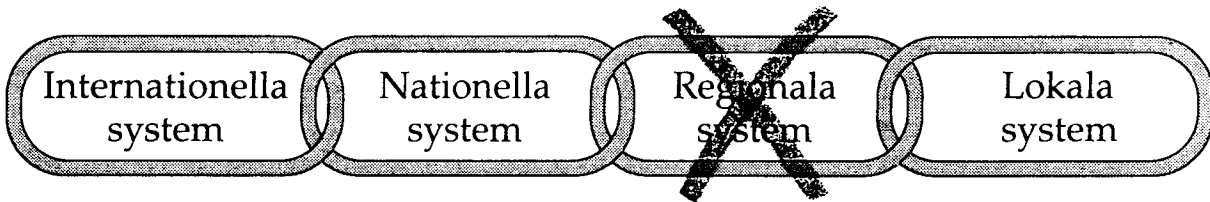
## 5 Förslag

### 5.1 Målbeskrivning

Målet är att erhålla enhetliga och homogena stornät i plan och höjd, som har en hög intern noggrannhet på både korta och långa avstånd och är baserade på gemensamma referenssystem med internationell anknytning.

Om detta mål uppfylls ges möjligheter att arbeta lokalt, regionalt, nationellt och internationellt i samma system. Vidare kan blandningen av tekniker ske helt fritt - innefattande allt ifrån mätband, avvägningsinstrument och totalstationer till GPS. Detta ger den framtida hierarki för stornät och referenssystem som illustreras i figur 5.

Regionala stornät bör dock på sikt försvinna som begrepp, vilket antyds i figuren. Alla regionala system kan likställas med de lokala, vilka båda skall anslutas till rikssystemen. De regionala sambanden erhålls i stället via riksnäten genom transformation.



Figur 5: Målsättningen för den framtida stornäts- och referenssystemhierarkin.

Fördelen med detta synsätt är att inga regionala skarvar kommer att finnas samt att mindre områden antagligen kan klaras med enklare typer av transformationer. Ytterligare en fördel är att endast tre typer av koordinater/höjder förekommer: lokala, nationella eller internationella.

För plana system innebär det koordinater i det lokala systemet samt i RT 90 och SWEREF 93. Därigenom är det inte helt realistiskt att tänka sig att man till objekten i geografiska databaser parallelllagrar samtliga tre koordinatuppsättningar. Till databaser upprättade endast i ett lokalt system bör åtminstone knytas ett kvalitetsmärkt transformationssamband med RT 90 och/eller SWEREF 93.

### 5.2 Övergripande insatser

Vad gäller de nationella geodetiska systemen krävs följande övergripande åtgärder:

- En nationell databas skapas för lagring av samtliga mätningar som utförts för riksnätsändamål. I databasen ingår även data om vissa kommunala och andra stompunkter. Detta är en förutsättning för att de investeringar som gjorts i mätningarna skall kunna utnyttjas fullt ut.



Verksamheten bör vara kontinuerlig och påbörjas omgående. Annars finns ingen möjlighet att återanvända mätningar och därigenom höja kvalitén fortlöpande eller, om behov uppstår, byta referenssystem i framtiden.

- Ett enhetligt stornät med hög lokal och regional noggrannhet etableras. Detta skall inrama hela landet och vara baserat på ett internationellt referenssystem.

Införandet av SWEREF 93 innebär att ett sådant system realiseras i Sverige. Nätet består inledningsvis av få punkter i ett yttäckande nät över hela landet. Allt eftersom mätdatabasen fylls kommer det att vara möjligt att öka punkttätheten.

- Riksavvägningen slutförs i minst den takt som planerats och förberedelser vidtas redan nu för en gemensam beräkning av samtliga data, i syfte att införa ett nytt höjdsystem i landet.

Detta system ersätter RH 70, som är inhomogent och framför allt har en osäker regional noggrannhet. Mer omfattande förtätningsåtgärder i höjdnätet får ingen effekt förrän ett nytt höjdsystem finns att tillgå. Punkter i SWEREF-nätet bör dock avvägas och bestämmas i RH 70, för att förbättra möjligheterna till höjdmätning med GPS.

Befintliga resurser för riksavvägningen bör efter slutförandet övergå till förtätning och ajourhållning av det nya höjdnätet.

- Erforderliga tyngdkraftsmätningar utförs, för att beräkningen av höjdsystemet och geoiden skall kunna ske på bästa sätt.
- En förbättrad geoidmodell som är kopplad till det nya höjdsystemet tas fram, så att GPS-tekniken kan användas även för noggrann höjdbestämning.
- Riksnäten i plan, höjd och för tyngdkraft underhålls kontinuerligt, för att säkerställa gjorda investeringar och fortlöpande kunna anpassa näten till framtida krav.

### 5.3 Förtätning av RT 90 och anslutning av lokala nät

Systemkomplexet RR 92 och referenssystemet SWEREF 93 utgör grunden för ett effektivt utnyttjande av GPS i landet. Under rikssystemen finns emellertid ett flertal lokala system. En förutsättning för att även dessa skall kunna länkas in är att de är anslutna - direkt eller indirekt - till RR 92.

Stornätsanslutning är således en viktig åtgärd för en optimal GPS-användning. Omvänt kan GPS-teknik med fördel utnyttjas för att åstadkomma denna anslutning.

En successivt ökad ambitionsnivå i landet i dessa frågor innefattar, vad gäller positionsbestämning i planet, förslagsvis följande steg:

- 1) RT 90 används som kommunikationslänk i samband med koordinattransformation. Enhetliga, nationella transformationsformler tas fram.
- 2) En total övergång till RT 90 genomförs.
- 3) Mätning sker i SWEREF 93 men presentation i RT 90, för att möjliggöra relatering till tidigare insamlade data.
- 4) SWEREF 93 införs som nationellt referenssystem, vilket ger kopplingar till t.ex. EUREF 89 och WGS 84.

Före detta ligger ett "steg noll", som avser den anslutning av lokala system till någon form av rikssystem som är nödvändig för att stegen 1-4 överhuvudtaget skall kunna tas. Det mest omfattande arbetet ligger i detta steg.

### Åtgärder

Det är nödvändigt att göra en mer generell förtätning av riksnäten för att tillgodose de infrastrukturansvarigas behov. Kortsiktigt bör insatserna koncentreras till aktuella bygg- och anläggningsprojekt, men den långsiktiga målsättningen är att allmänt öka tillgängligheten till riksnäten för dessa intressenter.

Även Sjöfartsverket har behov av en förtätning av riksnäten. Här behövs även en utvidgning så att riksnätspunkter finns att tillgå i hela det svenska kustbandet. Ett urval av dessa punkter bör dessutom samtidigt bestämmas i SWEREF 93, eftersom sjöfarten måste ha en koppling till WGS 84.

En förtätning av RT 90 är ett nödvändigt steg för att på kort sikt få ett integrerat system mellan lokala nät och riksnäten. Givetvis bör denna förtätning göras på ett sådant sätt att mätningarna kan lagras i mätdatabasen och därmed på sikt användas för en utvidgning av SWEREF-nätet.

Följande bör beaktas vid förtätningen:

- Riksnäten förtätas så att samtliga kommunala stamnät kan få ett bra samband med riksnäten samt att möjligheter ges att kontrollera, kvalitetsbestämma och förbättra dessa nät. Detta bör ske genom inmätning av ett urval av "strategiska" kommunala stompunkter. Samtidigt och samordnat bör insatser göras för att placera riksnätspunkterna mer lättillgängliga.
- Definitionen av sambanden mellan lokala system och riksnäten måste göras entydig - dvs. endast ett samband per systemkombination, som används av alla.

Till dessa officiella systemsamband bör fogas uppgifter - en sorts "varudeklaration" - om giltighetsområde, antal passpunkter, kvalitet m.m. Sambanden bör publiceras i en skrift av samma typ som amerikanska *DMA (Defence Mapping Agency)* ger ut för transformation av nationella referenssystem till WGS 84. Detta kan med fördel ske inom ramen för dokumentserien HMK.

Med utgångspunkt i RT 90-förtätningen, och för att på sikt åstadkomma en mer enhetlig stamnätskvalitet i landet,

bör insatser för en kompetensutvecklingen samordnas med förtätningsarbetena i riksnätet, i syfte att genom en viss medverkan höja insikterna i bl.a. kommunerna i dessa frågor

bör de kommunala stamnäten renoveras, underhållas och mer i detalj utvärderas; åtgärderna bör avse såväl anslutnings- som bruksnät och syftar till att på sikt höja kvalitén och skapa möjligheter till mer flexibla lösningar vid utnyttjandet

bör mätdatabaser byggas upp på samma sätt som för riksnäten; med sådana kommunala databaser ges förutsättningar för att vid behov kunna genomföra nytjämnings jämförelser av hela eller delar av ett lokalt stamnät - vid underhåll eller för en analys av underhållsbehovet.

#### 5.4 Ansvarsfördelning

Lantmäteriverket har ansvaret för anläggande och underhåll av riksnäten, inklusive nätens tillgänglighet. Eftersom verket också är tillsynsmyndighet i anslutningsfrågor förefaller det naturligt att det övergripande ansvaret för här föreslagna åtgärder inlemmas i dess ordinarie myndighetsuppgifter.

Utifrån riksdagens beslut om ny lantmäterioorganisation blir det i realiteten "det nya" Lantmäteriverket som tar över dessa uppgifter, och bl.a. skall svara för genomförandet av den föreslagna förtätningen av RT 90. I detta bör inkluderas ett ansvar för framtagning av transformationssamband mellan lokala och nationella system samt publicering av dessa.

Genomförandet kan ske antingen i egen regi, efter tillskott av medel, eller i samverkan med intressenterna. Det senare fallet är speciellt intressant för insatserna i kustbandet, eftersom Sjöfartsverket förfogar över transportresurser till havs.

I de lokala lantmäterimyndigheternas uppgifter ingår bl.a. att ge kommuner och övriga intressenter råd i frågor om stamnätsanslutning och samband mellan lokala stamnät och riksnäten.

Varje intressent/användare ansvarar dock för sina egna stammättningsaktiviteter på bruksnätets nivå, vilket innefattar beslut om strategi, resursanskaffning, finansieringsformer m.m.

Det formella ansvaret för lokala stamnätsaktiviteter föreslås bli reglerat på ett motsvarande sätt som i dag gäller för Lantmäteriverkets ansvar - i lag, författning eller instruktion.

Kommunerna, som "de facto" har påtagit sig ett ansvar för anläggande och underhåll av de lokala stamnäten, bör även fortsättningsvis ha ansvaret för åtgärder i de kommunala näten. Genomförandet kan - i analogi med Lantmäteriverkets - ske i egen regi, i samarbete med andra kommuner eller i samverkan med övriga intressenter.

## 5.5 Volymer, kostnader och finansiering för förtätning av RT 90

Följande kostnadsuppskattningar bygger på uppgifterna från avsnitten 4.6 och 4.7. Grunden för beräkningarna är att Lantmäteriverket genomför en behovsprövad förtätning av RT 90 med ett 5 km-nät av lättillgängliga riksnätspunkter.

### Behov vid samordnad insats

Om de nyetablerade punkterna ges en sådan placering att ett samutnyttjande blir möjligt beräknas det totala behovet kunna reduceras med ungefär 10-20%. Effekterna av detta för de olika intressenterna redovisas i nedanstående tabell.

<u>Intressent</u>	<u>Behov om arbetet sker utan samordning</u>	<u>Behov vid samordnad insats</u>
Banverket	1 000	800
Kommuner	3 100	2 600
Sjöfartsverket	800	700
Telia AB	1 200	1 000
Vägverket	<u>500</u>	<u>400</u>
Summa:	6 600 punkter	5 500 punkter

Totalbehovet kan alltså på detta sätt nedbringas till ungefär 5 500 nypunkter. Till detta kommer ca. 5 000 kommunala punkter som skall nyberäknas.

### Kostnad vid samordnad insats

Punktpriset vid den föreslagna förtätningen av RT 90 beräknas uppgå till 7 000 kr om genomförandet sker samordnat mellan intressenterna. I kostnaden inkluderas även planering, markering, beräkning samt arkivering av mätningar och koordinater i ett nationellt, ADB-baserat register.

Utgående från punktantalet i föregående tabell skulle detta innebära följande kostnader för respektive intressents egna behov:

<u>Intressent</u>	<u>Antal punkter</u>	<u>Kostnad i Mkr</u>
Banverket	800	6
Kommuner	2 600	18
Sjöfartsverket	700	5 *)
Telia AB	1 000	7
Vägverket	<u>400</u>	<u>3</u>
Summa:	5 500 punkter	39 Mkr

\*) exklusive sjötransporter

Kostnaden för nypunkterna skulle alltså uppgå till 39 Mkr. För nyberäkning av de 5 000 kommunala punkterna uppskattas kostnaden till 15 Mkr. Den totala kostnaden beräknas således bli 54 Mkr.

### Kostnadsjämförelse för Banverket - ett exempel

För att belysa vilka effekter de föreslagna åtgärderna kan få för infrastrukturbyggarna ges i det följande räkneexemplet en redovisning av hur Banverkets verksamhet påverkas.

Anläggning av en ny anslutningspunkt genom inmätning mot i dag befintliga RT90-punkter kostar ungefär 4 000 kr. Om motsvarande åtgärd görs i ett lätt-tillgängligt 5 km-nät - som i sig har en anläggningskostnad på 7 000 kr/punkt - uppskattas motsvarande kostnad till 2 000 kr.

Banverket har enligt avsnitt 4.3 ett behov av stompunkter utefter 500 mil järnväg. Om deras nuvarande modell med 1,5-2 km punktavstånd tillämpas innebär det att ca. 3 000 punkter behöver anläggas - utöver de 800 punkter som avser detta verks behov av förtättningspunkter i RT 90.

Beroende på valet av lösningsmodell ger detta följande jämförelsetal:

- Enskild åtgärd: 3 000 punkter x 4 000 kr = 12 Mkr
- Samordnad insats: (800 punkter x 7 000 kr) + (3 000 x 2 000 kr) = 11.6 Mkr

En samordnad åtgärd enligt utredningsförslaget ger alltså en viss kostnadsreduktion, ca. 0,4 Mkr.

### Finansiering

Var och en av intressenterna står för sina egna kostnader, utom kommunerna som inte bedöms ha resurser för detta.

Kostnaden för att täcka de kommunala behoven uppskattas till 18 Mkr, som delvis bör finansieras via Lantmäteriverkets ajourhållningsmedel för riksnätet i plan. Dessa uppgår för närvarande till 1 Mkr/år, dvs 10 Mkr för 10-årsperioden.

Resterande 8 Mkr föreslås finansieras av infrastrukturbyggarna, i förhållande till respektive intressents punktandel: Banverket 3 Mkr, Vägverket 1,5 Mkr och Telia 3,5 Mkr.

Dessutom föreslås en förstärkning av anslagsmedlen till den geodetiska verksamheten inom Lantmäteriverket ske med 1,5 Mkr/år. Dessa medel - 15 Mkr över 10 år - bör användas för inventering av befintliga stomnät, nyberäkning av kommunala huvudstomnät samt arkivering av mätdata och koordinatuppgifter.

Finansieringen av den föreslagna anslagsförstärkningen får prövas av den organisationskommitté som tillsatts för att lämna förslag om ny lantmäterioorganisation och som därvid bl.a. har till uppgift att utarbeta en anslagsframställning för den nya myndighetsorganisationen.

Förstärkningen kan åstadkommas genom utnyttjande av de rationaliserings-effekter som uppstår genom omorganisationen, genom omprioriteringar inom

anslaget för grundläggande landskapsinformation eller genom de övriga rationaliseringar som uppkommer i den löpande produktionen.

Lantmäteriverkets totala medelsinsats föreslås alltså bli  $10 + 15 = 25$  Mkr.

Sjöfartsverkets del i projektet föreslås bestå av operativa insatser tillsammans med Lantmäteriverket. Om sådana insatser inte kommer till stånd, eller om värdet av dessa inte når upp till kalkylerade 5 Mkr, föreslås mellanskillnaden regleras genom att kontanta medel tillförs projektet.

I nedanstående tabell redovisas en sammanställning av intressenternas bidrag.

<u>Intressent</u>	<u>Kostnad för eget behov</u>	<u>Bidrag till projektet</u>	<u>Summa kostnad</u>
Banverket	6	3	9
Kommuner	18+15	0	0 *)
Lantmäteriverket	--	25	25
Sjöfartsverket	5	0	5 **)
Telia AB	7	3,5	10,5
Vägverket	<u>3</u>	<u>1,5</u>	<u>4,5</u>
Summa:	54 Mkr	33 Mkr	54 Mkr

\*) exklusive kostnad för att ställa material till förfogande

\*\*\*) inklusive egen operativ insats men exklusive sjötransporter

## 5.6 Konsekvenser och effekter

### Förtätning av RT 90

För närvarande pågår och planeras omfattande insatser för en utbyggnad av infrastrukturen i landet (vägar, järnvägar, tele etc.). Genomförandet av dessa insatser skulle i väsentlig utsträckning effektiviseras om här föreslagna åtgärder kommer till stånd. Detta gäller såväl i planerings- och projekteringsskedet som i den kommande förvaltningen av anläggningarna och det framtida utnyttjandet av geografisk infrastrukturteknologi för olika tillämpningar.

Förslagen rörande förtätningen av RT 90 utgår från en genomförandetid på 10 år. Detta tidsperspektiv överensstämmer med den nu överblickbara planeringshorisonten för infrastrukturutbyggnaden och ter sig också som en realistisk tidsperiod för att genomförandet skall kunna ske utan alltför omfattande omprioriteringar i övrig mättningsverksamhet - personellt och finansiellt.

10 år är dock en lång tid mot bakgrund av den snabba tekniska utvecklingen, men uppläggningsen av de föreslagna insatserna är utformad på ett sådant sätt att det finns stora möjligheter att anpassa verksamheten till framtida "tekniksprång" och andra förändringar i förutsättningarna.

De viktigaste effekterna av en samordnad insats, utöver rationaliteten i själva genomförandet, är

att samtliga riksnätspunkter lagras på ett ställe

att alla har tillgång till dessa punkter

att alla mätningar sparas och därför kan återutnyttjas.

Kunskapen om skillnaderna mellan SWEREF 93 och RT 90 ökar ju fler gemensamma punkter som etableras i dessa nät. Detta förbättrar möjligheterna att använda fasta referensstationer - t.ex. SWEPOS-nätet - för noggranna GPS-mätningar i RT 90. Vidare förbättras möjligheterna att, på längre sikt, övergå till SWEREF 93 som ett nytt nationellt referenssystem.

Det förtjänar att betonas att förtätningen av riksnätet och restaureringen av de kommunala huvudstomnäten endast är ett första steg i en hel kedja av åtgärder, som måste vidtas för att förenkla och förbättra utbytet och underhållet av geografiska data.

Kommunerna bör emellertid ha ett starkt egenintresse av att de föreslagna åtgärderna kommer till stånd. De får utan egen kontantinsats sina huvudstomnät restaurerade och anslutna till RT 90. Åtgärderna är kostnadsberäknade till 33 Mkr och utgör en värdefull grund för den fortsatta översynen av bruksnäten.

Infrastrukturbyggarna bidrar med 8 Mkr, och Lantmäteriverket med 25 Mkr, till finansieringen av denna verksamhet. I motprestation erhålls kostnadsfri tillgång till information om de kommunala huvudstomnäten och bruksnäten.

Inom ramen för den samordnade insatsen måste planeringen av mätningarna ske gemensamt. För att intressenterna ändå skall få sina behov tillgodosedda på utsatt tid kan volymen på de årliga insatserna komma att variera under 10-årsperioden. Ett annat villkor för att den samordnade insatsen skall ge full utdelning, och vara attraktiv för finansiärerna, är att samtliga intressenter deltar i projektet.

Infrastrukturbyggarna har t.ex. ingen större glädje av att huvudstomnäten i kommunerna restaureras om inte arbetet fortsättes med en översyn av bruksnäten, så att transformationssamband kan erhållas till riksnäten för att bl.a. användas vid projektering och utbyte av information mellan olika databaser.

Om det föreslagna samarbetet inte kommer till stånd blir konsekvenserna att varje intressent tillgodoser sina respektive behov av stamnät, varigenom möjligheterna till utbyte av geografiska data försvåras eller omintetgörs. Dessutom blir effekten att uppgifter om identiska objekt får varierande värden i olika databaser. Följden blir onödigt arbete för att i efterhand jämkas ihop data.

### Övriga åtgärder

Om ovanstående åtgärder skall kunna bära frukt ställs också vissa villkor på den övergripande geodetiska verksamheten.

För riksnätet i höjd gäller - under den kommande 10-årsperioden - att resurserna koncentreras på att slutföra riksavvägningen så snabbt som möjligt, samt att ett nytt, förbättrat höjdsystem införs. En viss ajourhållning, förtätning och inmätning av SWEREF-punkter är dock nödvändig för att säkra gjorda investeringar och förbättra förutsättningarna för höjdmätning med GPS.

När riksavvägningen är slutförd bör resurserna föras över till ajourhållning av höjdnätet samt förtätning av detta för att på sikt åstadkomma goda samband mellan det nya, nationella höjdsystemet och de lokala systemen.

Vidare krävs att alla nödvändiga åtgärder i tyngdkraftsnätet görs, så att en bättre geoidmodell kan införas samtidigt med det nya höjdsystemet - i syfte att ytterligare höja noggrannheten vid höjdbestämmning med GPS.



## 6 Intressenternas synpunkter

### 6.1 Synpunkter på förslag till rapport

De intressenter med vilka samråd skett i denna utredning har getts möjlighet att avge ett yttrande över Lantmäteriverkets förslag till utredningsrapport. Den rapportversion som granskats var ofullständig i vissa delar, men bakgrunden, behovsbeskrivningen samt huvuddragen i åtgärds- och finansieringsförslagen var relativt genomarbetade.

Många har utnyttjat möjligheten till yttrande. Dessa redovisas i det följande i form av kortfattade ställningstaganden från intressenterna, utan någon som helst redigering.

#### Banverket

Banverket är positiva till de föreslagna åtgärderna i rapporten RIX 95. Vi ser det som naturligt att dessa åtgärder är Lantmäteriverkets ansvar och att de inlemmas i de ordinarie myndighetsuppgifterna. Vi anser i första hand att de skall rymmas inom Lantmäteriverkets ordinarie anslag men vi är beredda att diskutera ett tillskott av medel för åtgärder som direkt gagnar Banverket.

Om Banverket skall bidra till finansieringen av de delar som berör en upprustning av de kommunala huvudstomnäten vill vi ha reglerat dels att kommunerna därefter fortsätter med en översyn av sina bruksnät, dels vilken information som vi därefter får tillgång till utan kostnad för Banverket.

Vi hoppas att arbetet kommer igång så fort som möjligt och att förtätning påbörjas i anslutning till de Banverksprojekt som står i startgroparna för att lägga ut anslutningsnät.

Till sist vill vi kunna påverka den kommande prioriteringen av de föreslagna åtgärderna, likväl som hela programmet för landskapsinformation, genom att få en representant i Karträdet eller motsvarande råd inom den nya organisationen för Kart- och fastighetsverksamhet.

#### Kommunförbundet

Rapporten innehåller en behovsanalys som förbundskansliet kan ställa sig bakom. De föreslagna åtgärderna är välmotiverade, om än något sent aktualiserade. Det är principiellt riktigt att utnyttja pågående investeringar i den anläggningstekniska infrastrukturen till att också förbättra infrastrukturen inom IT-området.

Förbundskansliet tillstyrker det framlagda förslaget om genomförandet av riksnätsförtätning och anslutning av kommunala stomnät. Vi vill särskilt betona vikten av kompetenshöjande åtgärder och att kommunal personal erbjuds möjligheter att aktivt medverka i arbetet. Det finns anledning för förbundet att tillsammans med framför allt Vägverket och Banverket diskutera lämpliga former för samverkan med kommunerna.

### Riksantikvarieämbetet

Riksantikvarieämbetets inställning till rapporten RIX 95 är enbart positiv. Utredningens förslag ger möjlighet till nationell standardisering av referenssystem samt samordning mellan statliga och kommunala organisationers stommätningsverksamhet.

Förslaget kommer, om det genomförs, att innebära följande för Riksantikvarieämbetet:

- På sikt utvidgade möjligheter till utbyte av geografiska data med andra organisationer, då förslaget medför en standardisering av referenssystem och att samband mellan lokala och nationella referenssystem upprättas.
- Ökad möjlighet att ansluta utgrävningsmätningar till riksnäten, då de stora uppdragsgivarna till utgrävningsverksamhet - Banverket och Telia - ges större möjlighet att utnyttja riksnätet genom förtätningen av RT 90. Utgrävningsplatsers läge kommer att registreras i en nationell databas tillsammans med andra registrerade fornlämningar; i databasen används koordinat-systemet RT 90.
- Förslagets genomförande kommer att stärka förutsättningarna för höjdbestämmning med hjälp av GPS-teknik. En förbättrad geoidmodell, tillsammans med att riksavvägningen slutförs, ger de nödvändiga komponenter som möjliggör en prestandaökning vid utnyttjande av GPS för höjdbestämmning. Höjddata är mycket intressanta för Riksantikvarieämbetet, då de i kombination med en landhöjningsmodell kan stödja dateringar av fornlämningar.

### Sjöfartsverket

Förankringen och granskningen av rapporten har, med de förutsättningar som gällt för utredningen, skett under stor tidspress. Därför finns det fortfarande brister i det rapportförslag som vi har granskat, framför allt vad gäller beskrivningen av den fortsatta hanteringen av de nationella höjdsystemen. Hänsyn till detta bör tas i slutskrivningen och då rapportens innehåll analyseras.

Sjöfartsverket konstaterar att Lantmäteriverkets ansvar för riksnätens anläggning och underhåll redan nu borde inkludera hela landet. Initiativet att förbättra dessa nät är sedan länge efterfrågat i sjömättnings- och sjökarteverksamheten, vilket har påtalats i remissvaren till såväl Geodesi 90 som LI94. Icke desto mindre ligger stora delar av kustområdet fortfarande utanför de områden som täcks av dagens riksnät.

Geodesin är ett verksamhetsområde där Sjöfartsverket och Lantmäteriverket haft en väl fungerande samverkan under lång tid. Vi hoppas på ett fortsatt gott samarbete och stödjer Lantmäteriverkets förslag till genomförande av de insatser som redovisas i rapporten - förutsatt att vi får god insyn i och möjligheter till påverkan på arbetets genomförande och dess tidplan. Detta är rimligt eftersom förslagen innebär omfattande insatser från Sjöfartsverket.

Bakgrunden till ställningstagandet baseras på följande. För att moderna kartläggningssätt och geografiska informationssystem skall kunna användas effektivt så brådskar det att konstruera ett riksnät av god kvalitet, som kan användas vid lagring av data i olika verksamheter och vid utbyte av data mellan olika organisationer. Förslaget skapar rimliga förutsättningar för att relativt snabbt realisera dessa behov.

#### Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

SGU anser att rapportförslaget är bra och framhåller som speciellt värdefullt det "riksnät i realtid" som beskrivs under rubriken "Referensstationsnät i Sverige - behovet av nationell samordning" i avsnitt 2.2.

SGU ställer sig bakom förslagen i kapitel 5 i den preliminära rapportversionen, men förutsätter att höjdsidan behandlas lika ingående som plansidan i den slutgiltiga rapporten.

Sammanfattningsvis anser SGU att det måste vara Lantmäteriverkets uppgift att sörja för högkvalitativa riksnät (höjd, plan, tyngdkraft samt ett referensstationsnät för realtidsmätningar med GPS), som gör att avnämarnas arbete blir effektivare och deras produkter av bättre kvalitet - vilket gagnar hela samhället i längden. Detta kommer att bli allt viktigare ju längre den tekniska utvecklingen fortskrider.

#### Telia AB

Förankringen av utredningsrapporten och dess förslag inom Telia AB (Division MätTjänster) har inte varit möjlig att åstadkomma med den korta handläggningstid som stått till förfogande.

Telia avser att lämna sitt yttrande direkt till Miljö- och naturresursdepartementet senast den 21 oktober 1994.

#### Vägverket

Vägverket ställer sig positiva till att föreslagen förtätning och omräkning av de geodetiska stomnäten genomförs och att dessa arbeten påbörjas så snart det är möjligt. Detta är en förutsättning för ett rationellt utnyttjande av GPS-teknik i samband med etablering av bruksnät för anläggning av infrastruktur och för att enkelt kunna använda befintligt mät- och kartmaterial.

Det är nödvändigt att mätning och omräkning sker på ett samordnat sätt, varför Lantmäteriverket som myndighet är lämplig att leda detta arbete.

De föreslagna åtgärderna är så viktiga ur samhälls- och synpunkt att de borde finansieras inom ramen för ordinarie anslag till Lantmäteriverket. Om så ej kan ske kan Vägverket, inom ramen för de nyttoeffekter som kommer Vägverket tillgodo, bidra med delar av föreslagen finansiering. Formerna för denna finansiering måste dock diskuteras i särskild ordning.

## 6.2 Särskilt yttrande från Stockholms Stadsbyggnadskontor

Stockholms Stadsbyggnadskontor var en av de fyra kommunala företrädare som Kommunförbundet ansåg mer aktivt borde medverka i utredningsarbetet. De har bl.a. ingått i enkätundersökningen och dessutom varit företrädare i de två temadagar som anordnades under utredningens gång.

De har i motsats till övriga intressenter avgett ett traditionellt, relativt omfattande remissvar och inte enbart ett principiellt ställningstagande. Kontoret besitter en hög geodetisk kompetens och har långtgående egna erfarenheter av den typ av verksamhet som utredningen behandlar. Därför har bedömningen gjorts att deras synpunkter - trots omfattningen - bör återges i sin helhet, vilket görs i detta avsnitt.

### Bakgrund

Stockholms stad har sedan den första trianguleringen 1907-1911 svarat för sina egna stornät. Bristen på noggranna riksnät i regionen medförde att kranskommunerna till stor del utnyttjade Stockholms nät som utgångspunkt för sina egna nät genom att ansluta till Stockholms system.

Genom initiativet till ST 90-projektet och genom att ekonomiskt stötta dess genomförande har vi visat ett stort ansvar för hela stockholmsregionens stornät. Föreliggande utredning har också vid flera tillfällen hänvisat till det arbete som bedrivits i ST 90-projektet.

I viss mån har stockholmsregionen redan vidtagit många av de åtgärder som skisserats i utredningen. Infrastrukturbyggarna (Banverket, Vägverket och Telia AB) har inte deltagit i formell mening men kontakter har funnits.

Nedan följer våra synpunkter ordnade kapitelvis.

### Kapitel 2: Den moderna teknikens möjligheter och krav

Teknikbeskrivningen i detta kapitel ställer vi oss bakom i alla delar. Vi vill särskilt betona att en ensidig satsning på ett referensstationsnät inte ger större möjligheter för kommunerna att utnyttja GPS-tekniken. Det beror främst på svårigheter att erhålla god överensstämmelse med tidigare gjorda bestämningar, vilket även påpekas i utredningen.

Konstaterandet att satsningen på GIS och annan digital teknik i samband med lägesbestämda data kräver högkvalitativa stornät och koordinatsystemkunande är enligt vår uppfattning helt riktigt.

### Kapitel 3: Stornätssituationen i Sverige

Redovisningen av stornätssituationen är, så vitt vi kan bedöma, sakligt riktig. Detta kapitel vill vi endast komplettera med en kort beskrivning av ST 90.

Det förbättrade referenssystemet ST 90 har tillkommit genom en inpassning av ett nät, bestående av "strategiska" punkter inmätta i förhållande till riksnätet

RT90, i det gamla geodetiska datumet. Därigenom åstadkoms en hög geometrisk kvalitet (RT 90) och god överensstämmelse med äldre förhållanden.

Det som saknas i stockholmsregionen är ett samband mellan höjdsystemen, vilket är en förutsättning för anslutning till RR 92.

#### Kapitel 4: Behoven och hur de kan tillgodoses

Vi ger här en viss komplettering av den allmänna behovsbilden.

Övergången till digital teknik medför att all jämförelse av lägesbestämda data förutsätter att de kan redovisas i samma referenssystem. Principen "ajourföring vid källan", utbyte av data mellan organisationer etc. kräver väl etablerade samband mellan olika system.

Tanken att allt skall redovisas i ett och samma system löser inte alla problem. Vid "storskaliga" redovisningar bör de storheter som beräknas ur koordinaterna ungefär överensstämma med förhållandena på marken. Det har lett till införandet av olika projektionszoner. Koordinatangivelser i planet måste alltid relateras till rätt projektion.

Även om man i en framtid skulle erhålla ett gemensamt referenssystem kan flera koordinatsystem aldrig undvikas såvida inte all lägesangivelse görs i geografiska koordinater (latitud och longitud), vilket ger andra negativa konsekvenser.

Avsnittet om kompetensutvecklingsbehov beträffande koordinatsystem m.m. är mycket centralt. Många organisationer som tidigare inte ens behövde känna till befintligheten av olika system måste i dag, om inte behärska området, så i alla fall kunna avgöra när sakkunskap skall anlitas.

För kommunernas del ser vi som nödvändigt att kunskapsöverföringen integreras med egenverksamhet. Kommunernas organisationer får inte enbart bli "hantlangare" eller "passiva åskådare".

Kapitlet avslutas med en behovsbild, i vilken vi instämmer. Dock har vi ingen uppfattning rörande kvantifieringen i antalet punkter etc. För Stockholms del - och förmodligen även för övriga "ST 90-kommuner" - är, som tidigare redovisats, behovet av ett förtätat riksnät i planet redan tillgodosett. Däremot finns fortfarande ett behov att etablera samband mellan höjdnäten.

#### Kapitel 5: Förslag

Den allmänna målbeskrivningen beträffande framtida stornäts- och referenssystem förefaller välgrundad.

De föreslagna övergripande insatserna rörande nationell mätdatabas, ett enhetligt "internationellt" stornät, ett fullföljande av riksavvägningen samt framtagande av en förbättrad geoidmodell synes vara väl motiverade.

Beträffande mätdatabasen förutsätter vi att uttag ur denna inte belastas med högre avgifter än rena uttagskostnader.

Det är viktigt att det nationella, tredimensionella stornätet, som baseras på ett internationellt referenssystem, får en heltäckande utbredning över landet. Därigenom ges förutsättningar för ett bättre samband med RR 92.

De förslag till åtgärder för förtätning av RT 90 m.m. kan vi i princip stödja. Vi vill dock betona vikten av att kommunala mättningsorganisationer ges möjlighet att delta aktivt i dessa arbeten. På detta sätt gynnas kompetensutvecklingen i kommunerna, vilket är nödvändigt för det fortsatta arbetet med utvärdering och renovering av de kommunala stornäten.

Ansvar för riksnäten och riksnätsarbeten ligger naturligt i det nya Lantmäteriverkets myndighetsuppgifter. Genomförandet kan också ske efter olika principer, allt efter råd och lägenhet.

På motsvarande sätt ser vi att ansvaret för de lokala (kommunala) näten och åtgärder i dessa naturligt finns hos kommunerna. Eftersom det finns en stor spridning av såväl kompetens som resurser bland kommunerna så kan även här genomförandet ske efter olika principer. Vi anser att en kommun, som har rätt förutsättningar, skall kunna åta sig att - i utredningens anda - genomföra föreslagna åtgärder i egen regi och för detta erhålla bidrag till finansieringen.

Beträffande finansieringsmodellen, dvs. att kommunerna kostnadsfritt upplåter information om stornäten till finansiärerna, har vi den uppfattningen att eftersom infrastrukturbyggarna ej ingick i ST 90-projektet så kan vi inte heller helt kostnadsfritt ställa hela vårt stornät till deras förfogande. De punkter som utgör definitionen av ST 90 och sambanden till RT 90 är dock helt fria för alla användare.

I den mån motsvarande kommunfinansierade arbeten är genomförda i andra delar av landet bör ett liknande betraktelsesätt anammas, dvs. det är endast de organisationer som deltar i finansieringen som kan erhålla information om anslutningsnäten gratis.

Den därpå följande beskrivningen av konsekvenser och effekter har vi ingen möjlighet att kommentera.

En allmän kommentar, som i viss mån kan motivera infrastrukturbyggarna att medverka i finansieringen, är att efter att de ovan föreslagna åtgärderna genomförts har kommunerna förutsättning att kunna leverera utdrag ur databaser och digitalt kartmaterial i det koordinatsystem användaren vill ha.

## **BILAGOR**

- 1 Uppdraget**
- 2 Sammanställning av enkätsvar**





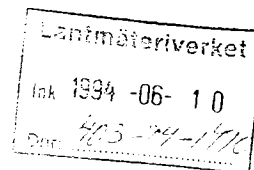
# 1 Uppdraget



MILJÖ- OCH NATURRESURS-  
DEPARTEMENTET

REGERINGSBESLUT 23  
1994-05-19 M94/911/7  
(delvis)  
M94/1903/7

Statens lantmäteriverk  
801 82 GÄVLE



Uppdrag att redovisa vissa frågor om förtätning  
m.m. av de geodetiska näten

Regeringen har i 1994 års budgetproposition (prop. 1993/94:100 bil. 15, s. 62) bl.a. redovisat att Miljö- och naturresursdepartementet aktivt skall verka för att nå erforderlig samordning mellan myndigheter som berörs av den satellitbaserade s.k. GPS-tekniken (Global Positioning System). Samordningsbehovet berör bl.a. ett nationellt nät av fasta referensstationer, datakommunikationsområdet samt det geodetiska referenssystemet.

Samordningsbehovet diskuterades den 18 februari 1994 mellan företrädare för bl.a. Kommunikationsdepartementet, Miljö- och naturresursdepartementet, Försvarsmaktens organisationsmyndighet, Vägverket, Banverket, Luftfartsverket, Sjöfartsverket, Statens lantmäteriverk och Affärsverket svenska kraftnät.

Regeringen uppdrar åt Lantmäteriverket att i samråd med i första hand ovan nämnda myndigheter samt Svenska kommunförbundet närmare belysa behovet av och formerna för dels en anpassning av de geodetiska riksnäten till GPS-teknikens krav, dels en förbättrad anslutning av lokala geodetiska nät till rikets system. Redovisning skall ske till regeringen senast den 15 september 1994. Därvid skall även förslag till lämpliga åtgärder och en finansiering av dessa lämnas.

Berörda myndigheter m.m. förutsätts stå för sina respektive kostnader för deltagandet i arbetet.

Postadress  
103 33 Stockholm

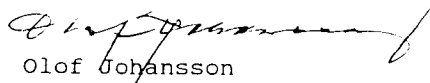
Besöksadress  
Tegelbacken 2

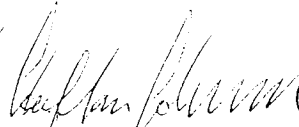
Telefon 08-763 10 00  
Telefax 08-24 16 29  
Telex 15499 MINEN S

2

Frågor om tänkbara användare av GPS-teknik samt om formerna för datakommunikation bereds vidare inom Kommunikationsdepartementet i samarbete med övriga berörda departement.

På regeringens vägnar

  
Olof Johansson

  
Staffan Johnson

Kopia till

Försvarsdepartementet  
Kommunikationsdepartementet  
Finansdepartementet  
Näringsdepartementet  
Försvarsmaktens organisationsmyndighet  
Banverket  
Vägverket  
Luftfartsverket  
Sjöfartsverket  
Affärsverket svenska kraftnät  
Svenska kommunförbundet

## 2 Sammanställning av enkätsvar

Två enkätundersökningar har ingått i utredningsarbetet. En enkät ställdes till Lantmäteriverkets kartråd, samt ytterligare ett antal intressenter, och en till de tekniska länslantmätarna inom Lantmäteriet. Frågorna var delvis likalydande.

I denna bilaga redovisas en sammanställning av de svar som erhållits.

### 2.1 Enkät till Lantmäteriverkets kartråd m.fl.

Lantmäteriverkets kartråd består av ett femtontal statliga myndigheter samt Kommunförbundet. Dessutom har sju andra statliga myndigheter och bolag, samt fyra större kommuner, getts möjlighet till yttrande. Av totalt 28 utskickade enkäter har 18 organisationer svarat, varav Luftfartsverket har lämnat 3 svar från olika enheter.

Intressenterna kan delas in i *infrastrukturansvariga*, *sektorsintressenter* på riksnivå och lokala användare (*kommuner*).

#### ***Fråga 1: I vilka delar av Er verksamhet har Ni behov av lägesbestämd/koordinatbunden information?***

Det finns för samtliga intressenter ett likartat behov av lägesbestämd information för bl.a. planering, projektering, byggande och kartframställning. Bland sektorsintressenter och kommuner finns dessutom behov av lägesbestämd information för databasuppbyggnad, lägesangivning, positionsbestämning, navigering, arealkontroll, inventeringar m.m.

#### ***Fråga 2: Vilka koordinat- och höjdsystem används i redovisningen/hanteringen av denna information?***

Bland de infrastrukturansvariga är det bara Banverket som använder ett enhetligt koordinatsystem, RT 90 (för nya projekt). I äldre projekt använder de liksom de övriga andra system eller flera system parallellt. Merparten anger behoven av transformation mellan systemen som mycket stora. Samtliga använder höjdsystem RH 70, några dessutom RH 00 och lokala system. Man anger behoven av transformation mellan olika höjdsystem som allt emellan små och mycket stora.

Sektorsintressenterna använder främst koordinatsystemet RT 90. I andra hand används RT 38 och i viss utsträckning RTs regionsystem. En liten övervikt av intressenterna anser behoven av koordinattransformation vara stora. Motsvarande gäller för höjdsystem, där RH 70 används av de flesta. Behoven av transformation anges av många som stora.

De fyra kommunerna använder lokala koordinatsystem. Några bedömer behoven av transformation mellan olika system som stora. Motsvarande gäller för höjdsystem.

***Fråga 3: Vilken roll spelar geodetiska stornät i Er verksamhet?***

Merparten av de infrastrukturansvariga har egen stommättningsverksamhet i kombination med upphandling av stommätningstjänster och användning av stornät upprättade av andra.

De flesta av sektorsintressenterna utnyttjar inte stornät i verksamheten. Övriga använder stornät upprättade av andra.

Kommunerna har egen stommättningsverksamhet.

***Fråga 4: Hur bedömer Ni, genomsnittligt, kvalitén på de stornät Ni utnyttjar?***

Merparten av de infrastrukturansvariga bedömer kvalitén som hög.

De få sektorsintressenter som kan bedöma kvalitén anger den som genomsnittlig.

De tillfrågade kommunerna bedömer samstämt kvalitén som genomsnittlig.

***Fråga 5: Är de stornät Ni utnyttjar anslutna till riksnäten?***

Av de infrastrukturansvariga utnyttjar merparten stornät anslutna till RT 38, RT 90 och RTs regionsystem respektive RH 00 och RH 70. En övervikt av intressenterna anger att anslutningen är gjord eller borde göras i form av nymätning, nyberäkning och totalt systembyte.

De få sektorsintressenter som berört stornätsanslutning anger att näten är anslutna till RT 38, RT 90 och regionsystemen respektive RH 00 och RH 70. Anslutning bör ske som transformation vid behov.

De fyra kommunerna anger att stornäten är anslutna till RT 38, RT 90 och regionsystemen - respektive RH 00. Anslutningen är gjord eller borde göras som transformation vid behov.

***Fråga 6: Om Ni har erfarenhet av arbete i eller anslutning till riksnäten, hur bedömer Ni dessa näts kvalitet och tillgänglighet?***

Huvuddelen av de infrastrukturansvariga bedömer kvalitén i de plana riksnäten som hög. Tillgängligheten bedöms som låg eller genomsnittlig. Riksnäten i höjd bedöms ha en hög kvalitet och en genomsnittlig eller hög tillgänglighet.

De få sektorsintressenter som redovisar några erfarenheter anger kvalitén i de plana näten som genomsnittlig till hög och tillgängligheten som låg till genomsnittlig. Man saknar erfarenhet av höjdnäten.

Kommunerna bedömer kvalitén både i de plana näten och höjdnäten som hög och tillgängligheten som genomsnittlig eller hög.

***Fråga 7: Hur ser Ni totalt sett på behoven av att kunna relatera Er lägesbundna information till rikets koordinat- och höjdsystem?***

Större delen av de infrastrukturansvariga anser behoven av att relatera informationen till rikets koordinatsystem vara mycket stora. För höjdsystem bedömer man behoven som stora till mycket stora.

Merparten av sektorsintressenterna anser behoven av att relatera informationen till rikets koordinat- och höjdsystem vara stora till mycket stora.

Kommunerna anger behoven av att relatera till koordinatsystemen som stora till mycket stora. Vad gäller höjdsystem varierar dessa från små till mycket stora.

***Fråga 8: Om Ni anser att sådana behov finns, hur bör anslutningsarbetet läggas upp?***

Merparten av de infrastrukturansvariga och sektorsintressenterna anser att arbetet bör ske genom nationella, samordnade insatser.

De här tillfrågade kommunerna anser i huvudsak att arbetet bör ske av berörda intressenter i varje enskilt projekt.

## **2.2 Enkät till de tekniska länslantmätarna i Lantmäteriet**

Den enkät som ställdes till Lantmäteriets tekniska länslantmätare avsåg en bedömning av stomnätssituationen i respektive län. Tonvikten ligger på lokala nät: kommunala stomnät i tätorter och stomnät på glesbygden för olika ändamål. 22 av 24 länslantmätare har svarat.

***Fråga 1: Vilka koordinat- och höjdsystem används i redovisningen och hanteringen av lägesbestämd/koordinatbunden information i Ert län? OBS att frågan avser alla typer av information, inte bara stomnät.***

Av de koordinatsystemsalternativ som angavs i enkäten används i stort sett alla, med en viss övervikt mot RTs regionsystem.

Bland höjdsystemen anger merparten att RH 00 och/eller RH 70 används.

***Fråga 2: Hur bedömer Ni, genomsnittligt, kvalitén på stomnäten i länet?***

Merparten anger kvalitén som genomsnittlig till hög. En kommentar är att äldre stomnät har låg kvalitet och nyare hög.

***Fråga 3: Vad gäller plana stomnät, uppskatta hur många stomnät i länet som ligger i lokala koordinatsystem eller i det äldre systemet RT 38.***

Man redovisar en mycket spridd bild, med en jämn fördelning mellan några enstaka upp till sjuttio lokala system. I flertalet fall saknar dessa transformations samband till de moderna riksnäten (RT 90 eller regionsystemen).

***Fråga 4: Vilka insatser beträffande anslutning av lokala stamnät till riksnäten har gjorts de senaste 10 åren?***

De flesta anger att begränsade insatser har gjorts. En kommentar är att stora satsningar har genomförts under 1970- och första delen av 1980-talen.

***Fråga 5: Beträffande tillsyn i anslutningsfrågor, dvs Överlantmätarmyndighetens ansvar enligt Mätningkungörelsen att tillse att stamnäten i länet ansluts till riksnäten, hur stor har aktiviteten varit de senaste 10 åren?***

Merparten anger att aktiviteten har varit låg. En kommentar är även här att stora insatser gjordes under 1970- och 1980-talen.

***Fråga 6: Om Ni har erfarenhet av arbete i eller anslutning till riksnäten, hur bedömer Ni dessa näts kvalitet och tillgänglighet?***

Kvalitén i de plana riksnäten bedöms som genomsnittlig till hög. Tillgängligheten anses vara låg. En kommentar är att nedväxling har skett så att riksnätspunkterna har spelat ut sin roll!

Kvalitén i riksnäten i höjd bedöms av de flesta som hög. Tillgängligheten anses vara genomsnittlig. Några kommentarer är att näten bör förtätas och att kvalitén varierar med punkternas ursprung (huvudlinjer, detaljlinjer etc.).

***Fråga 7: Hur ser Ni totalt sett på behoven av att kunna relatera Er lägesbundna information till rikets koordinat- och höjdsystem?***

Vad gäller koordinatsystem anger flertalet behoven vara stora till mycket stora. Behoven beträffande höjdsystem bedöms av merparten som små.

***Fråga 8: Om Ni anser att sådana behov finns, hur bör anslutningsarbetet läggas upp?***

De flesta anser att anslutningsarbetet bör ske genom nationella, samordnade insatser. Det bör dock påpekas att det är personal från Lantmäteriets Överlantmätarmyndigheter som har framfört dessa synpunkter och att exempelvis kommunerna inte varit företrädna här.

### 2.3 Förteckning över inkomna svar

Samtliga Överlantmätarmyndigheter utom C och W län har besvarat enkäten till de tekniska länslantmätarna. På enkäten till den utvidgade kartråds-kretsen har följande svar inkommit:

**Infrastrukturansvariga:** Banverket, Luftfartsverket, Sjöfartsverket, Telia AB och Vägverket.

**Sektorsintressenter:** FOA, Fortifikationsverket, Jordbruksverket, Riksantikvarieämbetet, Satellitbild AB, SGU, Skogsstyrelsen, SMHI och Statens Räddningsverk.

**Kommuner:** Helsingborg, Linköping, Malmö och Stockholm.