

RIX 95-projektet

– slutrapport

Bengt Andersson, Anders Alfredsson,
Anders Nordqvist och Ronald Kilström

Gävle 2015

LANTMÄTERIET



LANTMÄTERIET



Copyright ©

2015-11-23

Författare Bengt Andersson, Anders Alfredsson, Anders Nordqvist och
Ronald Kilström

Typografi och layout Rainer Hertel

Totalt antal sidor 102

Lantmäteri rapport 2015:4 ISSN 0280-5731

RIX 95-projektet

– slutrapport

Bengt Andersson, Anders Alfredsson,
Anders Nordqvist och Ronald Kilström

Gävle 2015

LANTMÄTERIET



Förord

Den här rapporten beskriver genomförandet av RIX 95-projektet. Upprinnelsen till projektet var ett regeringsuppdrag till Lantmäteriet i maj 1994. Uppdraget avsåg att belysa behoven av en anpassning av de geodetiska riksnäten till GPS-tekniken samt en förbättrad anslutning av lokala geodetiska nät till rikets system.

Utredningen genomfördes i nära samverkan med olika intressenter och uppdraget avrapporterades till regeringen i september 1994. Man föreslog en förtätning av riksnätet i plan som skulle kunna genomföras på 10 år och beräknades kosta 54 Mkr som skulle finansieras av intressenterna.

En samrådsgrupp bildades, bestående av Lantmäteriet, Sjöfartsverket, Vägverket, Banverket, Försvarsmakten (fr.o.m. 1997), Telia AB (t.o.m. 2002) samt landets kommuner genom Svenska Kommunförbundet. Lantmäteriet fick det operativa ansvaret för genomförandet och projektet startades upp sommaren 1995.

Sammanfattning

RIX 95-projektet avsåg en förtätning av det plana geodetiska riksnätet och projektet genomfördes 1995-2006. GPS-tekniken hade börjat slå igenom och det befintliga riksnätet från rikstrianguleringen 1967-1982 var dåligt anpassad till den nya tekniken. I rikstrianguleringen hade längdmätningsteknik använts och eftersom man då behövde optisk sikt mellan triangelpunkterna var punkterna i huvudsak placerade på bergstoppar och därmed svåråtkomliga.

Med GPS-teknik fanns nu möjlighet att istället placera stompunkter där de bäst behövdes för fortsatt användning. Då kunde man delvis använda befintliga punkter i kommunala stommät och därmed ansluta dessa nät till riksnätet. Även infrastrukturprojekt hade behov av stompunkter i mera lättåtkomliga lägen.

Inledningsvis var behovet störst av välbestämda punkter i RT 90, som då var det nationella referenssystemet i plan. Under projektets gång har RT 90 ersatts av SWEREF 99 som nationellt referenssystem och RIX 95-nätet har därför beräknats i båda systemen. Nätet har även anslutits till punkter i riksavvägningen och beräknats både i det äldre nationella höjdsystemet RH 70 och det nya systemet RH 2000.

RIX 95-nätet består av drygt 9000 punkter, varav 328 är så kallade SWEREF-punkter som bestämts i SWEREF 99 direkt från SWEPOS-stationer. Övriga punkter har bestämts i SWEREF 99 genom utjämnings med SWEREF-punkterna som kända. Punktbestämningen i RT 90 har skett genom utjämnings med punkter från rikstrianguleringen som kända. Utjämningsarna i RH 70 och RH 2000 gjordes med kända punkter som antingen var identiska med fixpunkter i riksavvägningen eller avvägda från sådana fixpunkter.

Från utjämningsarna har medeltalen för de nybestämda punkternas utvidgade mätosäkerhet med täckningsgraden 95 % beräknats. I SWEREF 99 är den 12 mm (2D) och i RH 2000 är den 15 mm (1D). Motsvarande beräkningar för RT 90 och RH 70 har inte gjorts.

I RIX 95-projektet ingick även beräkning av transformations samband mellan existerande kommunala plana referenssystem och de nationella referenssystemen. Projektet har beräknat samband mellan SWEREF 99 och alla kända kommunala system. Inledningsvis beräknades även samband mellan RT 90 och kommunala system men när behovet av RT 90-samband minskade gjordes det endast på begäran.

Vid kommunernas systembyten till SWEREF 99 har, i de flesta fall, RIX 95-sambanden kompletterats med restfelsmodeller. Det har dock gjorts på uppdrag av kommunerna och ingår inte i RIX 95-projektet.

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Förord | 5 |
| Sammanfattning | 7 |
| 1 Bakgrund | 11 |
| 2 Inledning | 13 |
| 3 Genomförande | 14 |
| 3.1 Specifikationer | 15 |
| 3.2 Planering och rekognoscering | 15 |
| 3.2.1 Förberedande planering | 15 |
| 3.2.2 Rekognoscering | 15 |
| 3.2.3 Mätplan | 16 |
| 3.3 Markering etc. | 16 |
| 3.4 Mätning | 17 |
| 3.4.1 Utrustning | 17 |
| 3.4.2 Antennuppställningar | 17 |
| 3.4.3 GPS-mätning | 17 |
| 3.4.4 Avvägning | 18 |
| 3.5 Beräkning av SWEREF-punkter | 18 |
| 3.6 Förberedande beräkningar | 18 |
| 3.7 Utjämnings | 19 |
| 3.7.1 Delområden | 19 |
| 3.7.2 Gotland | 23 |
| 3.7.3 SKAN 95 | 23 |
| 3.7.4 Programvaror | 23 |
| 3.7.5 Slutlig utjämnings - RT 90 | 24 |
| 3.7.6 Slutlig utjämnings - SWEREF 99 | 24 |
| 3.7.7 Slutlig utjämnings - RH 2000 | 25 |
| 3.8 Dokumentation | 26 |
| 3.8.1 Mätning och beräkning | 26 |
| 3.8.2 Lagring av koordinater i DGA | 26 |
| 3.9 Beräkning av transformations samband | 27 |
| 3.9.1 Behov | 27 |
| 3.9.2 Transformationsmetoder | 27 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4 | Resultat | 30 |
| 4.1 | Punkter | 30 |
| 4.2 | Kvalitet | 31 |
| 4.2.1 | SWEREF 99 | 31 |
| 4.2.2 | RH 2000 | 32 |
| 4.3 | Transformationssamband | 33 |
| 4.4 | Tidsåtgång och kostnader | 33 |
| 5 | Ajourhållning | 34 |
| | Referenser | 36 |
| | Appendix 1 - RIX 95 Teknisk specifikation | 37 |
| | Appendix 2 - Teknisk specifikation | 63 |
| | Appendix 3 - Teknisk specifikation för tågformade nät i RIX 95 | 96 |
| | Appendix 4 - Förteckning över RIX 95-handskrifter | 99 |

RIX 95-projektet - slutrapport

1 Bakgrund

Den 19 maj 1994 fick Lantmäteriverket i uppdrag av regeringen att "redovisa vissa frågor om förtätning m.m. av de geodetiska näten". Lantmäteriverket skulle, i samråd med några andra myndigheter, "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". I uppdraget ingick även att lämna förslag till lämpliga åtgärder och en finansiering av dessa.

Anledningen till uppdraget var att GPS-tekniken börjat slå igenom inom geodetisk mätning. I det riksnät som skapats genom den tredje rikstrianguleringen 1967–1982 var av naturliga skäl flertalet punkter placerade på bergstoppar p.g.a. att längdmätningstekniken krävde optisk sikt mellan närbelägna punkter. Med GPS-teknik fanns nu möjlighet att istället placera stompunkter där de bäst behövdes för fortsatt användning. Då skulle anslutning av lokala stornät till riksnätet förenklas och därmed skulle det bli enklare att använda det nationella referenssystemet RT 90 (rikets system) i lokala projekt.

Den utredning som uppdraget avsåg genomfördes i nära samverkan med olika intressenter för att fånga upp deras behov av geodetiskt underlag och synpunkter på hur behoven kunde tillgodoses. Den 28 september 1994 avrapporterades uppdraget till regeringen (LMV-rapport 1994:24).

Utredningen konstaterade att det fanns ökade behov av enhetliga referenssystem, baserade på stornät av god kvalitet, för att bl.a. kunna tillgodogöra sig fördelarna av GPS-tekniken, effektivisera hantering och utbyte av geografiska data samt effektivisera planering, projektering och förvaltning av infrastrukturprojekt.

Utredningen föreslog en förtätning av riksnätet i plan för att tillgodose behoven. Riksnätet bestod av ca 3 800 punkter, till största delen belägna på bergstoppar. Den föreslagna förtätningen skulle mätas med GPS-teknik och omfatta ytterligare ca 5 500 punkter för att öka tillgängligheten till riksnätet. Genom att delvis välja punkter i befintliga kommunala stornät skulle också anslutning av sådana nät underlättas.

Genomförandetiden för projektet uppskattades till 10 år och kostnaden till 54 Mkr, som skulle kunna finansieras genom att huvudentressenterna bidrog med medel, arbetsinsatser och grundmaterial.

Utredningen föreslog att Banverket, Vägverket och Telia skulle bidra med 24 Mkr tillsammans och att Lantmäteriverket och Sjöfartsverket skulle bidra med arbetsinsatser för 25 Mkr respektive 5 Mkr. Kommunerna föreslogs bidra med att lämna grundmaterial till projektets förfogande.

Regeringens svar beträffande finansieringen var i princip att inte anvisa några särskilda medel utan att intressenterna skulle träffa överenskommelser om hur kostnaderna skulle fördelas. Ett nytt förslag till kostnadsfördelning gjordes (LMV-rapport 1995:6) men i praktiken blev det årliga överenskommelser mellan intressenterna som styrde vilka intressentbidrag som lämnades och därmed även omfattningen av arbetsinsatserna år för år.

Såväl finansieringen som det praktiska genomförandet styrdes av en samrådsgrupp där intressenterna var representerade. De var Lantmäteriet, Sjöfartsverket, Vägverket, Banverket, Försvarsmakten (fr.o.m. 1997), Telia AB (t.o.m. 2002) samt landets kommuner genom Svenska Kommunförbundet. Lantmäteriet fick det operativa ansvaret för genomförandet.

2 Inledning

Projektet, som kom att kallas RIX 95, genomfördes under åren 1995–2006 vad gäller mätningen. Under en så pass lång projekttid ändras naturligtvis förutsättningarna en del. Inledningsvis var behovet störst av välbestämda punkter i RT 90, som då var det nationella referenssystemet. Men man såg även nyttan av att ansluta nätet till det nya referenssystemet SWEREF 93, för att underlätta framtida utnyttjande av de fasta referensstationerna i SWEPOS-nätet som då var under uppbyggnad.

Under RIX 95-projektets gång har SWEREF 93 uppgraderats till SWEREF 99 och de beräkningar i SWEREF 93 som hade gjorts räknades då om i SWEREF 99. När SWEREF 99 sedan ersatte RT 90 som nationellt referenssystem minskade behovet av RT 90-koordinater och koordinater i SWEREF 99 efterfrågades istället.

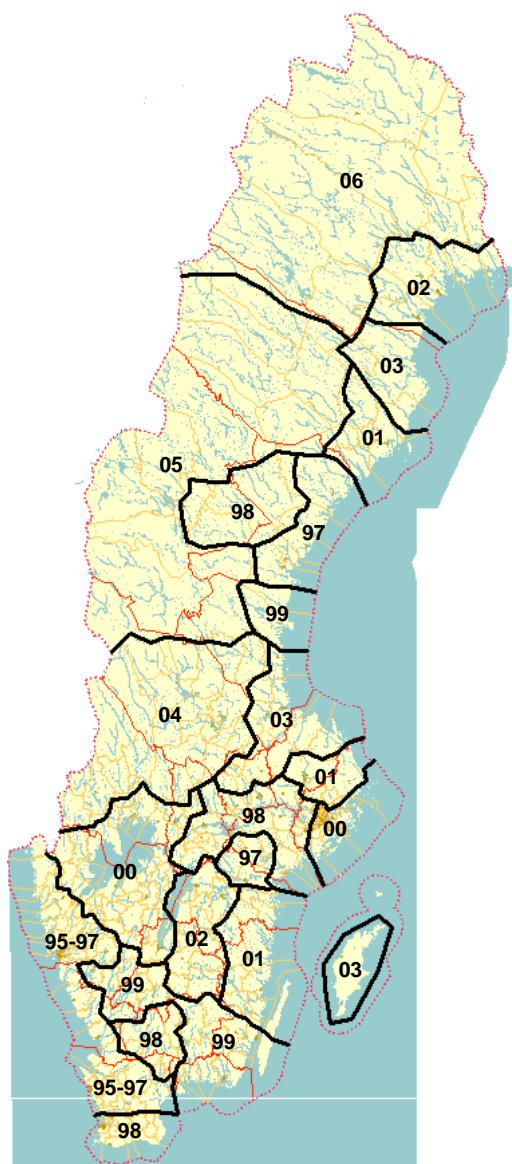
Utbyggnaden av SWEPOS-nätet med en nätverks-RTK-tjänst har gjort det lättare att ansluta mätningar till SWEREF 99. Därmed har behovet av stomnät minskat samtidigt som behovet av transformationssamband mellan SWEREF 99 och lokala system har ökat.

Eftersom projektet redan från början avsåg både anslutning av lokala nät (inklusive transformationssamband) och koordinatbestämda punkter (i både RT 90 och SWEREF) har man kunnat möta de förändrade behoven utan större förändringar i genomförandet.

3 Genomförande

Under perioden 1 augusti 1995 – 31 december 1996 genomfördes en första etapp av projektet. Avsikten var dels att tillgodose akuta behov hos intressenterna, dels att få erfarenheter och underlag för ett mera långsiktigt arbete. De akuta behoven medförde att insatserna splittrades på många mindre områden vilket inte var så effektivt. Den första etappen gav dock underlag för en teknisk specifikation för det fortsatta arbetet.

Fr.o.m. 1997 bedrevs sedan arbetet mera planmässigt, inom större geografiska områden. Under åren 1997–2003 mättes 2–4 områden per år, dels för att svara mot intressenternas prioriteringar, dels för att få en säsongsanpassning, där nordliga områden kunde mätas under sommaren och sydligare områden under vår och höst. Under 2004–2006 mättes kvarvarande områden, ett per år. En karta som visar vilka år olika områden mättes finns i figur 1 nedan.



Figur 1: Mättingsår.

3.1 Specifikationer

Den tekniska specifikationen (Appendix 1) togs fram av samrådsgruppen till fältsäsongen 1997 och var i princip styrande för arbetet därefter. I den mån avsteg har gjorts har de diskuterats och godkänts av samrådsgruppen.

I samband med konkurrensupphandling av markerings- och mätningensarbeten fältsäsongerna 1998 och 1999 togs mera detaljerade specifikationer fram, som underlag för upphandling (Appendix 2).

Inför fältsäsongen 2005 gjordes en kompletterande specifikation (Appendix 3) avseende tågformade nät, som kunde bli aktuella i Norrlands inland och fjälltrakter.

3.2 Planering och rekognoscering

Inledningsvis gjordes planering och rekognoscering samma år som markering och mätning, men efter hand arbetade man upp ett försprång i planering och rekognoscering, så att de momenten kunde utföras året före övriga fältarbeten.

3.2.1 Förberedande planering

En rullande treårsplan över vilka områden som skulle mätas stämades av och justerades årligen i samrådsgruppen.

När ett fältarbetsområde var beslutat togs underlagsmaterial fram från geodetiska arkivet, i form av nätkartor och punktbeskrivningar för Lantmäteriets befintliga plan- och höjdnät. Motsvarande information om Banverkets och kommunernas plana nät införskaffades. Vägarverket hade normalt inte någon förvaltning av sina nät utan överlät näten till respektive kommun efter byggskedet.

3.2.2 Rekognoscering

Med det underlaget kunde sedan rekognosceringen påbörjas. Den gjordes av Lantmäteriet men i nära kontakt med kommunerna, ofta genom att kommunernas personal deltog i arbetet. Strategiska punkter i kommunernas och Banverkets nät besöktes för att avgöra om de kunde ingå i RIX 95-nätet. De punkter som valdes ut dokumenterades i rekognosceringsprotokoll med avseende på tillgänglighet, markering, sikthinder och behov av åtgärder.

På samma sätt rekognoscerades befintliga riksnätspunkter, lämpliga fixpunkter i riksavvägningen och helt nya punkter.

Sjöfartsverket utförde planering och rekognoscering för det egna behovet i kustbandet.

Det totala nätet planerades för ett punktavstånd på ca 5 km, men punkttätheten varierade naturligtvis en del beroende på behoven, t.ex. var det fanns befintliga nät att ansluta.

I nätet valdes s.k. SWEREF-punkter ut med ca 50 km avstånd, där anslutningar till SWEREF skulle göras. På de punkterna var det extra höga krav avseende stabilt underlag och goda mätförhållanden.

Höjdanslutningar till riksavvägningen planerades också där det var möjligt, genom att välja punkter i RIX 95-nätet som antingen var identiska med eller kunde avvägas från fixpunkter i riksavvägningen.

Efter rekognosceringen söktes berörda markägare fram med hjälp av fastighetsdatasystemet och brev med information om de kommande fältarbetena skickades ut till markägarna.

3.2.3 Mätplan

Underlaget från rekognosceringen sammanställdes i en mätplan med följande innehåll:

- Punktlister med samtliga punkter där den viktigaste informationen från rekognosceringsprotokollen var sammanställd och vilka åtgärder som skulle utföras på varje punkt avseende markering, skyltning, beskrivning, röjning, mastbygge, avvägning och GPS-mätning.
- Koordinatfil med närmekoordinater.
- Översiktskartor med samtliga punkter, planerade höjdanslutningar och SWEREF-anslutningar.
- Markägareförteckning.
- Lista med kontaktpersoner hos intressenterna (kommuner etc.)
- Rekognosceringsprotokoll.
- Punktbeskrivningar på befintliga punkter.
- Fixpunktsbeskrivningar för höjdanslutningar.

3.3 Markering etc.

Nya punkter markerades med rostfri ståldubb av samma typ som i riksavvägningen men med ett borrar centrumhål. Fr.o.m. 1998 kompletterades markeringarna med magnetiskt material för att vara sökbara. Markeringar på befintliga punkter ändrades normalt inte, men om markeringen bestod av ett borrhål kompletterades detta med rör eller dubb.

Normalt skyltades punkterna med distansbricka på distansrör. I hagmark, åkermark och tomtmark sattes dock inte distansrör upp.

Nödvändiga röjningar utfördes, alternativt byggdes master i samband med mätningen.

Punktbeskrivningar upprättades, och på riksnätspunkter kompletterades befintliga punktbeskrivningar.

3.4 Mätning

3.4.1 Utrustning

Vid bestämning av SWEREF-punkter har tvåfrekvensmottagare och Dorne Margolin-antennerna använts. Övrig mätning har utförts med geodetiska en- eller tvåfrekvensmottagare och kalibrerade standardantennerna.

Vid centrering av antennuppställningar på stativ användes ett separat, vridbart lodinstrument på SWEREF-punkterna. På övriga punkter användes trefot med inbyggt optiskt lod, som kontrollerades regelbundet och justerades vid behov. Antenner i master lodades in med teodolit i två cirkellägen.

För avvägning användes instrument avsedda för finavvägning, som kontrollerades regelbundet avseende kollimationsfel.

3.4.2 Antennuppställningar

Vid uppställning orienterades antennens referensriktning mot norr med hjälp av kompass. Antennen horisonterades och centrerades och antennhöjden mättes. Antennhöjdmätningen gjordes med överbestämning, t.ex. med tumstock som hade dubbla skalor. Antennhöjden registrerades i mottagaren och redovisades i mätprotokoll, där även typ och nummer på mottagare och antenn, tid, etc. angavs.

Före nedtagning kontrollerades antennens centrering och antennhöjden mättes igen. Om uppställningen rubbats gjordes GPS-mätningen om.

3.4.3 GPS-mätning

Vid bestämning av SWEREF-punkter registrerades bärvågsdata under två sessioner om vardera 24 timmar med loggningsintervall 30 sekunder och elevationsgräns 13°. Antennuppställningen ändrades mellan de två sessionerna (olika antennhöjder). Varje SWEREF-punkt bestämdes direkt mot omgivande SWEPOS-stationer, d.v.s. inga baslinjer mättes mellan SWEREF-punkter.

I övrigt mättes nätet i stort sett enligt anvisningarna i HMK-Ge:GPS med minst fyra mottagare, oftast betydligt flera. Alla närsamband i nätet mättes och normalt även närsambanden mellan befintliga riksnätspunkter. Med många mottagare fick man naturligtvis betydligt flera baslinjer än så. Bärvågsdata från minst fyra samtidiga satelliter registrerades under minst 45 minuter med loggningsintervall

15 sekunder och elevationsgräns 13°. Observationstiden anpassades till satellittillgång, baslinjelängd och ev. sikthinder, så att fixlösning på L1 kunde erhållas för alla baslinjer.

3.4.4 Avvägning

Höjdanslutningarna utfördes som dubbelavvägning och felgränsen för anslutningsnät i HMK-Ge:S.A.5.1 tillämpades.

3.5 Beräkning av SWEREF-punkter

Observationsfilerna från mätningen kontrollerades mot mätprotokollen avseende punktnummer, antennhöjd och typ av antenn och mottagare. För varje dygnssession beräknades sedan en multi-stationslösning i Bernese GPS Software med nypunkten och de närmaste 6-8 SWEPOS klass A-stationerna. I gränstrakter användes även stationer från grannländerna. Beräkningen utfördes med efterberäknade bandata och bestämning av troposfärparametrar. De båda dygnslösningarna kontrollerades och jämfördes med varandra och slogs sedan samman. Nypunktens koordinater i SWEREF 99 bestämdes slutligen genom att en fri utjämnad jonorsfärsfri multi-stationslösning inpassades på SWEPOS-stationerna.

Beräkningar utförda fr.o.m. december 2006 (mätningar i slutet av 2005) har även korrigerats för landhöjningen mellan mätepok och epoken för SWEREF 99 (1999-07-01) innan inpassningen.

Samma beräkningsstrategi som för beräkningen av SWEREF 99-kampanjen har använts, d.v.s. relativa antennmodeller, 15° elevationsgräns, Saastamoinen a priori-modell och mappningsfunktionen $1/\cos z$ med Bernese GPS Software version 4.2.

3.6 Förberedande beräkningar

Baslinjeberäkning och kontrollberäkningar utfördes löpande vartefter mätningarna fortskred, för att snabbt se om några ommätningar behövde göras.

Endast baslinjer med fixlösning godkändes. Baslinjeberäkningen kontrollerades genom jämförelser av dubbelmätta baslinjer och slutningsfel i slingor.

Vid beräkningarna tillämpades viktsättning och felgränser enligt HMK-Ge:GPS.

Fria nätutjämnningar av delområden utfördes också för att kontrollera mätningarna. Helmert-inpassningar på riksnätspunkter gjordes för att kontrollera utgångspunkter och ev. skalskillnader mot RT 90. Även höjdinpassningar på avvägda punkter gjordes.

Med inpassningar kontrollerades mätningar och kända utgångspunkter i SWEREF 93/99, RT 90 och RHB 70. Inpassningsresultaten

utvärderades och gav beslutsunderlag för eventuell uteslutning av någon punkt. Riktvärde för kassationsgräns var om en punkts kända koordinater, eller höjd, avvek med mer än 3 gånger så stort belopp som det kända punktmedelfelet så nybestämde punkten.

I SWEREF-fallet innebär detta att radiella fel på 3-4 cm kan förekomma medan större avvikelser har medfört att punkten släppts fri och nybestämts.

I RT 90-fallet innebär detta att radiella fel på 5-6 cm kan förekomma medan större avvikelser har medfört att punkten släppts fri och nybestämts.

I RHB 70-fallet är det mer komplicerat att sätta en given gräns. Inpassningen i höjd beror bl.a. på kvaliteten i den geoidmodell som används samt det faktum att GPS-mätning av höjden är känslig för störningar. Geoidmodellen utvecklades under projektets gång och har förbättrats markant. De tidiga mätningarna i projektet, läs 90-tal, är något sämre än de senare p.g.a. att satellittillgången var generellt sämre. Även utrustningen har utvecklats och framförallt har antennerna blivit mätbart bättre med tiden.

3.7 Utjämnings

Utgångspunkterna i utjämningsberäkningen syftade till att koordinat- och höjdbestämma de nya punkterna mot punkter med kända koordinater och kända höjder. Urvalet av kända punkter fastställdes bl.a. efter analys av inpassningar av fritt utjämnade mätningar enligt ovan.

3.7.1 Delområden

RIX 95-projektet pågick i över 10 år och fortlöpande under projektets gång utfördes områdesvisa utjämningsberäkningar av mätningarna. Beroende på i vilket referenssystem som mätningarna utjämnats, har mätningarna delats in i olika beräkningsområden enligt översikterna nedan. Utjämningsberäkningarna av respektive delområde är redovisade i handskrifter, se nedan.

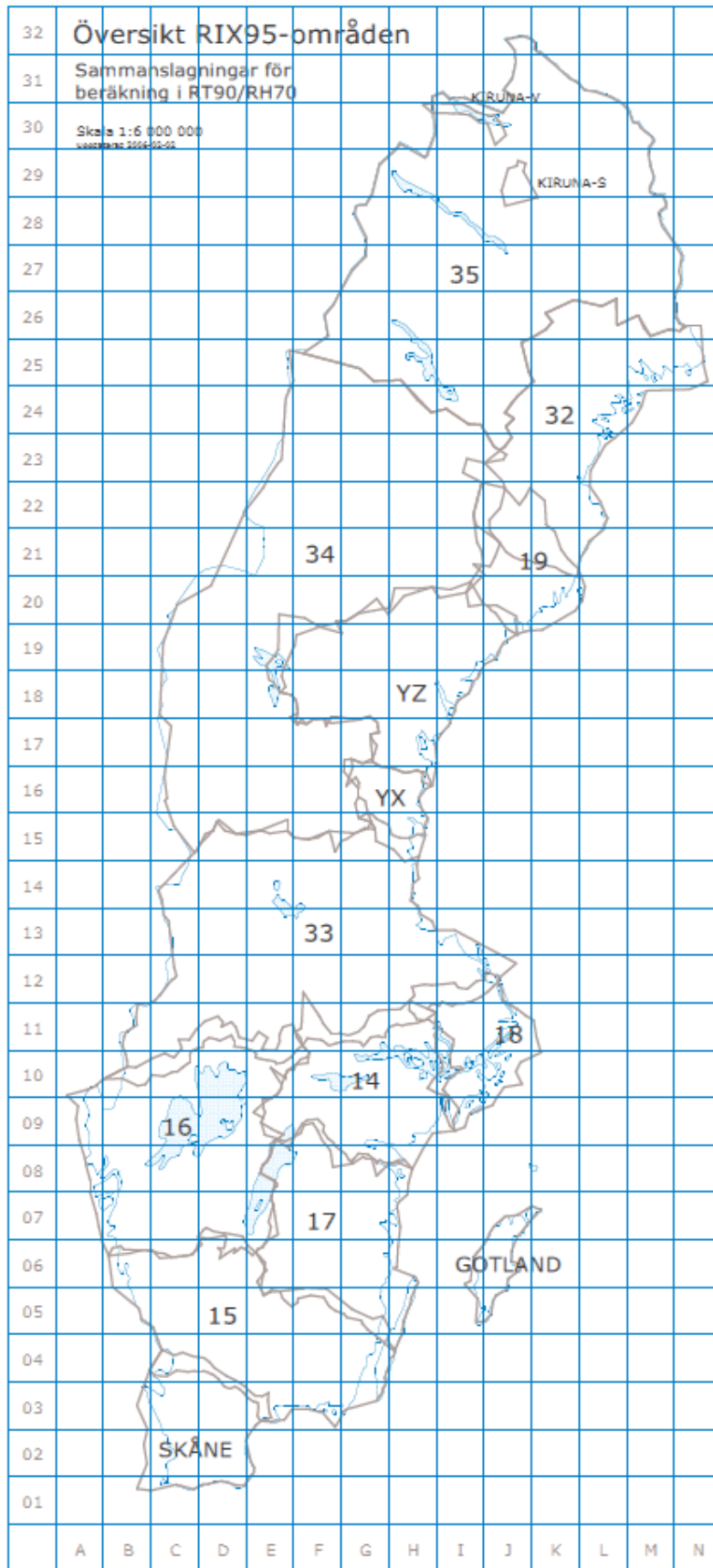
Varje delområde har utjämnats i **RT 90** och **RHB 70**. Utgångspunkter i RT 90 utgjordes framförallt av de "gamla" triangelpunkterna och i höjd användes i första hand riksavvägningsfixar, RA-fixar, eller punkter som är avvägda direkt mot RA-fixar. Utjämningsberäkningarna har utförts separat i plan (2D) respektive höjd (1D).

Alla delområden utjämnades även i **SWEREF 99** (initialt SWEREF 93). Utgångspunkter för dessa utjämningsberäkningar var s.k. klass A- och B-punkter, d.v.s. SWEPOS-stationer och SWEREF-punkter, se 3.5 ovan. Dessa utjämningsberäkningar har utförts i både plan och höjd samtidigt (3D) där höjddkomponenten avser ellipsoidhöjd.

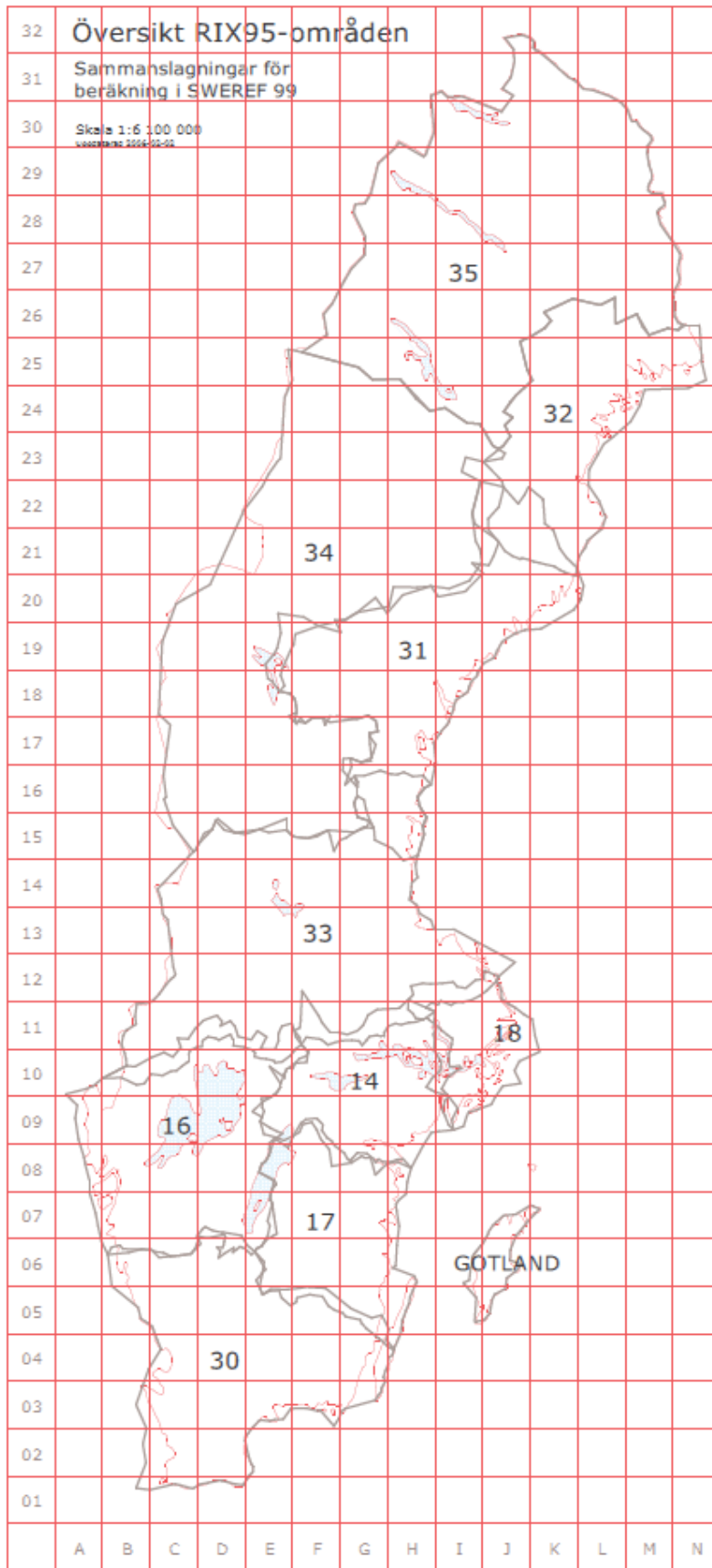
För att ansluta nya områden, till redan beräknade, användes vid behov en beräkningsmetod med "buffertzoner". I korthet beskrivs

detta med att vid beräkning av det nya området användes mätningar en bit in i det gamla området, tillräcklig långt för att det inte skulle göra någon skillnad om båda områdena räknades samtidigt. När koordinater och höjder i det nya området publicerades, märktes buffert-punkterna mot kommande område som preliminära. Detta för att användarna skulle vara medvetna om att just dessa punkter kan komma att få något uppdaterade koordinater. På detta sätt levererade projektet kontinuerligt koordinater och höjder i takt med att de blev färdigberäknade.

I projektet bestämdes att nätet av baslinjer skulle byggas upp av fixerade L1-lösningar med krav på samband till närmaste punkt. Denna beräkningsmetod ger noggrannaste resultat för baslinjer <15 km. Nackdelen är att baslinjerna kan innehålla en liten skalfaktor jämfört med baslinjer beräknade på två frekvenser. Under normala förhållanden är denna skalfaktor relativt känd, ca +0.7 ppm i genomsnitt, och fullt hanterbar. Detta kom dock att medföra svårigheter då solens aktivitet ökade drastiskt från år 2000 och en tid framåt. Jonsfärsaktiviteten var tidvis extrem och en del mätningar måste kasseras och göras om. Skalan i mätningar från detta år, och de kommande två, kan variera flera ppm både uppåt och nedåt. Konsekvensen av detta är att mätningar från olika epoker inte går att jämföra. Åtgärden blev att beräkna skalan och korrigera baslinjerna så att alla epokers mätningar har skalan 1. Skalberäkningen gjordes genom inpassning på utgångspunkterna i SWEREF 99 (som ju är skalfritt).



Figur 2: Beräkningsområden i RT 90 och RH 70.



Figur 3: Beräkningsområden i SWEREF 99.

3.7.2 Gotland

Beräkningsområde Gotland är helt fristående från andra delområden då det, i RIX 95-projektet, inte finns några direktmätningar till fastlandet. Separata utjämningsarbeten utfördes för beräkningsområde Gotland. Nätet över Gotland innehåller 601 baslinjer och 120 punkter. Vid utjämningsarbetena i RT 90 och RHB 70 användes geoidmodellen SWEN_01 men för utjämningsarbetet i RH 2000 användes geoidmodellen SWEN08_RH2000.

| | |
|------------------------|------------|
| Utgämning i RT 90: | U62PS.* |
| Utgämning i RHB 70: | U51HS.* |
| Utgämning i SWEREF 99: | FASTS.* |
| Utgämning i RH 2000: | U-GOT-08.* |

3.7.3 SKAN 95

När RIX 95-nätet i Skåne planerades pågick det interkommunala stommättningsprojektet SKAN 95. För att undvika dubbelarbete kom man överens om att utnyttja SKAN 95-mätningarna i RIX 95-nätet. Därför mättes endast ett gles RIX 95-nät över det område som täcktes av SKAN 95-mätningar. Enligt den ursprungliga planen skulle sedan SKAN 95-mätningarna ingå när RIX 95-nätet utjämnades. Det kunde dock inte genomföras p.g.a. att SKAN 95-mätningarna inte fanns tillgängliga. När mätningarna sedan blev tillgängliga mätte Lantmäteriet en del kompletterande anslutningar mellan näten samt beräknade en ny utjämningspunkt med punkterna från RIX 95-nätet som fasta, varmed RIX 95-nätet förtätades med 440 punkter. Samtliga utjämningsarbeten innehåller 3227 baslinjer och 553 punkter. Geoidmodellen SWEN_01 användes.

| | |
|------------------------|-----------|
| Utgämning i RT 90: | FASTP.* |
| Utgämning i RHB 70: | FASTH.* |
| Utgämning i SWEREF 99: | FAST.* |
| Utgämning i RH 2000: | Ej utförd |

3.7.4 Programvaror

Alla utjämningsarbeten av delområden har utförts med programvaran GeoLab. För den slutliga utjämningsarbetet i RH 2000 användes programvaran STAR.

GeoLab är den programvara som använts av Lantmäteriet sedan tidigt 90-tal för utjämningsarbeten av GPS-vektorer. Programvaran klarar utjämningsarbeten i 3D och har fullständiga möjligheter till statistisk felsökning och utvärdering. I RIX 95-projektet var det därför naturligt att denna användes för de successiva utjämningsberäkningarna. En nackdel med programmet visade sig vara att beräkningstiderna ökar

exponentiellt med antalet baslinjer. Av den anledningen blev det nödvändigt att dela upp nätet i två delar inför slututjämnningen i SWEREF 99. Den södra delen tog ca 40 timmar att beräkna och att slå ihop de båda delarna i en utjämnning var inte genomförbart.

En alternativ programvara är STAR. Den klarar mycket stora nät på en bråkdel av beräkningstiderna ovan, men har i stället sämre felsökningsmöjligheter. Programvaran har också den nackdelen att den delar upp utjämnningarna i plan och höjd för sig, d.v.s. den klarar inte en "riktig" 3D-utjämnning. Vid utjämnningen i plan används projicerade koordinater enligt strikt UTM, vilket för Sveriges del fungerar dåligt beroende på att det krävs fyra UTM-zoner för att geografiskt täcka in hela nätet. Effekten blir att projektionsfelen blir extrema i väster och öster och koordinatberäkningen blir felaktig.

Däremot fungerar utjämnning i höjd utmärkt. Effekten på höjdberäkningen, till följd av projektionsfelen, är försumbar. STAR användes därför för att beräkna höjder i RH 2000, i en och samma utjämnning.

3.7.5 Slutlig utjämnning – RT 90

I RT 90 och RHB 70 har ingen särskild slututjämnning gjorts. Under projektets gång har RT 90 nästan fasats ut till förmån för SWEREF 99. De flesta kommuner har bytt referenssystem och de flesta stora infrastrukturprojekten planeras och byggs i dag i SWEREF 99. Användningen av RT 90 är i dag begränsad. Detsamma gäller för RHB 70 som ju under projektets gång ersatts av RH 2000. Även här pågår för fullt kommunernas övergång och även allt fler infrastrukturprojekt använder RH 2000. På höjdsidan är dock takten lite lägre när det gäller att byta till det nya referenssystemet.

Av dessa skäl ansågs det inte motiverat att avsätta resurser för en slutlig utjämnning i vare sig RT 90 eller RHB 70.

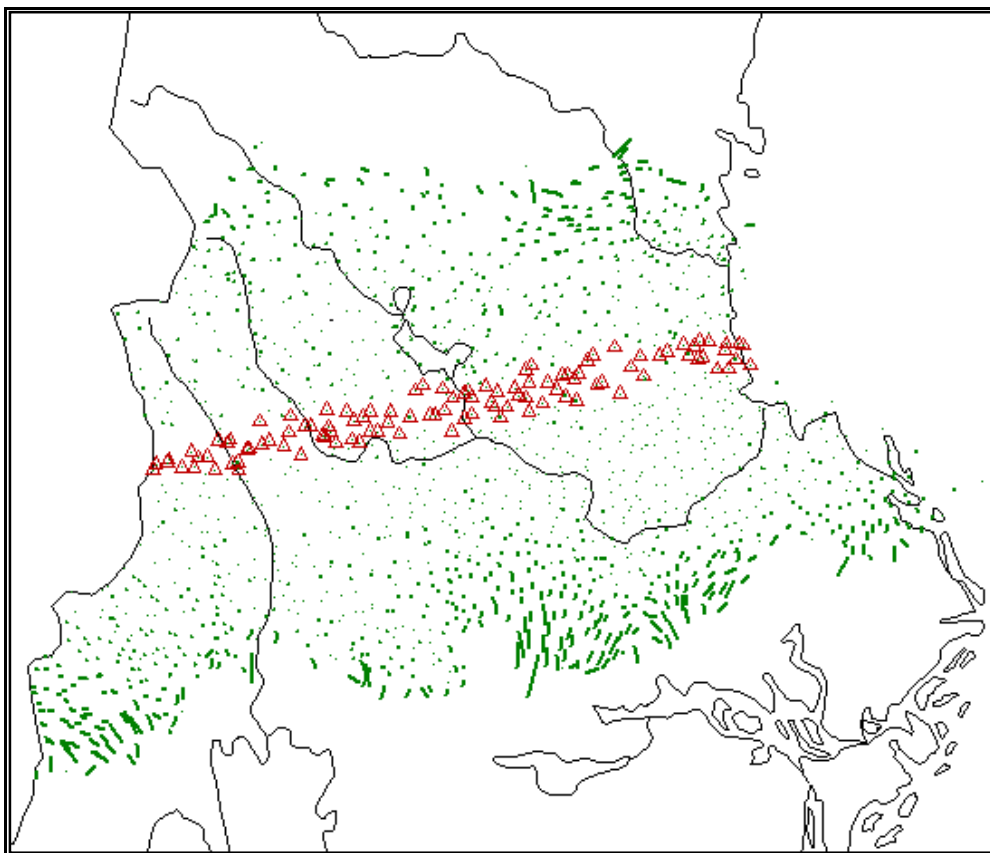
3.7.6 Slutlig utjämnning – SWEREF 99

Följande beskrivning avser hela nätet utom Gotland, som har utjämnats separat, se avsnitt 3.7.2 ovan.

SWEREF 99 ersätter RT 90 som nationellt referenssystem och förväntas vara det för lång tid framöver. I SWEREF 99 gjordes en slutlig utjämnning av hela nätet utom Gotland för att undvika skarvproblematik och motsättningar mellan delområden. I SWEREF 99 är detta problem större än motsvarande för RT 90 beroende på att i SWEREF 99 är det i genomsnitt 5 gånger så långt mellan de fasta utgångspunkterna; 50 km jämfört med 10 km i RT 90-fallet.

För slututjämnningen valdes programvaran GeoLab men p.g.a. programmets begränsningar, se ovan, delades nätet in i två delar; en

sydlig och en nordlig. Som gräns mellan de båda utjämningsdelarna valdes "mitten" på beräkningsområde "Region 33".



Figur 4: 106 gemensamma punkter ur utjämnigen av Region 33 (U56UB).

I en inledande beräkning utjämnades Region 33 mot 56 kända punkter i SWEREF 99. I den centrala delen av det utjämnade nätet valdes 106 punkter för att utgöra en fast beräkningsgräns för de båda återstående utjämnarna; norrut och söderut.

| | |
|------------------------------|-----------|
| Utjämnning av buffertzonen: | U56UB.* |
| Utjämnning av södra Sverige: | U-S-284.* |
| Utjämnning av norra Sverige: | U-N-280.* |

3.7.7 Slutlig utjämnning - RH 2000

Följande beskrivning avser hela nätet utom Gotland, som har utjämnats separat, se avsnitt 3.7.2 ovan.

Höjdsystem RHB 70 (RH 70) var det som fanns tillgängligt under RIX 95-projektet och alla avvägningar är beräknade i det systemet. För att på ett smidigt sätt få de avvägda punkterna i det nya höjdsystemet RH 2000 togs det fram en restfelsmodell (Triad-bas) mellan RHB 70 och RH 2000 i Gtrans. Modellen bygger på de RA-fixar (47 997 st.) som har höjder i båda systemen. Samtliga avvägda höjder i RHB 70 transformerades därefter i Gtrans med hjälp av den framtagna Triadbaser och därefter gjordes kontroller genom manuella beräkningar av höjderna på ett antal spridda punkter. Ingen av dessa

höjder skilde från de transformerade. De punkter som transformerades är alla avvägda från närbelägen RA-fix.

I ett område i Småland (polygon 4) finns endast fix-höjder i RH 70 med två decimaler lagrade i DGA så där har höjderna på de avvägda RIX 95-punkterna beräknats manuellt.



Figur 5: Polygon 4 i Småland.

Utjämningsarbetet i höjd utfördes i en enda körning i utjämningsprogrammet STAR. Utjämningsarbetet, U-1583-08, innehåller 60 345 baslinjer och 9 322 punkter, varav 1 583 låstes med kända höjder i RH 2000. Geoidhöjder togs ur SWEN08_RH2000 grid.

3.8 Dokumentation

3.8.1 Mätning och beräkning

Mätprotokoll från GPS-mätningarna och avvägningarna, redogörelser, baslinjeberegningar samt utdrag från utjämningsberäkningar finns i handskrifterna G 7501 – G 7531 (Appendix 4) i Geodetiska arkivet på Lantmäteriet i Gävle. Mätdata och den fullständiga utjämningsarbetet lagras enbart digitalt.

3.8.2 Lagring av koordinater i DGA

Lagring och uppdateringar av koordinater i det Digitala Geodetiska Arkivet har gjorts fortlöpande, de första åren i RT 90 2.5 gon V 0:-15 RH 70 och sedan även i SWEREF 99 CART och SWEREF 99 TM samt RH 2000. I SWEREF 99 CART har koordinater lagrats på de punkter mottagarna stått över. I SWEREF 99 TM har det i de fall mottagarna stått över en försäkringsmarkering gjorts en centreringsberäkning till

huvudmarkeringen med hjälp av de centreringsdata som finns lagrat i DGA (bäring, horisontellt projicerat avstånd och höjdskillnad mellan huvudmarkering och försäkringsmarkering).

3.9 Beräkning av transformations samband

3.9.1 Behov

Förutom att etablera ett förtätat riksnät skulle RIX 95-projektet även ta fram samband mellan existerande lokala (kommunala) referenssystem och nationella referenssystem. Inledningsvis var det samband till RT 90 som efterfrågades för datautbyte, men efter hand blev det istället samband till SWEREF 99 som behövdes. Anledningen var dels att RT 90 fasades ut som nationellt referenssystem och ersattes av SWEREF 99, dels att SWEPOS nätverks-RTK-tjänst etablerades.

Lantmäteriverket införde officiellt SWEREF 99 som nytt nationellt referenssystem under 2001 (A§ 480/2001) och projektionszonerna till SWEREF 99 beslutades 2003 (A§ 838/2003). Därmed påbörjades kommunernas systembyten till SWEREF 99 och transformations samband mellan SWEREF 99 och kommunala system behövdes.

Etableringen av SWEPOS nätverks-RTK-tjänst påbörjades 2001. Med tjänsten mätte man i SWEREF 99 men behövde kunna transformera mätningarna till de system som användes lokalt. Sambanden mellan SWEREF 99 och kommunala system efterfrågades därför redan innan de behövdes för systembyten.

3.9.2 Transformationsmetoder

Den typ av samband som varit allmänt använd för transformation av GPS-mätningar var tredimensionell Helmerttransformation (7-parameterstransformation), där geocentriska cartesiska koordinater i SWEREF 99 transformeras till geocentriska cartesiska koordinater i till-systemet, för att sedan omvandlas till latitud, longitud och höjd över ellipsoiden och slutligen projiceras till plana koordinater. Den transformationsmetoden är visserligen möjlig att använda i nätverks-RTK-tillämpningarna, förutom när till-systemet är ett lokalt system utan geodetisk definition. När transformation ska ske i den motsatta riktningen är däremot metoden i princip oanvändbar eftersom höjd-information i från-systemet oftast saknas. Att använda olika transformationsmetoder i olika riktningar är också direkt olämpligt eftersom man då inte uppnår full konsistens.

Därför utvecklade Lantmäteriet en ny transformationsmetod som kom att kallas direktprojektion. Principen är att man betraktar ett kommunalt plant koordinatsystem som en projektion av SWEREF 99 och bestämmer parametrarna för den projektionen i ett inpassningsförfarande (projektionsinpassning) enligt minsta kvadratmetoden. Eftersom projektionstypen Transversal Mercator (även kallad Gauss-

Krüger) varit förhärskande i Sverige var det parametrar för den projektionstypen som bestämdes, d.v.s. medelmeridian, skalreduktionsfaktor, x-tillägg och y-tillägg.

Beräkningsprogrammet TRANS utvecklades för projektionsinpassning och metoden testades utförligt. Det enda problemet var om ett kommunalt system är kraftigt felorienterat, eftersom en vridning endast kan hanteras genom en förflyttning av medelmeridianen, vilket påverkar den interna geometrin och därmed anpassningen mellan projicerade SWEREF 99-koordinater och kommunala plana koordinater. Passfelen är proportionella mot vridningen och växer linjärt med arean av det kommunala systemets täckningsområde.

För att även klara felorienterade kommunala system behövdes ett komplement till direktprojektion (TM). Det enklaste var att kombinera Transversal Mercatorprojektion och plan Helmerttransformation (TM+2DH), d.v.s. projektion mellan SWEREF 99 och ett fiktivt plansystem samt plan Helmerttransformation mellan det fiktiva systemet och det kommunala systemet, där vridningen kan hanteras i Helmerttransformationen. Inpassningsprogrammet TRANS utformades så att parametrar för både TM och TM+2DH beräknades.

Det visade sig dock att många beräkningsprogram inte har implementerat plan Helmerttransformation med fördefinierade parametrar. Då kan man istället kombinera Transversal Mercatorprojektion och tredimensionell Helmerttransformation (3DH+TM), d.v.s. tredimensionell Helmerttransformation mellan SWEREF 99 och ett fiktivt tredimensionellt system samt projektion mellan det fiktiva systemet och det kommunala systemet, där vridningen kan hanteras i Helmerttransformationen. 3D-inpassningen görs då med höjdtvång där passpunkternas höjder är satta till noll i båda systemen. För metoden 3DH+TM beräknades TM-parametrarna i programmet TRANS och 3DH-parametrarna i programmet WOPTFIT_ROT.

Vid inpassningarna beräknades både TM och TM+2DH. Om passfelen blev signifikant lägre med TM+2DH beräknades även 3DH+TM och kommunen kunde välja vilken av "tvåstegsmetoderna" man ville använda, beroende på kommunens befintliga programvaror. Det var dock endast ett tiotal kommuner i hela landet som behövde använda en "tvåstegsmetod"; i övriga kommunala system gav det inte någon signifikant förbättring jämfört med den enkla direktprojektion.

I de fall när flera angränsande kommuner hade ett gemensamt referenssystem beräknades normalt en s.k. multi-inpassning med programmet MULTIFIT_TM. Programmet kan beräkna ett gemensamt samband för alla ingående kommuner eller separata samband för olika kommuner eller delområden. Helt separata samband ger normalt mindre passfel än det gemensamma sambandet, men nackdelen är att man då istället får motsättningar i kommungränserna eftersom

olika samband tillämpas på olika sidor av gränsen. Programmet har därför en funktion för viktade separata samband, där även fiktiva passpunkter i kommungränserna ingår. Dessa kan viktas olika relativt de verkliga passpunkterna. Om de fiktiva passpunkterna ges en hög vikt motsvarar det en gemensam inpassning, om de ges en låg vikt motsvarar det istället helt separata inpassningar. Genom att välja en lämplig viktsättning däremellan kunde man minska motsättningarna i kommungränserna utan att passfelen ökade markant. Sådana viktade multi-inpassningar har använts där flera angränsande kommuner har haft ett regionsystem (RT R01-12), eller annat interkommunalt system som i storstadsregionerna Stockholm, Göteborg och Malmö. Där har man då kunnat anpassa viktsättningarna beroende på var det funnits tätbebyggelse över kommungränserna.

En utförligare beskrivning av transformationsmetoderna och inpassningsprogrammen finns i LMV-rapport 2010:1.

4 Resultat

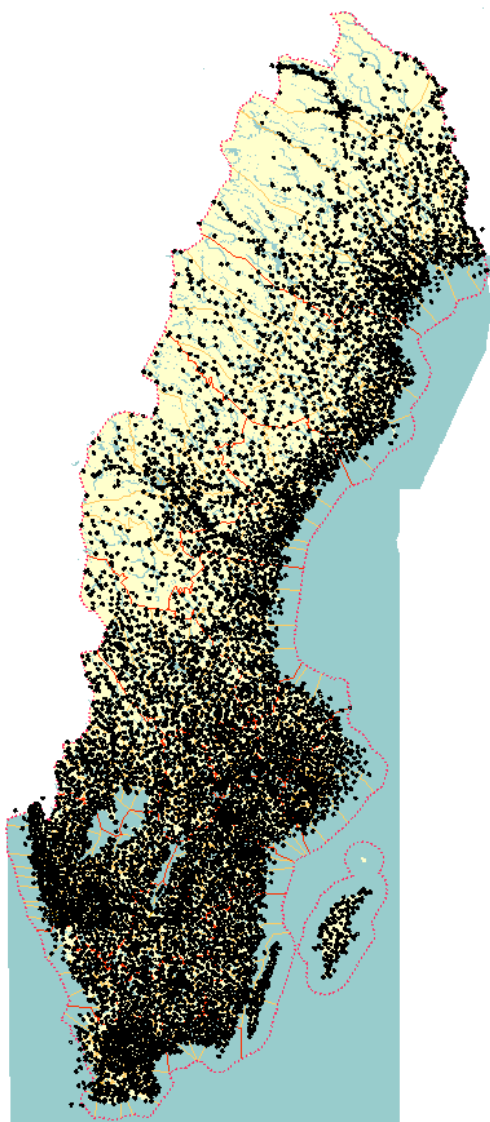
4.1 Punkter

RIX 95-nätet innehåller 9 026 punkter (figur 6) som är bestämda i SWEREF 99, RT 90, RH 70 och RH 2000.

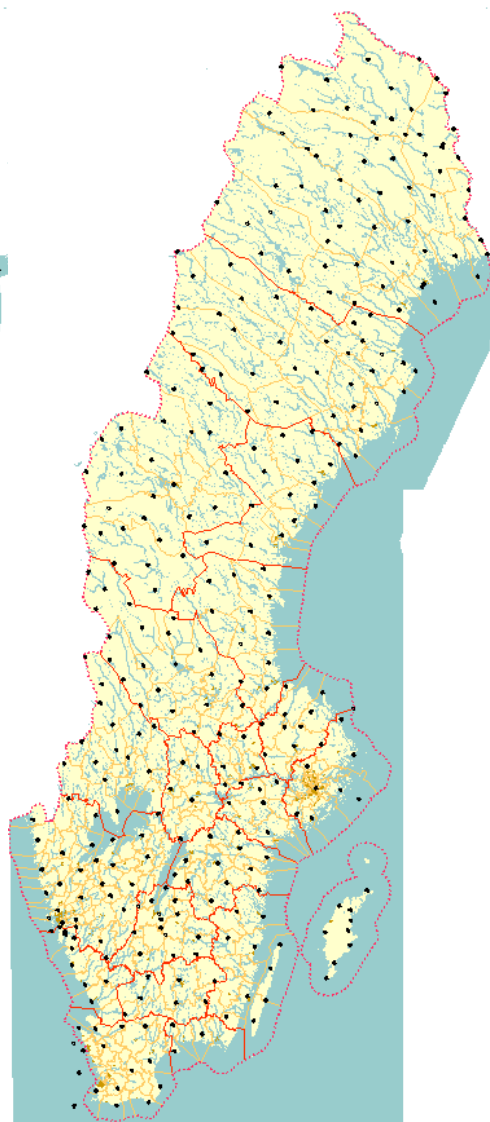
Av dessa är 328 SWEREF-punkter (figur 7), d.v.s. anslutningspunkter för SWEREF 99-beräkningen.

3 335 av punkterna ingick även i tredje rikstrianguleringen (figur 8) och är anslutningspunkter för RT 90-beräkningen.

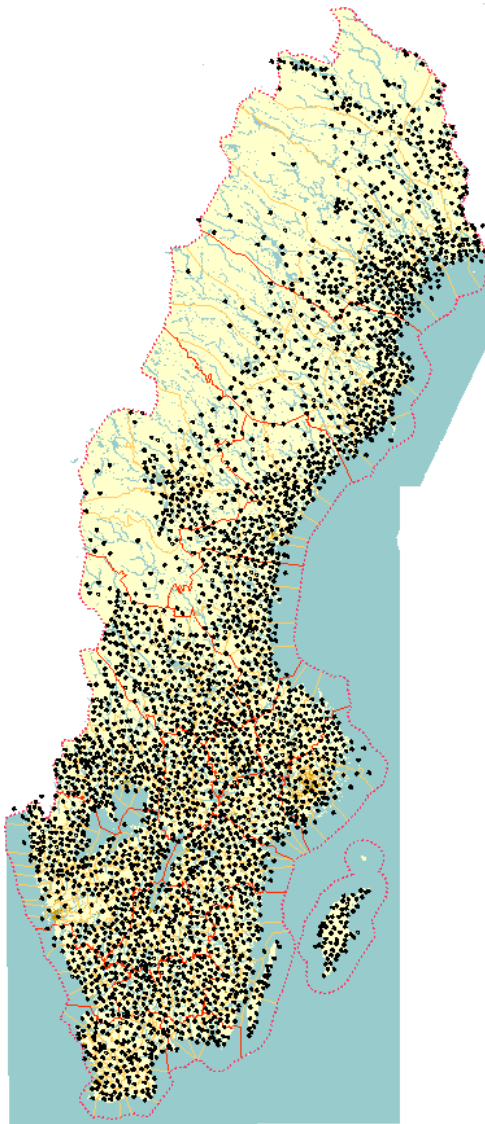
1 507 punkter är avvägda från eller identiska med fixpunkter i riksavvägningen (figur 9) och utgör anslutningspunkter för höjdberäkningarna i RH 70 och RH 2000. Övriga punkter i nätet är höjdbestämda med GPS.



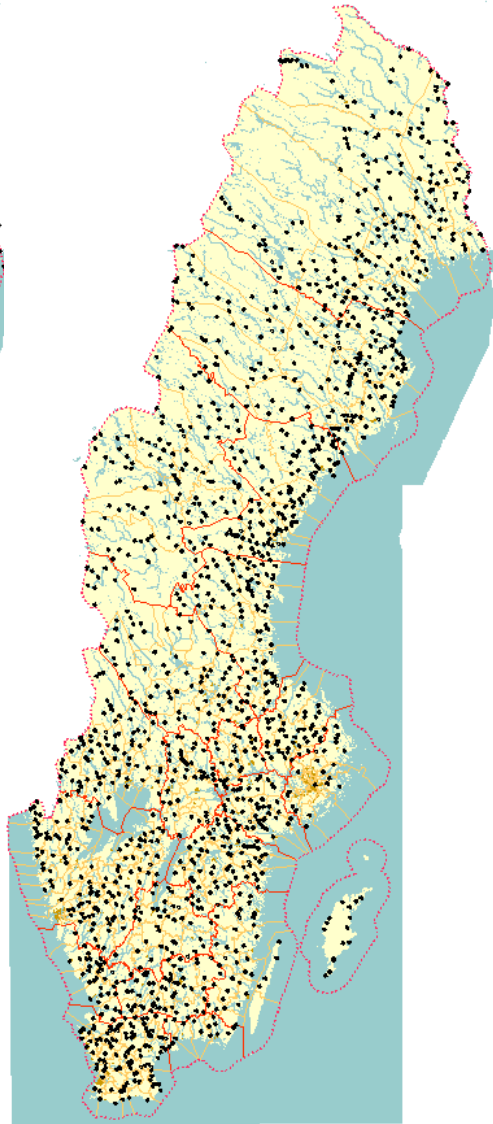
Figur 6: Punkter i RIX 95-nätet.



Figur 7: SWEREF 99-anslutningar.



Figur 8: RT 90-anlutningar.

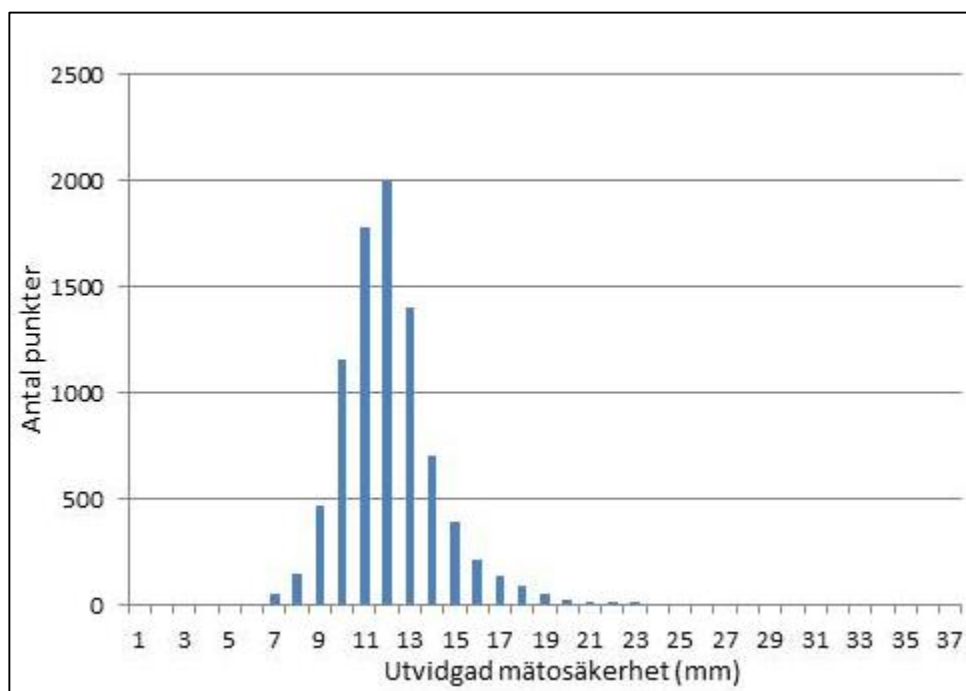


Figur 9: Höjdanslutningar.

4.2 Kvalitet

4.2.1 SWEREF 99

Nypunkternas standardosäkerhet i plan (punktmedelfel) är i medeltal 6 mm. Den utvidgade mätosäkerheten i plan med täckningsgraden 95 % (2σ , 2D) redovisas i frekvensdiagrammet (figur 10). Intervallet är 6-37 mm och medeltalet är 12 mm.

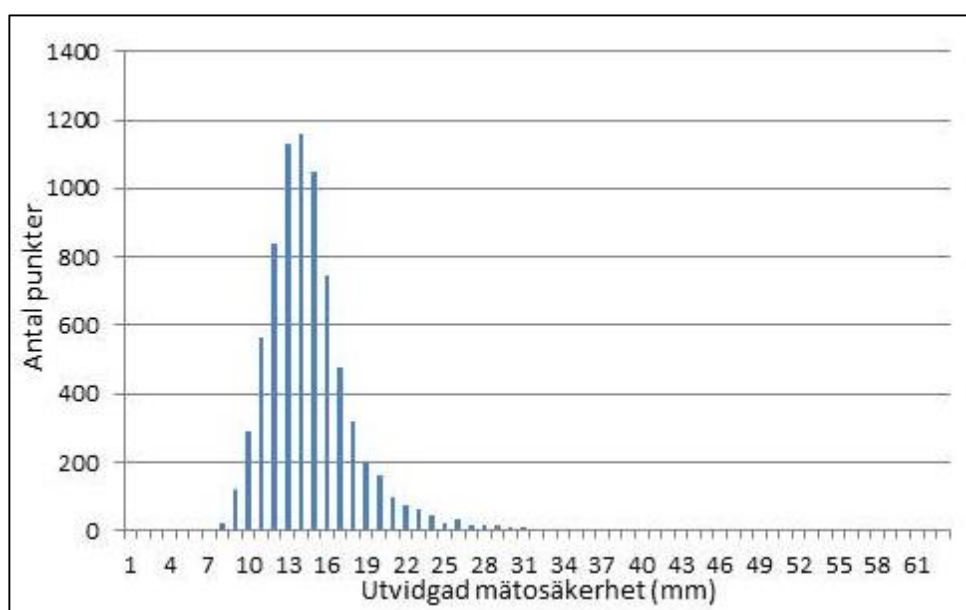


Figur 10: Utvidgad mätosäkerhet i plan med täckningsgraden 95 %

På 70 (0.8 %) av nypunkterna överskrids 20 mm i utvidgad mätosäkerhet. Punkterna ligger huvudsakligen utmed/utanför kustlinjen, utmed riksgrensarna och i fjällen där nätet inte har samma stöd av fasta punkter.

4.2.2 RH 2000

Nypunkternas standardosäkerhet i höjd är i medeltal 8 mm. Den utvidgade mätosäkerheten med täckningsgraden 95 % (2σ , 1D) redovisas i frekvensdiagrammet (figur 11). Intervallet är 7-63 mm och medeltalet är 15 mm.



Figur 11: Utvidgad mätosäkerhet i höjd med täckningsgraden 95 %

På 43 (0.6 %) av nypunkterna överskrids 30 mm i utvidgad mätosäkerhet. Punkterna ligger huvudsakligen utmed/ utanför kustlinjen, utmed riksgränserna och i fjällen där nätet inte har samma stöd av fasta punkter.

4.3 Transformationssamband

RIX 95-projektet har beräknat transformationssamband mellan SWEREF 99 och alla kända kommunala system. Inledningsvis beräknades även samband mellan RT 90 och kommunala system på motsvarande sätt, men när behovet av RT 90-samband minskade gjordes det endast på begäran.

Vid kommunernas systembyten till SWEREF 99 har, i de flesta fall, transformationssambanden från RIX 95-projektet kompletterats med restfelsmodeller, för att också kunna förbättra geometrin i de kommunala näten vid transformationerna. Det är ett arbete som Lantmäteriet utför på uppdrag av kommunerna men som ligger utanför RIX 95-projektet.

4.4 Tidsåtgång och kostnader

Enligt den ursprungliga planen skulle projektet pågå 1995–2005 och kosta 54 Mkr i 1995 års penningvärde. Mätningarna avslutades under 2006 och beräkningarna under 2007. Förseningen berodde på en förskjutning i finansieringen.

Kostnaden blev 62.5 Mkr vilket motsvarar 59.5 Mkr i 1995 års penningvärde, d.v.s. 10 % högre än beräknat. I den kostnaden ingår dock inte Sjöfartsverkets arbetsinsatser.

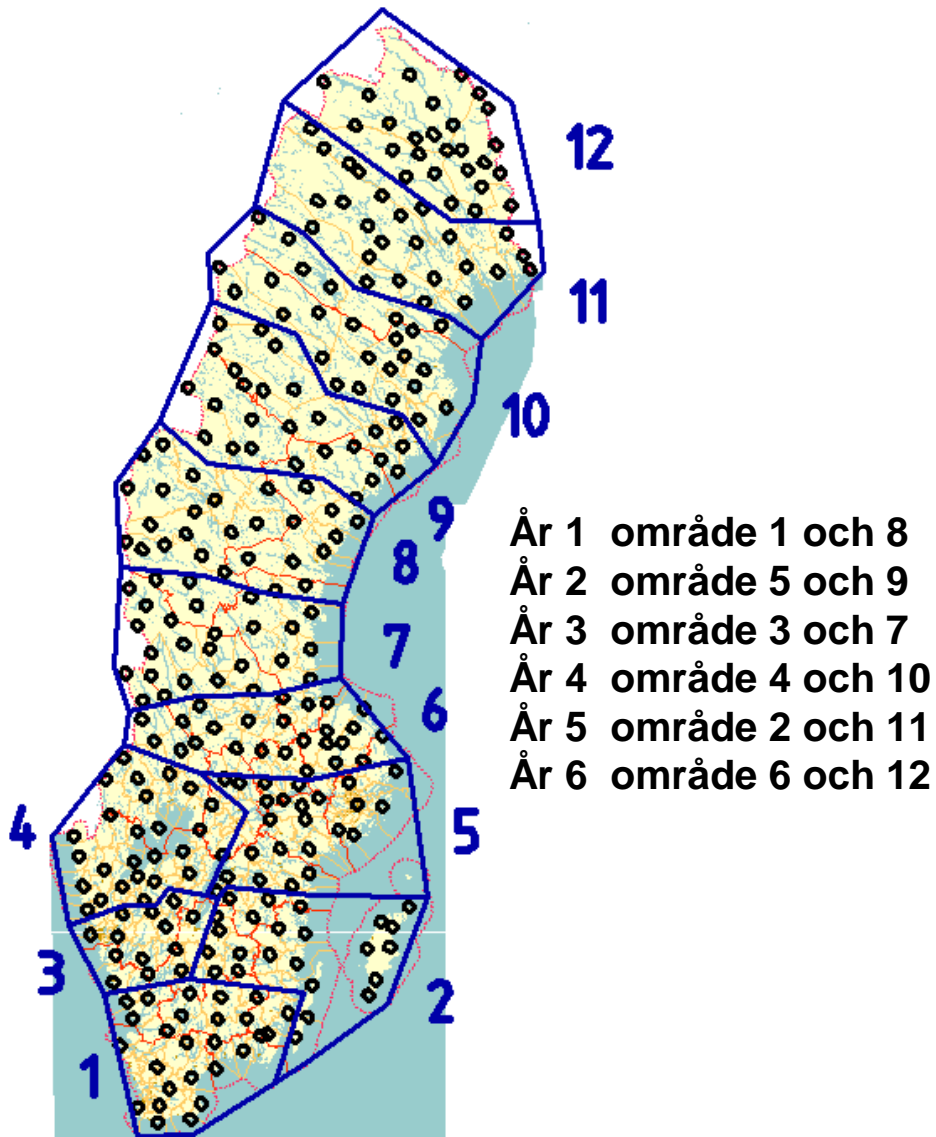
5 Ajourhållning

Naturligtvis kommer en del av RIX 95-punkterna att försvinna med tiden, men någon generell ajourhållning av RIX 95-nätet är inte planerad.

Övergången till SWEREF 99 som nationellt referenssystem innebär ju att systemet bärs upp av ett aktivt nät av permanenta referensstationer varför betydelsen av ett passivt riksnät har minskat. Tillgången till referenssystemet säkerställs huvudsakligen genom SWEPOS-tjänsterna för nätverks-RTK och efterberäkning. Användare som behöver kända utgångspunkter i SWEREF 99 kan enkelt etablera sådana själva med hjälp av tjänsterna.

En viss ajourhållning har dock inletts. Den avser endast SWEREF-punkterna (se figur 12), Planen är att de punkterna ska mätas om vart sjätte år och även ersättas om de blir förstörda eller av andra anledningar omöjliga att använda. De tidsserier som byggs upp är tänkta som komplement till tidsserierna från SWEPOS-stationerna, för att kunna analysera geodynamiska förändringar. Samtidigt tjänar dessa passiva punkter som en "försäkring" om något oförutsett skulle inträffa med det aktiva nätet. Punkterna benämns därför försäkringspunkter. Ajourhållningsplanen är närmare beskriven i LMV-rapport 2010:11.

Planen omfattar alltså drygt 300 punkter som delats in i 12 ajourhållningsområden varav två (ett nordligt och ett sydligt) ska mätas varje år, se figur 12.



Figur 12: Ajourhållningsplan för försäkringspunkter.

Referenser

HMK-Ge:GPS (1996). Handbok till mätningsskuggörelsen: Geodesi, GPS. Gävle: Lantmäteriet.

HMK-Ge: S (1996). Handbok till mätningsskuggörelsen: Geodesi, Stommätning. Gävle: Lantmäteriet.

LMV-rapport 1994:24 (1994). RIX 95 En utredning om förtätning av de geodetiska riksnäten och anslutning av lokala stommät. Sandgren Ulf. Gävle: Lantmäteriet.

LMV-rapport 1995:6 (1995). Finansiering av investeringar och drift av SWEPOS samt genomförande av förslagen i RIX 95. Gävle: Lantmäteriet.

LMV-rapport 2010:1 (2010). Om geodetiska transformationer. Reit Bo-Gunnar. Gävle: Lantmäteriet.

LMV-rapport 2010:11 (2010). Om behovet av nationell geodetisk infrastruktur och dess förvaltning i framtiden. Ågren Jonas & Engberg Lars E. Gävle: Lantmäteriet.

Appendix 1 – RIX 95 Teknisk specifikation

Den tekniska specifikationen är av stor betydelse dels i kontakterna med huvudintressenterna och andra som berörs av verksamheten, så att samma "budskap" förmedlas, dels vid bedömning av redan utförda uppdrag för eventuellt nyttjande av befintliga mätningar.

Föreliggande dokument har till vissa delar karaktär av arbetsbeskrivning. Avsikten är inte att därigenom helt styra utförandet utan skall mera ses som ett sätt att ange kravnivån - att säkra kvaliteten, tekniskt och ekonomiskt. Andra förfaranden som ger motsvarande resultat kan även vara tänkbara.

De moment som behandlas är förberedande arbeten, rekognoscering, markering, mätning och beräkning.

1 Bakgrund

Den ökande användningen av geografiska databaser i Sverige medför att en enad syn på databasernas innehåll och struktur, standardiserade dataformat samt – inte minst – *gemensamma referenssystem för lägesbestämning* är nödvändiga förutsättningar för att säkra värdet av dessa investeringar.

Samband till ett gemensamt (nationellt) referenssystem är en förutsättning dels för utbyte av geografisk information mellan olika användare, som verkar på kommunal/regional/nationell nivå, dels för ett rationellt utnyttjande av det nationella nätet av fasta referensstationer för GPS, SWEPOS.

Under hösten 1994 utredde Lantmäteriverket, på regeringens uppdrag och i samråd med olika intressenter, behovet av och formerna för, en anpassning av de traditionella geodetiska näten till bästa utnyttjande av satellittekniken. Utredningen RIX 95 (LMV-rapport 1994:24, avsnitt 5.2 och 5.3) föreslog, i korthet, införande av SWEREF 93 som enhetligt nationellt referenssystem med hög noggrannhet baserat på internationella referenssystem, en nationell satsning på förtätning och anpassning till GPS-teknik av riksnätet i plan, fullföljande av riksavvägningen, nödvändiga insatser i tyngdkraftsnäten och framtagande av en förbättrad geoidmodell.

Under tiden 1 augusti 1995 - 31 december 1996 genomförde Lantmäteriverket i samverkan med intressenterna (Banverket, Sjöfartsverket, Vägverket, Telia AB och Svenska Kommunförbundet) en första etapp. Denna etapp beräknas ge 400 - 500 punkter, och vidare är avsikten att få fram erfarenheter och underlag för ett mera långsiktigt arbete.

För genomförandet av den första etappen tillskjuts finansieringsmedel från Lantmäteriverket, Banverket, Vägverket och Telia AB. Sjöfartsverket bidrar med egna arbetsinsatser och fartyg för mätningssarbeten inom kustområden. Svenska kommunförbundet rekommenderar kommunerna att bidra till projektets genomförande genom att fritt ställa nödvändig information om aktuella stornät till projektets förfogande.

Samtliga intressenter ingår i en samrådsgrupp som kontinuerligt styr verksamheten.

Det långsiktiga och strategiska målet med insatserna i RIX 95-projektet är att lägga grunden för ett effektivt framtida utbyte av geografisk information mellan olika parter i samhället och underlätta utnyttjandet av GPS-tekniken i samband med mätning, kartläggning och projektering.

Anpassning till GPS-teknik innebär framtagande av transformationssamband mellan det lokala stornätet och SWEREF 93, vilket i sin tur ger lättillgängliga utgångspunkter för GPS-mätning.

2 Mål

På grundval av utredningen RIX 95 och erfarenheterna från etapp 1 har samrådsgruppen under hösten 1996 diskuterat mål, effekter, systemlösning, teknisk beskrivning och information, i första hand till kommunerna, för RIX 95-projektet. Därvid har gruppen enats om följande:

Effektmål

- *möjlighet till utbyte av geografiska data via ett nationellt referenssystem.*
- *möjlighet till framtida användning av SWEPOS -nätet.*
- *möjlighet att utvärdera geometrin i lokala nät.*
- *lättillgängliga riksnätspunkter.*

Produktmål

- *att ansluta och ta fram överföringssamband mellan existerande lokala (kommunala) referenssystem och de nationella referenssystemen, RT 90/RH 70 och SWEREF 93, samt att publicera dessa samband i en nationell katalog.*
- *att samtidigt förtäta riksnätet i plan till rimlig nivå där behov föreligger.*

3 Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1 Bakgrund | 37 |
| 2 Mål | 38 |
| 3 Innehållsförteckning | 39 |
| 4 Realisering av mål | 40 |
| 5 Samverkan med intressenterna | 40 |
| 5.1 Teknisk samverkan | 41 |
| 5.2 Genomförandesamverkan | 41 |
| 6 Spridning av resultatet | 42 |
| 7 Planering | 42 |
| 7.1 Riksnätspunkter | 42 |
| 7.2 Befintliga punkter i de lokala stornäten | 43 |
| 7.3 Nya punkter | 43 |
| 7.4 SWEREF-punkter | 43 |
| 7.5 Skrivbordsförslag | 44 |
| 8 Rekognoscering | 44 |
| 8.1 Protokoll | 44 |
| 8.2 Punktbetaeckning | 45 |
| 8.3 Mätplan | 45 |
| 8.4 Redovisning och överlämnande | 45 |
| 9 Markering och punktbeskrivning | 46 |
| 9.1 Markering | 46 |
| 9.2 Punktbeskrivning | 46 |
| 10 Mätning | 47 |
| 10.1 Utrustning | 47 |
| 10.2 Instrumentkontroll | 48 |
| 10.3 Mätning i fält | 48 |
| 11 Beräkning | 50 |
| 11.1 Geocentriskt (SWEREF 93) | 50 |
| 11.2 Plan (RT 90) | 50 |
| 11.3 Höjd (RH 70) | 51 |
| 11.4 Förberedande beräkningar | 51 |
| 11.5 Slutberäkning och dokumentation | 51 |
| 11.6 Programvaror | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 12 SWEREF - punkter | 53 |
| 12.1 Mätning | 53 |
| 12.2 Centrering och antennhöjdmätning | 54 |
| 12.3 Anslutning till SWEREF (<i>förslag</i>) | 54 |
| 12.4 Beräkning | 55 |
| 12.5 Dokumentation | 55 |
| 13 Bilagor | 19 |

4 Realisering av mål

För att åstadkomma överföringssamband mellan lokala och nationella referenssystem måste ett tillräckligt antal gemensamma passpunkter bestämmas i SWEREF 93. Varje beräkningsområde skall innehålla minst fyra SWEREF-punkter. Det kräver att punkter direkt bestäms i SWEREF 93, med högre täthet än 100 km.

För att erhålla en nära relation mellan det globala och det rikstäckande nationella referenssystemen genomförs mätverksamheten så att tredimensionella SWEREF-koordinater definieras för samtliga nypunkter och anslutning sker till rikshöjdfixar så att höjdrelationen mellan dessa och nypunkterna kan bestämmas.

Med tanke på hur flertalet kommunala huvudstomnät är utformade får de gemensamma passpunkterna en täthet på ungefär 4 - 6 km. Den behovsanpassade förtätningen av riksnätet i plan bör även utformas så att ungefär samma punkttäthet erhålles. I övrigt flyttas svårtillgängliga punkter till mer lättillgängliga platser.

För att kunna göra en höjдинpassning av de nya GPS-mätningarna i det tidigare befintliga höjdsystemet måste ett antal väl fördelade höjdbestämda punkter per område anslutas med nya GPS-mätningar.

Anslutningspunkter skall dessutom vara fördelade så att extrapolation undviks.

5 Samverkan med intressenterna

Hela arbetet med förtätningen av riksnäten sker som *ett nationellt* samarbetsprojekt, där Lantmäteriverket har fått projektledningsansvaret. Alla intressenter skall också ges möjlighet att aktivt medverka i genomförandet. Det kräver i sin tur en mycket lång framförhållning i RIX 95-arbetet – från den första planläggningen fram till en färdig slutprodukt.

För att nå de uppställda målen bör följande åtgärder vidtagas:

- en rullande treårsplan ajourhålls inför varje årsskifte. Den skall visa vilka områden som kommer att beröras och de perioder då planering, rekognoscering och mätning beräknas ske. Treårspla-

nen tas fram inom samrådsgruppen och skickas ut till alla kommuner, lantmäterimyndigheter m.fl. tillsammans med allmän information om projektet.

- i god tid (0,5 - 1 år) innan mätplanering beräknas påbörjas inbjuds berörda kommuner, lantmäterimyndigheter och lokala representanter för övriga intressenter till ett informationsmöte. Vid detta möte redogörs för behovet av samordnad geografisk information, presenteras RIX 95-planerna och intressenterna redovisar befintliga planer och behov. Representater från samrådsgruppen för RIX 95/SWEPOS skall om möjligt delta.
- ett första förslag till mätplan skickas till alla berörda intressenter, på såväl lokal nivå som i samrådsgruppen, vilka får möjlighet att lämna synpunkter.
- rekognosceringen utförs på sådant sätt att lämnade synpunkter kan beaktas och att de intressenter som vill kan delta.
- efter rekognoscering och eventuell revidering skickas slutförslaget till samtliga berörda, enligt ovan.
- informera i god tid berörda intressenter om när mätningen skall genomföras så att de ges möjlighet att delta.
- informera lantmäterimyndigheten i berörda län.

5.1 Teknisk samverkan

Vid genomförandet av RIX 95-arbetet kan det förekomma att någon intressent eller annan aktör redan har genomfört liknande mätningar. Av såväl tekniska som samhällsekonomiska orsaker bör dessa mätningar inkorporeras i arbetet.

I ett första steg bör samtliga baslinjer ställas till RIX 95-projektets förfogande så att de kan ingå i en gemensam nätutjämning. Därvid åstadkommes att koordinater redovisas i *samma system*, vilket är grundläggande i detta sammanhang.

Om punkterna upptas som "riksnätspunkter" beror på hur mätningarna utförts, hur de markerats och på en överenskommelse mellan parterna.

5.2 Genomförandesamverkan

I utredningen 1994 påpekades att alla intressenter skall ges möjlighet att aktivt medverka i genomförandet. En av anledningarna till detta är att RIX 95 också skall ses som en möjlighet att höja kompetensen hos intressenterna, framför allt i landets kommuner. Om någon eller några parter är intresserade att genom eget arbete medverka i genomförandet skall detta uppmuntras. De delar av RIX 95-arbetet där största möjligheterna finns för att nyttja "lokala" resurser är i rekognoscerings- och mätningsarbetet.

Förberedande rekognoscering kan efter överenskommelse med projektledningen med fördel utföras av en lokal organisation. På liknande sätt kan mättningsarbetet planeras så att lokal medverkan blir möjlig.

För att intressentmedverkan skall bli meningsfull kan den fordra att aktuell personal i anslutning till genomförandet genomgår lämplig utbildning.

Kostnaden för deltagande i såväl genomförandet som eventuella kurser får respektive lokal organisation svara för.

6 Spridning av resultatet

Resultatet från arbetena i RIX 95 sprids till intressenterna.

Från mättnings- och beräkningsarbetet överlämnas nätsskisser, punktbeskrivningar och koordinater för aktuellt område. På begäran överlämnas även baslinjer, nätutjämnningar, inpassningar och redogörelse.

Berörda intressenter får omgående transformationssamband när dessa tas fram samt den publikation som redovisar samtliga framtagna samband.

7 Planering

Kopior av nätkartor, koordinatlistor och punktbeskrivningar över de berörda kommunala huvudstomnäten samt andra organisationers mätningar i och omkring området införskaffas. Identifiera tidigare mätningsetappars start-och slutpunkter. Gör en avgränsning av det aktuella området.

Följande typer av punkter är aktuella för mätning och skall väljas ut – befintliga riksnätspunkter i plan, befintliga rikshöjdfixar, "strategiska" punkter i de lokala stomnäten, befintliga SWEREF-punkter, nya SWEREF-punkter och övriga nypunkter. De strategiska punkterna skall vara väl förankrade i de lokala näten för att dels kunna användas som passpunkter vid definition av samband mellan rikssystemet och det lokala systemet, dels vara stöd vid undersökning av de lokala nätens homogenitet.

7.1 Riksnätspunkter

Anslutningspunkter skall vara placerade så att extrapolation i plan och höjd undviks. Vid val av punkter skall följande beaktas.

I plan

I den mån det finns ett behov av förtätning av eller anslutning till befintligt riksnät i plan skall i princip alla riksnätspunkter ingå.

I höjd

För att kunna göra en höjdinpassning måste ett stort antal, dock minst 6 helst ≥ 10 , väl fördelade höjdbestämda punkter per område besökas vid mätningen. Utgångshöjder för höjdinpassningen kan åstadkommas på flera sätt t.ex. genom att

- en RH 70-fix väljs som nypunkt
- finavväga en blivande nypunkt
- en RH 70-fix väljs utan att den blir nypunkt
- ställa upp antennen fritt, intill en RH 70-fix, och sedan avväga antennen med en uppställning.

I områden där riksavvägningen gått fram skall endast sådana fixar användas.

7.2 Befintliga punkter i de lokala stomnäten

I samråd med innehavaren av det äldre materialet bestäms vilka punkter som i första hand kan vara lämpliga för rekognoscering. Urvalet görs med syfte att erhålla bästa möjliga konnektion med befintligt system.

Undersök om det finns utbyggnadsplaner eller om något är "på gång" som gör att punktlägena kan bli förstörda. En miniminivå för undersökningen är att kontrollera med intressentgruppen och berörda kommuner.

7.3 Nya punkter

Planera lämpliga lägen för nypunkterna. Nya punkter kan behöva läggas ut som ersättning för äldre raserade punkter eller för att kunna utföra GPS-mätning inom viss del av området. I den mån dessa punkter skall fungera som passpunkter för anslutning till det nationella referenssystemet måste de även bestämmas i det lokala systemet.

7.4 SWEREF-punkter

I RIX 95 -projektet skall ett antal SWEREF-punkter bestämmas direkt mot omkringliggande SWEPOS-stationer. Placeringen av punkter skall ske före rekognosceringen enligt principerna:

- fördela nypunkter så att ett ungefärligt punktavstånd på 50 - 100 km erhålles.
- placera punkter så att extrapolation vid felstudie mellan RT 90 och SWEREF 93 undviks
- tätare i områden där RT90 har dålig kvalitet, d.v.s. antingen stora eller varierande passfel mot SWEREF 93.

Som hjälp används:

- kända förhållanden om RT 90:s kvalitet
- karta som visar alla befintliga SWEREF-punkter

7.5 Skrivbordsförslag

Upprätta ett skrivbordsförslag som utvisar:

- befintliga riksnätet i plan och höjd
- övriga befintliga triangel- och GPS-punkter
- utvalda strategiska punkter i det lokala stornätet för att fastställa ett transformations samband
- ungefärlig lokalisering av nypunkterna
- SWEREF-punkternas läge inom området
- eventuella närbelägna EUREF-punkter i angränsande grannland

8 Rekognoscering

Med skrivbordsförslaget som grund genomförs en rekognoscering av såväl befintliga som nya punkter för GPS-mätning.

- följande prioritetsordning gäller för nypunkt:
 1. varaktig markering och lämplig för GPS-mätning.
 2. lättillgänglig från bil, d.v.s. mindre än 100 m gångväg.
 3. direktsikt till eventuellt projektområde eller annat område där mättningsverksamhet förväntas ske.

Rödmåla punktläget och märk ut punkten med snitselband eller träläkt.

8.1 Protokoll

Upprätta för varje punkt ett rekognosceringsprotokoll i enlighet med bilaga 1.1, som bl.a. skall innehålla sikthinder, röjningsbehov, ev. mastehöjd, markeringstyp, enkel punktskiss, avstånd till bilväg, bästa transportväg och eventuell markägarekontakt.

Upprätta alternativt anteckna nödvändiga justeringar av punktbeskrivningen samt ange de förbättringar som skall utföras vid punkten t.ex. om rördubb och/eller distanspåle skall sättas ut.

Anteckna också vid samtliga punkter närheten till eventuella störningskällor som radarstationer, radio-, TV- och telesändare. Ange även objekt som satellitsignalerna kan reflekteras mot, t.ex. plåttak.

8.2 Punktbeteckning

Punktnummer hanteras med utgångspunkt från nuvarande numreringsprinciper för RT 90-punkter (se bilaga 1.2) enligt följande:

- Befintliga riksnätspunkter behåller sina nummer.
- Nya SWEREF B-punkter får 6-siffrigt nummer enligt samma principer som tidigare riksnätspunkter, den sista siffran är dock alltid en 8.
- Övriga nya riksnätspunkter ges 7-siffriga nummer där positionerna 1-5 besiffras enligt vanliga principer (bilaga 1.2), siffran i den 6:e positionen är alltid en 9 och den sjunde löpande från 0 till 9.
- RH 70-fixar som blir riksnätspunkter får nummer, och även brickor om distansrör sätts ut, dels det gamla fixnumret, dels ett nytt 7-siffrigt RIX 95 - nummer, gröna brickor för fixnumret och röda brickor för det nya punktnumret.
- Övriga befintliga punkter, t.ex. banverkets, vägverkets och kommunala, är ibland försedda med distansrör. I dessa fall behålles brickan och ytterligare en bricka med det nya numret sätts på det befintliga röret. Finns inte distansrör och ett nytt sätts ut, så sätts enbart en bricka med det nya numret, d.v.s. det gamla numret anges inte.

På punktbeskrivningen anges dock alltid punktens eventuella övriga identiteter.

8.3 Mätplan

Dokumentera resultatet av planeringen och rekognosceringen till underlag för genomförandet av stomnätsarbetet genom att i en detaljerad mätplan redovisa:

- en kort redogörelse för befintliga stomnät med hänvisning till vem som ansvarar för dessa.
- nätkartor, rekognosceringsprotokoll.
- hur tilltänkta SWEREF-punkter skall bestämmas.

8.4 Redovisning och överlämnande

Resultatet av planeringen och rekognosceringen skall redovisas i form av en redogörelse och en nätkarta till intressenterna. Till mätande enhet redovisas, förutom nätkartan, även rekognosceringsprotokoll och punktbeteckningar.

9 Markering och punktbeskrivning

9.1 Markering

Eftersom de aktuella punkterna kommer att bestämmas i tre dimensioner är det viktigt att markeringen är väl definierad i såväl plan som höjd.

Markering bör, om möjligt, göras i berg eller jordfast sten. Endast i undantagsfall får rör i mark med däcksel användas som markering. Om punkter placeras i åkermark skall däckselns överyta vara minst 0.5 m under marknivån (plogfritt djup).

Nya punkter markeras med fixdubb med ett borrhål.

Äldre punkters markeringar förbättras, t.ex. ersätts hål i berg med fixdubb enligt ovan eller med rördubb. Beträffande äldre kommunala punkter inhämtas tillstånd från kommunen innan markeringen förbättras. Bricka sätts runt markeringen. Inga försäkringsmarkeringar.

Alla SWEREF-punkter markeras **i berg** med fixdubb med ett borrhål, för att få en stabil tredimensionell markering.

För ytterligare råd, avseende markering, hänvisas till HMK-Ge:M.

De röjningar som föreslås i rekognosceringsprotokollet skall utföras.

Distansrör med distansbricka innehållande nummer och avstånd till huvudmarkeringen sätts ut, såväl på nya som på gamla punkter, där detta saknas. Finns distansrör, komplettera detta med distansbricka.

Distansrör sätts ut i samråd med kommun/markägare. Rör sätts **inte** ut i hagar, åkrar och på tomtmark. Rör sätts heller inte ut om punktens läge är självklart, även i händelse av mycket snö.

Distansbrickan kan också sättas på befintliga anläggningar som t.ex. kraftlednings- eller belysningsstolpar.

Distansrör vid befintliga riksnätspunkter blir enbart aktuellt om

- punkten är bra för GPS-mätning
- läget är svårdefinierat
- punkten troligen kommer till användning i framtiden

9.2 Punktbeskrivning

Punktbeskrivningen kompletteras eller görs helt ny på de befintliga riksnätspunkterna. Uppgifter som inhämtats vid rekognosceringen överförs till punktbeskrivningen, t.ex. eventuella mästhöjder och bestående sikthinder. För samtliga nypunkter görs beskrivning i enlighet med bilaga 1.3.

Skriv in om det är en SWEREF-punkt och hur lång gångväg det är till bilväg. Om punkten är användbar som parpunkt skall också "pendangen" anges.

10 Mätning

I det följande beskrivs dels utrustning, såväl kravmässigt som hanteringsmässigt, dels mätningen i fält.

10.1 Utrustning

Följande utrustning krävs:

| | |
|--------------------------------|---|
| GPS-mottagare och antenn: | För SWEREF-punkter krävs enhetlig 2-frekvensutrustning som även vid A-S ger full våglängd på L2 (t.ex. Ashtech Z12). Övriga punkter kan mätas med enhetlig 1-frekvensutrustning särskilt beträffande antenn. Speciellt viktigt är detta för höjdbestämningen. När SWEREF -punkter bestäms skall en "Dorne- Margolin" -antenn användas. (Se kommentar i avsnitt 12.1) |
| Trefötter : (med rörlibell) | Trefötterna påverkar noggrannheten i punktbestämningen. De skall därför kontrolleras inför varje projekt. Dessutom skall de vara försedda med en vridbar rörlibell, för kontroll av horisonteringen. |
| Master: | Ibland krävs mast på befintliga punkter. Med 12 m klaras de flesta situationer, men i en del fall krävs det en 20 m mast för att nå upp till trädtoppshöjd. |
| Stativ: | Stativen kontrolleras regelbundet inför varje projekt liksom trefötterna . |
| Teodoliter: | Teodoliter för enbart lodning av master behöver inte ha särskilt hög prestanda, dock skall de kontinuerligt kontrolleras och vid behov justeras. |

Avvägningsinstrument: En ambition är att avväga så många nypunkter som möjligt. För att avvägningen skall ha något att bidra med skall den utföras med utrustning för finavvägning. Elektroniskt instrument t.ex. NA3000 går bra. Likaså optiskt instrument med planparallellplatta.

10.2 Instrumentkontroll

Alla mätinstrument som skall användas i ett projekt, skall naturligtvis kontrolleras regelbundet och kontrollerna skall dokumenteras. Särskilt viktigt är det att trefötterna hanteras varsamt och **kontrolleras kontinuerligt**. Kontroll och justering av instrument m.m. görs enligt HMK-Ge:S respektive HMK-Ge:GPS.

10.3 Mätning i fält

SWEREF-punkt: För bestämning av SWEREF-punkt skall särskilt mätförfarande användas, se särskilt avsnitt nedan.

Mätprincip: Alla närsamband skall mätas. Det innebär bl.a. att nätet byggs upp av trianglar (ej fyrhörningar).
Alla närsamband mellan befintliga riksnätspunkter bör mätas. Dock kan det i områden där riksnätet är glest vara onödigt att mäta allt för långa (≥ 20 km) baslinjer, sambandet mellan dessa punkter fås indirekt via mellanliggande nypunkter.
Alla nypunkter skall interpoleras inom en ram bildad av samband mellan riksnätspunkter. (Konvexa höljet)

| | |
|----------------------------|---|
| Mätmetod: | <p>Statisk mätning tillämpas. 15 s loggningsintervall, 15 ° elevationsmask och observationstid 45 - 120 minuter, beroende på satellittillgång och eventuella sikthinder.</p> <p>Det är svårt att bestämt säga hur lång observationstid som skall tillämpas.</p> <p>Erfarenheten visar att 45 minuter/15 s räcker för att beräkna L1-fixlösningar av baslinjer ≤ 15 km om alla mottagarna har helt ostörd satellitmottagning.</p> <p>För perioder med tidvis få satelliter, är det lätt hänt att en något skymd antenn tidvis endast har kontakt med 3 satelliter. Detta innebär att observationstiderna måste förlängas för dessa sessioner.</p> |
| Sikthinder: (Röjning) | <p>Är sikthindren alltför störande måste detta åtgärdas. Detta kräver omdöme och kontakt med markägarna.</p> |
| Sikthinder: (Mastbygge) | <p>En annan metod är att bygga en mast som når över/upp till trädtopparna. Mastbygge ger bättre mottagningsförhållanden men däremot införs osäkerhet i centrerings, speciellt i höjd.</p> <p>Alternativt kan istället sly och "värdelös" skog gallras bort och observationstiden förlängas till ≥ 120 minuter.</p> <p>Vid användning av en mast måste den centreras väl över punkten. Två teodoliter ställs upp med 90 ° vinkel emellan. Nedlodningen skall göras i båda cirkellägena. Innan masten tas ned skall lodningen åter kontrolleras.</p> <p>Masthöjder mäts med kontroll. Mät höjd före och efter mätningen. Masthöjder skall verifieras med trigonometrisk höjdmätning.</p> <p>Två teodoliter krävs för inlodning av maste.</p> |
| Antennorientering: | <p>Antennerna orienteras mot norr.</p> |

| | |
|------------------|--|
| Antennhöjd: | Höjden mäts lutande från markeringen till en referenspunkt på antennen. Mätningen upprepas till minst tre sidor av antennen. Höjden knappas in i mottagaren samt protokollförs. Vid nedtagning kontrolleras centreringen och antennhöjden mäts ånyo. |
| Höjdbestämmning: | Försök att höjdbestämma så många punkter som möjligt inom området, i första hand genom avvägning, jfr avsnitt 7.1. Är avvägningens avstånd för långa så använd GPS-teknik från flera utgångsfixar. Alla nypunkter skall höjdbestämmas. |
| Felkällor: | I huvudsak två felkällor förekommer vid mätning; centrering i plan respektive höjd. Noggrannheten bestäms av trefötterna, antennutformningen och antennhöjdmätningen. |
| “Mätprotokoll“: | Datum, punktnamn, punktnummer, uppställningspunkt, instrumenthöjd före och efter mätning, instrument- och antennennummer, sessionsnummer, av- och påslagstid och projektbeteckning antecknas i en protokollbok. |
| Mätprogram: | Mätprogrammen sparas (1 omgång). |

11 Beräkning

11.1 Geocentriskt (SWEREF 93)

Ett antal punkter bestäms direkt mot SWEPOS (SWEREF B-punkter). Vid arbete i mindre område kan eventuellt en lägre nivå SWEREF-punkter (SWEREF C-punkt) behövas. Förfarande vid bestämning av SWEREF-punkter beskrivs i avsnittet **12 SWEREF-punkter** nedan. Definitiva koordinater på övriga punkter skapas genom en fast utjämning mot kända punkter.

Som kända punkter används SWEREF B- och eventuellt C-punkter.

11.2 Plan (RT 90)

Alla nypunkter skall interpoleras inom en yttre ram av riksnätspunkter. En fri utjämning med efterföljande Helmert-inpassning skall göras för att bl.a. kontrollera mätningarnas precision och eventuella skalskillnad mellan RT 90 och GPS-systemet.

Definitiva koordinater på nypunkterna skapas genom en fast utjämning mot kända punkter.

Som kända punkter används tidigare bestämda riksnätspunkter. Påvisar inpassningen en signifikant skalskillnad ansätts en fri skala i den fasta utjämningen.

Misstänks någon utgångspunkt vara behäftad med stort fel måste kompletterande mätningar runt punkten göras, för att med säkerhet fastställa felet. Speciellt gäller detta när någon punkt i den yttre kransen pekats ut som felaktig.

11.3 Höjd (RH 70)

Höjdanslutningen görs genom inpassning, där utgångspunkterna omgärdar nypunkterna i plan och höjd.

Innan inpassningen skall korrektion göras för geoidens variationer inom området. RN 92 skall användas.

Inpassningen görs genom anpassning av ett lutande plan där två vridningar och en translation löses ut.

Anm: I de projekt som hittills gjorts visar det sig att noggrannheten i höjdbestämningen är någon eller några centimeter. Denna noggrannhet torde vara tillfyllest för flera framtida tillämpningar, t.ex. detaljmätning mha semikinematisk bärvågsmätning.

Med en bra och säker metod för höjdbestämning får man på köpet en god kontroll av riksnätspunkternas höjder, grova fel kan eventuellt vara en förklaring till att punkterna även är felaktigt bestämda i xy-planet.

11.4 Förberedande beräkningar

I fält genomförs beräkning av baslinjer löpande, dessutom utförs under projektets fortskridande kontroll vad avser:

- beräkning av fri utjämning
- höjdinpassning, vilket ställer krav på höjdförsörjning i ett tidigt skede
- översättning till punktbetaeckningar från tillfälliga kortnummer
- riktigheten i punktbetaeckningen när punktens koordinat är känd

I övrigt utförs beräkningar och kontroller enligt HMK-Ge:GPS.

11.5 Slutberäkning och dokumentation

Följande moment skall utföras efter avslutat arbete i fält:

- arkivering av i projektet ingående och kontrollerade baslinjer i GPS-arkiv

- dokumentation av för projektet nyavvägda höjder
- fast utjämning av helt projekt i SWEREF 93
- fast utjämning av helt projekt i RT 90 (transformerat till SWEREF 93), eventuellt införs fri skala och orienteringsparametrar
- transformation och projektion till RT 90 2,5 gon V ELLH (ellipsoidhöjd)
- beräkning av ortometriska höjder med geoidinterpolering för punkter som positionsbestämts med GPS.
- höjdinpassning för beräkning av RH 70-höjder på nypunkter samt kontroll av höjder på äldre triangelpunkter. Baseras på ett fritt utjämnat GPS-nät.
- dokumentation enligt HMK-Ge:GPS och HMK-Ge:-S.
- arkivering av nybestämda punkter, samt uppdatering av äldre punkter i (triangel)punktregistret, TRIREG, även handskrifter arkiveras
- (- eventuell utredning/nyberäkning av problemområden i RT 90 med hjälp av nya GPS-mätningar om RIX 95 projektet påverkas, annars rapporteras problemen för senare åtgärd).

11.6 Programvaror

| | | |
|--------------------------|---|--|
| Baslinjeberäkning: | Programvaran skall hantera bärvågsmätning på L1 och utföra fixlösningar. Baslinjer beräknade i programvaran skall uppfylla felgränserna i HMK-Ge:GPS.A.1.1-2 för dubbelmätta baslinjer eller slutningsfel i slingor. | Exempel på programvaror: Geotronics Geotracer Post Processing Software och Ashtechs PRISM. |
| Nätutjämning: | Programvaran skall hantera GPS-vektorer, använda den i HMK-Ge:GPS föreslagna standardviktsättningen, utföra nätutjämning med fasta punkter, valfritt kunna lösa ut transformationsparametrar för specificerade grupper samt ha statistisk felsökning. | Exempel: GeoLab. |
| Transformation: | Såväl 7-parametertransformation som projektion görs enligt formelerna i HMK-Ge:GPS.C. | Exempel på program: GTRANS |
| Geoidhöjdsinterpolation: | Beräkningen görs i programmet GTRANS ver 2, programmet GEOIDEN, programmodulen GEOIDPAK eller enligt de algorit- | |

| | | |
|--------------------|--|------------------------|
| | mer som finns specificerade i beskrivningen till GEOIDPAK. Programmen kan rekvireras hos FoU-avdelningen på Lantmäteriverket. GEOIDPAK med beskrivning är fritt och kan nås via ftp. | |
| Inpassning i plan: | Beräkningen skall utföras med ett program som klarar en plan Helmertinpassning, unitär transformation samt har statistisk felsökning. | Exempel: SNOOPY, GPASS |
| Inpassning i höjd: | Beräkningen skall utföras med ett program som klarar inpassning med noll, en och tre parametrar (lutande plan) samt har statistisk felsökning. | |

12 SWEREF - punkter

Mätning och beräkning av SWEREF-punkter behandlas här separat på grund av att genomförandet är starkt kopplat till utvecklingsverksamheten vid Lantmäteriverkets FoU-avdelning. Till exempel sker beräkningen vid ett annat tillfälle samt med andra verktyg än övriga beräkningar.

12.1 Mätning

| | |
|-------------------|---|
| GPS-mottagare: | För SWEREF-punkter krävs enhetlig 2-frekvensutrustning som även vid A-S ger full våglängd på L2 (t.ex. Ashtech Z12, 3 Mb minne eller motsvarande). |
| Antenn: | När SWEREF -punkter bestäms skall en "Dorne-Margolin"-antenn användas. |
| Observationstid: | 2 x 24 timmar. Ett dygn för att minimera inverkan av satellitgeometrin. Dubblering för att få kontroll. Skall flera punkter bestämmas bör observationstiderna förskjutas så att ett dygn blir gemensamt för två successiva punkter. |
| Elevationsgräns: | 15 grader |
| Mätintervall: | 30 sek |
| SWEPOS-stationer: | De närmast belägna stationerna (6-8 stycken). |

Kommentar:

Alla SWEPOS-stationer är utrustade med Dorne Margolin antenner. För att erhålla högsta möjliga noggrannhet, både i plan och i höjd, skall samma antenntyp användas vid inmätning av SWEREF-punkter.

12.2 Centrering och antennhöjds-mätning

Centreringen över punkten bör ske med ett "vridbart optiskt lod-instrument". Detta för att undvika problem med dåligt justerade trefötter.

Mätningarna av antennhöjder skall skrivas in i mottagaren och även protokollföras .

Centrering och antennhöjds-mätning mäts respektive kontrolleras både före och efter mätningen. Eftersom det av praktiska skäl förmodligen endast blir en uppställning per SWEREF-punkt är en tillförlitlig centrering och antennhöjds-mätning mycket viktig.

12.3 Anslutning till SWEREF (förslag)

För att underlätta ett framtida utnyttjande av fasta referensstationer (SWEPOS) kommer, från och med hösten 96, alla punkter inom RIX 95-projektet att bestämmas i SWEREF 93. Metodiken för detta är ännu ej fastlagd, utan skall först testas och utvärderas. Förslag till metodik beskrivs nedan.

För att möjliggöra anslutning av alla punkter till SWEREF 93 krävs direkt bestämda SWEREF-punkter med större täthet än 100 km, förslagsvis 50 km. Vid arbeten i mindre områden kan högre täthet krävas.

Dessa ytterligare SWEREF-punkter ("50 km punkter") kan antingen bestämmas på samma sätt som nuvarande SWEREF (d.v.s. direkt mot SWEPOS) eller också införs en ny klass, C-punkter. C-punkterna bestäms från B-punkterna men i samma multistationslösning, i Bernprogrammet, som närliggande SWEREF 93 B-punkt. Det innebär, trots att de i princip endast är polärt bestämda från närliggande SWEREF 93 B-punkt, att eventuellt skal- och vridningsfel elimineras vid inpassningen mot SWEPOS-stationerna.

Observationstiden skulle kunna minskas till 2*(3-6) timmar.

Efter en utvärderingsperiod under första kvartalet 97 skall följande frågor besvaras:

- skall en ny klass av SWEREF-punkter införas?
- vilken observationstid krävs på C-punkter om en sådan klass införs?
- vilken täthet behövs på direkt bestämda SWEREF-punkter?

Övriga punkter inom RIX 95-projektet bestäms i SWEREF genom anslutning på ovanstående punkter genom utjämning med punkterna ovan som fasta.

12.4 Beräkning

| | |
|-------------------|--|
| Programvara: | Bernprogrammet |
| Bandata: | Efterberäknad bandata från Bern eller IGS |
| Beräkningsmodell: | Fritt utjämnad – jonosfärsfri – multistationslösning inpassas med en tredimensionell Helmerttransformation på kända koordinater på SWEPOS-stationerna. |

12.5 Dokumentation

- All rådata och alla beräkningsresultat sparas på DAT-band.
- Resultat från slutgiltig utjämning och inpassning samt koordinater dokumenteras i pärmar.
- Fritt utjämnade multistationslösningar sparas på, lättåtkomlig, digital form.
- På sikt är det önskvärt att SWEREF 93-koordinater kan lagras i en databas.

13 Bilagor

Bilaga 1.1: Blankett REKOGNOSCERING FÖR GPS-MÄTNING

Bilaga 1.2: PM Punktbeteckningar

Bilaga 1.3: Blankett PUNKTBESKRIVNING

BILAGA 1.1

LANTMÄTERIET

REKOGNOSERING FÖR GPS-MÄTNING

| | | | | |
|--|--|---|-------------------------------------|---|
| Kort nr | Kommun | Kartblad | Datum | Upprättad av |
| Punktnummer i riksnätet | Punktens namn | Avstånd från bil | Siktbar <input type="checkbox"/> | Närmaste RA-fix (nummer och avstånd) Återfunnen <input type="checkbox"/> |
| Läst vägbom, grind, etc. <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEJ Avståndm Typ | Kontakt för nyckel, tillstånd, etc. (namn och tel.nr.) | Bästa väg till punkten | | |
| Distansbricka finns <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEJ Avståndm Riktninggon | Markering (typ, underlag, status, ev. identitet, etc.) | Utgående sikt finns (punktnummer, riktning, etc.) | | |
| <input type="checkbox"/> STATIV UTAN RÖJNING <input type="checkbox"/> STATIV EFTER RÖJNING Antal träd..... Trädhöjd..... <input type="checkbox"/> MASTBYGGE Masthöjd m | Övriga anteckningar | | | |
| Närmekoordinater x = y = | Maskhöjdsdiagram (markera sikthinder och avstånd till hindren) Från markering | | | |
| Skiss | | | | |

Anvisningar till blanketten REKOGNOSERING FÖR GPS-MÄTNING

| | |
|---|--|
| Kort nr | 4-siffrigt nummer unikt inom ett område. Anges för nya punkter. |
| Kommun | Namn på den kommun där punkten är belägen. |
| Kartblad | Bladbeteckning på Gröna/Blå kartan. |
| Datum | Datum för rekognoseringen. |
| Upprättad av | Rekognosörens signatur. |
| Punktnummer i riksnätet | 6- eller 7-siffrigt unikt nummer. Anges för bef. riksnätspunkter. |
| Punktens namn | För nya punkter väljs ett punktnamn som återfinns på kartan, normalt närmaste ort eller gård. |
| Avstånd från bil / Siktbar | Gångavstånd från lämplig biluppställningsplats till punkten. Ange avstånd för "normal bil" (för 4-hjulsdriven bil), t.ex. 400 m / (80 m). Kryssa för om det finns sikt från körbar plats till punkten i stativhöjd. |
| Närmaste RA-fix | Nummer och avstånd till närmaste höjdfix i riksavvägningen, om det finns någon inom 1 km från punkten. Kryssa för om fixen har återfunnits. |
| Låst vägbom, grind, etc. | Kryssa för om det finns något låst hinder. Om hindret kan passeras till fots anges avstånd från hindret till punkten samt typ av hinder. |
| Kontakt för nyckel, tillstånd etc. | Vem man ska kontakta för att få tillgång till nyckel, passertillstånd etc. för att komma till punkten. |
| Bästa väg till punkten | Eventuell bilväg som inte finns med på kartan samt bästa gångväg från biluppställningsplats om det inte framgår av kartan eller skissen. |
| Distansbricka finns | Kryssa för om det finns distansbricka (skylt) och ange avstånd och kompassriktning från punkten. |
| Markering | Typ och underlag (t.ex. hål i berg, rör i sten etc.) för befintliga markeringar. Ange även status (t.ex. OK, krökt, etc.) och eventuell identitet (t.ex. id. med Banverkets punkt 937555). För nypunkt anges underlag och läge (t.ex. Nymarkera i berg vid gulmålad triangel). |
| Utgående sikt finns | Sikter till andra stompunkter för övergång till konventionell mätning. Ange punktnummer, kompassriktning och grad av säkerhet. |
| Stativ.../Stativ.../Mastbygge | Kryssa för aktuellt alternativ. Vid röjning anges röjningsbehov från stativhöjd i form av antal träd och trädslag samt trädhöjd. Vid mastbygge anges erforderlig masthöjd över mark för antenn. |
| Övriga anteckningar | Övriga upplysningar av intresse inför mätningen. T.ex. om markägarkontakt tagits, om excentrisk uppställning är nödvändig, om det finns restriktioner för tillträde, om befintlig punktbeskrivning bifogas, etc. |
| Närmekoordinater | Koordinater på nya punkter, t.ex. från kodmätning eller ur kartan. |
| Skiss | Skiss i lämplig ungefärlig skala, orienterad i norr. Skissen bör innehålla punktläge, terrängdetaljer o.dyl. som är till hjälp för att hitta punkten. |
| Maskhöjdsdiagram | Markera sikthinder från stativhöjd och ange typ av hinder samt avstånd. Sikthinder under 15° behöver inte anges (skuggat område). Om det finns flera markeringar på punkten anges vilken markering som maskhöjdsdiagrammet avser, dvs. den markering som ska användas vid mätningen. |

96-12-18

Punktbe-teckningar

Inledning

I detta PM redovisas en översyn av de olika punktbe-teckningar, som används inom olika verksamhetsområden. En projektgrupp har diskuterat olika numreringsalternativ och slutligen enats om ett förslag till framtida numrer-ing av nypunkter inom RIX 95-projektet.

Triangelpunkter

I samband med tredje rikstrianguleringen infördes en sexsiffrig nummerbe-teckning på punkterna. Tidigare fanns ingen egentlig siffernumrer-ing utan punkterna identifierades av sitt läge på det topografiska och ekonomiska bladet med hjälp av såväl bokstäver som siffror. I den nya punkt-numrer-ingen kom lägesbeskrivningen helt att ersättas av siffror, så att de tre första siffrorna anknöt till topografiska bladet och de två följande till det ekonomiska bladet. Punkter på topografiskt blad 10F och ekonomiskt blad 8e gavs alltså punkt-nummer 105 84.

Siffran i position sex (löpn-numret) hörde samman med klassificeringen av punkterna.

Primärpunkter

| | | |
|--------------------|------------|--|
| Löpn-nummer | 0 | 1:a ordningens (ordning 10) och 1:a klasspunkter (ordning 11) |
| | 1 | 2:a klass punkter (ordning 12) |
| | | Ovanstående var till en början den normala be-teckningen i position sex, men till följd av olika omständigheter valdes andra sifferbe-teckningar. |
| | 2 | - då ett par punkter låg på samma ekonomiska blad - 0 och 1-punkter som av någon anledning för-störts och ersatts med en ny punkt. - sekundärpunkter klass 1 till 4 (ordning 21 till 24) |
| | 2-4 | Äldre baspunkter och några enstaka mellan-punkter. |
| | 8-9 | Några sekundärpunkter och mellanpunkter. De senare har ingen fast markering. |

Sekundärpunkter

Löpnummer **2-9** I samband med rikstrianguleringen genomfördes i södra och mellersta Sverige en omräkning av äldre huvud- och detaljmätningar. Punkterna numrerades enligt tidigare konvention, men med siffran i position sex från 2 och uppåt. Vanligtvis fanns det ett par - tre punkter på varje ekonomiskt blad. Lite längre fram, när man upptäckte att 2:an behövdes i primärnätet, utgick man från 3.

Höjdpunkter

I slutet på 60-talet övergick man från en äldre numrering, som byggde på generalstabskartans atlasrutor till den nummerkonvention som tillämpades för triangelpunkter. I och med att man använde sig av ett tvåsiffrigt löpnummer inom varje ekonomiskt blad, så uppgick det totala antalet siffror i punktnumret till sju. En punkt med den äldre numreringen 10F8e:1 blev således i numerisk form 105 84 01.

I samband med att den tredje riksavvägningen påbörjades (1978) infördes lantmäteriets punkt-beteckningsstandard 'omr*typ*löpnummer'. I ovanstående exempel anger 105 område och löpnummerdelen en kombination av ekonomisk ruta och det tvåsiffriga löpnumret d.v.s. 8401. Löpnummerdelen utökades till sex siffror för att kunna bibehålla t.ex. kommunala och andra punkters nummer (bil. 2). Punkterna klassificerades genom införande av en 'typ'-beteckning i fyra positioner. Klassificeringen hänför sig till ursprung i form av nymarkerade eller äldre fixar av varierande kvalitet, SMHI-fixar, hjälppunkter eller kommunala fixar. De senare punkterna klassificeras via läns/kommunkod.

Vid inmätning av befintliga punkter, som inte är riksnätspunkter, försöker man i möjligaste mån bibehålla det tidigare numret. Alla punkter som ingår i riksnätet ges en typbeteckning och ett löpnummer.

Om en höjdfix är identisk med en tidigare gjord tyngdkraftspunkt ges punkten nummer enligt tyngdkraftskonvention, d.v.s. med en 5:a i position sex.

Tyngdkraftspunkter

Även för tyngdkraftspunkter har man övergått till punktnumrering enligt den metod som tillämpas för triangelpunkter. För att skilja dessa punkter från primärpunkter men även från höjd-

punkter har man valt ett sju­siffrigt punkt­nummer. Med undantag av Mårtsbo och Lovö som har en 6:a i position sex, så är den antagna konventionen

| | |
|--------------|--------------|
| Position sex | Position sju |
| 5 | 1-9 |

En tyngdkraftspunkt har alltså punkt­nummer enligt typen 105 84 59.

Om en tyngdkraftspunkt är identisk med en tidigare punkt (primärpunkt eller höjdfix), så ges punkten nummer enligt ovanstående. Primärpunktens eller höjdfixens nummer blir då ett namn, som kan sökas i tyngdkraftsregistret.

Kommunala triangelpunkter

De kommunala punkterna har varierande punkt­numrering. Några kommuner använder sig av sexsiffriga nummer, där sjätte siffran varierar mellan 4 och 9 (105 84 5). I några enstaka fall förekommer sju­siffriga nummer av typen 105 84 69.

B-punkter

Under åren 1967 till 1982 genomfördes en heltäckande rikstriangulering. Detta mätmaterial utjämnades i sin helhet 1987 och gav oss koordinatsystemet RT 90. I och med det har samtliga primärpunkter koordinater i systemen RT 90, RT R01-12 och RT 38. För att i möjligaste mån hålla isär de punkter som ingick i den här utjämnningen från framtida punkter i yttäckande förtätningar (bl.a. RIX 95) införde man beteckningen A, B och C-punkter. A-punkter var sådana punkter som ingick i ursprungsutjämnningen medan punkter från yttäckande förtätningarna benämndes B-punkter. De senare punkterna, vanligtvis bestämd med GPS-teknik, har nummer enligt tidigare triangelpunktskonvention, men där siffran i position sex är 4 eller 5 (105 84 5).

Swepospunkter

Sweposnätet består av 20 stationer, utrustade med GPS-mottagare, som kontinuerligt registrerar och lagrar data från satelliterna. De här punkterna har också getts sexsiffriga nummer, där den sjätte siffran antingen är 8 eller 9 (105 84 8).

Sammanfattning i tabellform

| | 6:e | 7:e | positionen |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------------------|
| Primärpunkter | 105 84 | 0 - 2 | (Några undantag finns) |
| Sekundärpunkter | | 2 - 9 | |
| B-punkter | | 4 - 5 | |
| Swepospunkter | | 8 - 9 | |
| Kommunala punkter i vissa fall | | 4 - 9 | (Även 7-siffriga nummer) |
| Höjdfixar | | 0 - 4 | 1 - 9 (Typ tillkommer - bil. 2) |
| Tyngdkraftspunkter | | 5 | 1 - 9 (Två undantag) |
| RIX 95-punkter | | 9 | 0 - 9 - enligt nedanstående |

Punkter i RIX 95-projektet


Av ovanstående sammanfattning framgår att man vid numrering av nypunkter bestämda inom RIX 95-projektet måste utgå från en delvis ny punktnummerkonvention. Dessutom känns det angeläget att ge de här nya punkterna ett punktnummer som avviker från äldre eller tidigare beräknade punkter.

Projektgruppen har efter diskussion enats om att

- *de framtida nypunkterna (B-punkter) inom RIX 95-projektet ges sju-siffriga punktnummer enligt tidigare norm men med sjätte positionen som en 9:a och den sjunde löpande från 0 till 9 (105 84 95)*
- *RIX 95-punkter som sammanfaller med riksavvägningens punkter eller kommunala punkter skall ges nummer enligt ovanstående konvention. Sådana förhållanden skall på något sätt alltid framgå i de olika registren.*

BILAGA 1.3

L A N T M Ä T E R I V E R K E T



| PUNKTBESKRIVNING | | | | Datum för utskrift | | Punkt nr | | | |
|---|-------------------|----------------------|--|--|--------------|---------------------------------|----------------|--|--|
| Namn | | | | Län | | | | | |
| | | | | Kommun | | | Kod | | |
| Klass i RT 90 | Klass i SWEREF 93 | Höjdbestämningsmetod | | Topografiskt kartblad | | | | | |
| Läge | | | | Skiss | | | | | |
| Markeringar | | | | Distansbricka på | | Kompassriktning gon | Avstånd m | | |
| | | | | Inmättningsdata i projektorssystem 2,5 gon V | | | | | |
| | | | | Decimal nr | Riktning gon | Avstånd m | Höjdskillnad m | | |
| Anmärkning (identitet m.m.) | | | | Kartklipp | | | | | |
| Koordinater i RT90 2,5 gon V 0-15, RH70 | | | | Lämplighet för GPS | | | | | |
| Latitud, Longitud i SWEREF 93 | | | | Mycket bra <input type="checkbox"/> | | Bra <input type="checkbox"/> | | | |
| | | | | Mindre bra <input type="checkbox"/> | | Dålig <input type="checkbox"/> | | | |
| Mätt år | | | | Anmälld återfunnen år | | Anmälld ej återfunnen år | | | |
| Anmälld förstörd år | | | | Beskrivning upprättad år, sign. | | Beskrivning reviderad år, sign. | | | |

Appendix 2 – Teknisk specifikation

1 Allmänt

Denna tekniska specifikation avser geodetisk mätning inom ramen för RIX 95-projektet. Specifikationen beskriver utförande av markeringsarbeten, mätning, förberedande beräkning samt leverans.

Följande förkortningar och akronymer förekommer i texten:

| | |
|------------|---|
| HMK | "Handbok till mätningsskugörelsen". Dokumentserie i mät- och kartfrågor utarbetat av Lantmäteriverket. |
| HMK-Ge:GPS | Dokumentet "HMK-Geodesi, GPS", andra utgåvan |
| HMK-Ge:M | Dokumentet "HMK-Geodesi, Markering" |
| HMK-Ge:S | Dokumentet "HMK-Geodesi, Stommätning" |
| IGS | International GPS Service for Geodynamics |
| LAX-syntax | LMV:s ASCII-filsyntax |
| LMV | Lantmäteriverket |
| NGS | National Geodetic Survey |
| SWEPOS | Nationellt nät av fasta referensstationer för GPS (se HMK-Ge:GPS.A) |
| SWEREF 93 | Nationellt 3-dimensionellt referenssystem (se HMK-Ge:GPS.2.1.3) |
| RINEX | Receiver Independent Exchange Format |
| RH 70 | Rikets höjdsystem 1970 (se HMK-Ge:S.2.3) |
| RT 90 | Rikets koordinatsystem 1990 (se HMK-Ge:S.2.2) |

2 Markeringsarbeten

2.1 Markering

2.1.1 Läge

Punktlägen framgår av den mätplan (kartmaterial och rekognosceringsprotokoll) som beställaren tillhandahåller, se Bilaga 1:2.1.

2.1.2 Nymarkering

I berg, block och betong används rostfri ståldubb enligt HMK-Ge:M.F:5. Dubbens topp skall dock ha ett borrarat eller svarvat cent-

rumhål med högst 5 mm diameter och minst 5 mm djup. Infästning och tätning skall utföras enligt HMK-Ge:M.F:5. En identifieringsbricka i rostfritt material skall fästas runt dubben. Brickan skall vara försedd med texterna "Skyddad enl. lag" och "Lantmäteriverket". Markeringen skall kompletteras med magnetiskt material, så att den kan återfinnas med magnetisk sökutrustning.

I mark används rostfritt eller galvaniserat stålrör enligt HMK-Ge:M.F:7. Röret skall ha ytterdiameter ca 25 mm, godstjocklek minst 2 mm, förstärkningsring i toppen och förankringsjärn i botten. Röret skall slås ned ca 0.1 m under markytan (i åkermark dock minst 0.5 m) samt förankras under tjäldjup. Rörets topp skall skyddas av däcksel vars överyta skall ligga i marknivå (i åkermark under plogdjup). Däckselns lock skall vara försedd med triangelsymbol. På asfalterade ytor skall däckselns konstruktion tåla trafikbelastning och medge förhöjning vid omasfaltering. Samråd med ledningshavare måste alltid ske före markering i mark om det inte framgår av mätplanen att samråd skett vid rekognosceringen.

2.1.3 Förbättring av befintlig markering

Då en befintlig markering utnyttjas måste eventuella förbättringsåtgärder ske i samråd med den organisation som förvaltar markeringen. Målsättningen skall vara att uppnå samma kvalitet som vid nymarkering.

Borrhål (i berg eller block) skall alltid kompletteras med dubb enligt 2.1.2 eller, om hålets diameter är för stor, med lämplig dubb eller rör i rostfritt eller galvaniserat stål. Höjdskillnaden mellan gamla borrhålet och nya markeringens topp skall avvägas och dokumenteras.

2.2 Skyltning

Normalt skall en distansbricka sättas upp inom 10 m från markeringen, såvida inte markeringens läge är självklart även vid djup snö. Brickan kan monteras på ett särskilt distansrör (galvaniserat stålrör, ca 1.0 m högt) eller på befintliga anläggningar som t.ex. kraftlednings- eller belysningsstolpar.

Distansrör bör sättas ut i samråd med markägare. Röret sätts så att det inte skadas eller orsakar skada. I hagar, åkrar och tomtmark sätts inte distansrör, där utnyttjas om möjligt befintliga anläggningar även om avståndet överstiger 10 m.

Distansbricka skall vara tillverkad i rostfritt material, ha röd färg samt innehålla uppgift om punktnummer och avstånd till markeringen. Texten "Mät punkt" eller triangelsymbol skall också finnas på brickan. Brickan skall monteras med framsidan riktad mot markeringen.

Är markeringen identisk med en höjdfixpunkt som är bestämd i riksavvägningen skall även en grön distansbricka med fixpunktens nummer, avstånd till markeringen och texten "Fixpunkt" sättas upp. Utförande i övrigt skall vara samma som ovan.

2.3 Røjning

De røjningar som angivits i mätplanen skall normalt utföras. Dock kan smärre sikthinder kompenseras med en förlängd observationstid (se 3.3.2). Samråd med markägare måste alltid ske före røjning om det inte framgår av mätplanen att samråd skett vid rekognosceringen.

2.4 Punktbeskrivning

Punktbeskrivningar skall upprättas på Lantmäteriverkets blankett, se Bilaga 2.4.1, enligt särskilda detaljanvisningar, se Bilaga 2.1.

3 Mätning

Mätningen får inte påbörjas innan berörda punkter är markerade.

3.1 Utrustning

3.1.1 GPS-mottagare och antenn

Vid bestämning av SWEREF-punkter skall tvåfrekvensmottagare med ett horisontellt medelfel (1 dim.) på högst 5 mm + 1 ppm användas. Mottagaren skall ge full våglängd på L2 även vid A-S. Samma antenntyp som på SWEPOS-stationerna (Dorne-Margolin) skall användas för att erhålla högsta möjliga noggrannhet. Om antennturord används skall även denna vara av samma typ som på SWEPOS-stationerna.

Övrig mätning kan utföras med en- eller tvåfrekvensmottagare avsedda för geodetisk mätning. Mottagarna skall ha ett horisontellt medelfel på högst 5 mm + 1 ppm. Antennutrustningen skall vara enhetlig. Blandning av antenntyper kan dock medges om leverantören redovisar antennekalibreringar samt, genom mätningar i ett anvisat testnät, kan visa att kombinationen antenner, antennturord och beräkningsprogram ger ett tillfredsställande resultat. Antennekalibreringar och resultat från testnätets mätningar skall vara godkända av beställaren innan blandade antenntyper får användas i produktionen.

3.1.2 Centreringsutrustning

Vid bestämning av SWEREF-punkter skall alltid trefot utan inbyggt optiskt lod användas. Centrering och horisontering av trefoten skall

utföras med tvångscentrerat vridbart lodinstrument försett med rörlibell.

Vid övrig mätning kan trefot med inbyggt optiskt lod användas. Horisontering skall dock alltid utföras med ett vridbart instrument med rörlibell, som tvångscentreras i trefoten.

Varje trefot skall ha ett unikt nummer för identifiering.

Optiskt lod i trefot skall kontrolleras minst en gång/vecka och justeras vid behov. Felet får vara högst 1 mm vid normal stativhöjd.

Kontrollerna skall dokumenteras.

3.1.3 Avvägningsutrustning

Avvägningsinstrument skall ha ett medelfel på högst 1.5 mm för 1 km dubbelavvägning och avvägningsstänger skall vara av sådan beskaffenhet att den angivna noggrannheten kan påräknas.

Varje dag, före mätning, skall avvägningsinstrument kontrolleras med avseende på kollimationsfel och stånglibeller kontrolleras. Kollimationsfelskontroll av analoga instrument skall utföras och dokumenteras enligt blankett i Bilaga 2.4.2. Digitala instrument kan istället kalibreras med hjälp av instrumentets kalibreringsprogram. Kalibreringarna skall dokumenteras.

3.2 Centrering och antennhöjds-mätning

3.2.1 Stativuppställning

Centrering av trefoten skall utföras så att centreringsfelet ej överstiger 1 mm. Vid SWEREF-mätning skall separat lodinstrument användas.

Antennen skall orienteras så att dess referensriktning är orienterad mot norr. Rikningen på trefotens optiska lod eller referensmärke skall mätas med kompass och redovisas i mätprotokoll tillsammans med trefotens nummer.

Antennhöjden skall mätas med överbestämning. Antingen mäts höjden vertikalt och kontrolleras med lutande mått till antennens ytterkant, eller också mäts minst två lutande mått till antennens ytterkant. Antennhöjds-mätningen skall redovisas i mätprotokoll och antennhöjden skall registreras i mottagaren.

Före nedtagning skall centrereringen kontrolleras och antennhöjden mätas på nytt. Om uppställningen har rubbats skall GPS-mätningen göras om.

3.2.2 Användning av mast

De mastbyggen som anges i mätplanen skall normalt utföras. Dock kan smärre sikthinder kompenseras med en förlängd observationstid (se 3.3.2).

Antennen skall monteras så att dess referensriktning är orienterad mot norr.

Inlodning av antennen skall utföras med två teodoliter uppställda i två, mot varandra vinkelräta, riktningar från masten. Inlodningen skall göras i båda cirkellägena. Om masten står kvar flera dagar skall inlodning utföras varje mättag, före mätningen. Innan masten tas ned skall inlodningen åter kontrolleras.

Antennhöjden skall bestämmas före och efter mätning samt kontrolleras. För mast som består av fasta sektioner med bestämda längder kan uppmätt antennhöjd kontrolleras mot fasta värden som gäller för masten. För övriga master mäts antennhöjd med överbestämning, t.ex. med två mätband varav det ena har en förskjutet skala. Antennhöjdmätningen skall redovisas i mätprotokoll och antennhöjden skall registreras i mottagaren.

3.3 GPS-mätning

Beställaren tillhandahåller en mätplan som redovisar vilka punkter som ingår i det nät som skall mätas, se Bilaga 1:2.1. Av mätplanen framgår också vilka punkter som är SWEREF-punkter samt vilka SWEPOS-stationer (och eventuella utländska referensstationer) som skall användas för bestämningen av dessa.

Statisk bärvågsmätning skall tillämpas. Elevationsgränsen skall vara 13° vid mätningen och 15 ° vid beräkningen. Observationstid och loggningsintervall specificeras nedan.

3.3.1 Mätning av SWEREF-punkt

Data skall registreras under 2 sessioner om vardera 24 tim. med loggningsintervall 30 sek. Ett dygns kontinuerlig mätning minimerar inverkan av satellitgeometrin och dubbleringen är avsedd för kontroll. Det är en fördel om sessionerna inte är i direkt följd. Uppställningar skall utföras oberoende (olika antennhöjd) för de två sessionerna.

Leverantören skall, genom kontakt med SWEPOS driftledningscentral, förvissa sig om att det under mätningen inte förekommit några driftavbrott på de SWEPOS-stationer (och eventuella utländska referensstationer) som skall användas för punktbestämningen.

3.3.2 Övrig mätning

Sessionerna skall planeras enligt HMK-Ge:GPS.4.5. Minst fyra mottagare skall användas och minst en baslinje i varje session skall vara gemensam med en annan session. Alla närsamband i nätet skall mätas. Normalt skall också alla närsamband mellan befintliga riksnätspunkter mätas, men detta kan underlåtas då baslinjelängden överstiger 20 km och sambandet mellan riksnätspunkterna fås indirekt via mellanliggande punkter. Beroende på hur många mottagare som används erhålls normalt också ett varierande antal extra baslinjer i varje session. Även dessa extra baslinjer skall levereras till beställaren om de godkänns i baslinjeberäkningen.

Vid mätning med många mottagare kan det vara svårhanterligt att mäta och beräkna i sessioner enligt HMK-Ge:GPS, där varje session beräknas separat. Det är då tillåtet att beräkningsmässigt hantera varje dag som en session.

Data från minst fyra samtidiga satelliter skall registreras kontinuerligt under minst 45 min. med loggningsintervall 15 sek. Observationstiden skall anpassas till satellittillgång, baslinjelängd och eventuella sikthinder, så att fixlösning på L1 erhålls för alla baslinjer som skall ingå i nätet.

3.3.3 Mätprotokoll

Mätprotokoll skall föras på särskild blankett, se Bilaga 2.4.3.

Antenntyp skall anges fullständigt, så att spårbarhet finns till de officiella antennkalibreringar som publiceras av NGS (se <http://www.grdl.noaa.gov/GRD/GPS/Projects/ANTCAL/>).

Den punkt på antennen som antennhöjdmätningen avser skall redovisas i förhållande till ARP (Antenna Reference Point). Definition av ARP för olika antenntyper finns publicerad av IGS (se <http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/antenna.gra>).

3.4 Avvägning

De avvägningar som anges i mätplanen skall utföras. Varje avvägningssträcka skall avvägas i båda riktningarna. Sikt-längderna bakåt och framåt skall vara lika (högst 5 m differens) per uppställning, och får skilja högst 20 m totalt per avvägningssträcka. Samma avvägningsstång skall användas på start- och slutpunkt.

Mätprotokoll skall föras på särskild blankett, se Bilaga 2.4.4, och summakontrolleras. Digitala mätdata kan istället levereras på textfil med motsvarande innehåll.

Dubbelmätta höjdskillnader kontrolleras mot felgränsen för anslutningsnät i HMK-Ge:S.A.5.1. Ommätning skall göras om felgränsen överskrids.

4 Förberedande beräkning

All beräkning för bestämning av SWEREF-punkter utförs av beställaren, med speciell programvara och efterberäknade banddata. Övrig mätning slutberäknas av beställaren, men leverantören utför förberedande beräkningar enligt nedan.

4.1 Baslinjeberäkning

Leverantören skall beräkna samtliga mätta baslinjer inklusive de mätningar som Sjöfartsverket utför. Baslinjeberäkningen skall utföras enligt HMK-Ge:GPS.6.1-2 löpande under arbetets gång. Endast tillfredsställande fixlösningar skall godkännas. Ej godkända baslinjer skall räknas eller mätas om. Eventuella extra baslinjer (se 3.3.2) som ej godkänts behöver dock inte mätas om, de utesluts om omberäkning inte ger godkänd lösning.

4.2 Kontrollberäkningar

Under arbetets fortskridande skall leverantören regelbundet utföra kontrollberäkningar av delområden eller en successivt utökad del av nätet.

Kontrollberäkningarna skall utföras enligt HMK-Ge:GPS.6.3-4, dels i form av jämförelse av dubbelmätta baslinjer alternativt slutningsfel i slingor, dels i form av nätutjämnings sessionsvis och områdesvis. I nätutjämnings sessionsvis skall standardviktsättning enligt HMK-Ge:GPS tabell 6.1 användas. För kontrollberäkningarna skall felgränserna i HMK-Ge:GPS.A.1-2 tillämpas. Ej godkända baslinjer skall mätas om. Eventuella extra baslinjer (se 3.3.2) som ej godkänts utesluts ur nätet och redovisas separat.

Fri utjämnings med efterföljande Helmert-inpassning på befintliga riksnätspunkter skall utföras för att kontrollera mätningarnas precision och eventuella skilskilnad mot RT 90. Kontrollberäkningar i höjd skall utföras som anpassning genom lutande plan, i kombination med korrektion för geoidhöjdsvariationer.

5 Leverans

När mätningarna är avslutade skall följande levereras:

- Punktbeskrivningar.
- Protokoll över instrumentkontroller.
- Mätprotokoll från avvägningar.
- Mätprotokoll från GPS-mätningar.

- Genomförda mätprogram med sessionsindelningar, flyttsceman etc. Avsteg från den ursprungliga planeringen skall framgå.
- Rådata från GPS-mätningar i RINEX-format. Dessutom skall rådata i originalformat finnas tillgängliga hos leverantören under ett år.
- Baslinjer, godkända och underkända var för sig, samt approximativa koordinater. Innehåll och dataformat enligt särskild specifikation, se Bilaga 2.2.
- Dokumentation av baslinjeberäkningen: beräkningsmodell, parameterintervall samt kriterier för godkännande av baslinjer för aktuell programversion. Det skall framgå vilka baslinjer som godkänts, dels direkt och dels efter omberäkning. För varje baslinje skall dessutom redovisas resultatfil från baslinjeberäkningen, innehållande:
 - Observationstid
 - vilka gemensamma satelliter som ingått i beräkningen
 - resultat och parametrar motsvarande HMK-Ge:GPS.6.2.3.
- Uppgifter om att baslinjeberäkningen är utförd i SWEREF 93 och att använt transformationsprogram har kontrollerats mot exempel i HMK-Ge:GPS.C.5.
- Resultat från sessionsvis nätutjämning med utvärdering enl. HMK-Ge:GPS.6.3.
- Jämförelse av dubbelmätta baslinjer eller slutningsfel i slingor och utvärdering enl. HMK-Ge:GPS.6.3.
- Fri utjämning inkl. indata, parametrar, resultat och utvärdering enl. HMK-Ge:GPS.6.4.3. Ändrad viktsättning, skalfaktorer, utslutna baslinjer etc. redovisas särskilt med motiv och uppgift om åtgärd.
- Planinpassning inkl. indata, resultat och utvärdering.
- Höjdinpassning inkl. indata, resultat och utvärdering.
- Nätkarta innehållande alla baslinjer i nätutjämningen. Det bör framgå vilka baslinjer som ingår i respektive session.
- Skriftlig redogörelse med en allmän beskrivning av genomfördet, uppgifter om använda instrument, mätmetoder och beräkningsmetoder samt analys av resultaten. Även uppgifter om uppkomna problem, avvikelser från beställning etc. skall framgå.

I Bilaga 2.3 redovisas översiktligt produktionsflödet och vilka resultat som skall levereras.

Upprättande av punktbeskrivningar

Punktbeskrivningens struktur framgår av bifogade blankett. Nedan ges anvisningar om innehållet i blankettens olika fält. Viss information kan hämtas från rekognosceringsprotokollet.

Datum för utskrift

Anges ej.

Punkt nr

Punktnummer sätts efter rekognosceringen, se mätplanen.

Namn

Punktens namn väljs vid rekognosceringen, se rekognosceringsprotokollet.

Klass i RT 90

Klass B.

Anm: Klass A avser de punkter som ingick i 1987 års slututjämnning av riksnätet, som resulterade i referenssystemet RT 90. Klass B avser punkter i yttäckande förtätningar av riksnätet.

Klass i SWEREF 93

Klass B avser SWEREF-punkter. Övriga punkter tillhör klass C.

Anm: Klass A avser SWEPOS-stationerna.

Höjdbestämningsmetod

Ange *Avvägd* eller *GPS*.

Län

Anges i klartext.

Kommun

Anges i klartext.

Kod

Kommunkod.

Topografisk kartblad

Ange bladbeteckning för topografiska kartan samt ekonomisk ruta, t.ex. *7E Jönköping NO 8j*.

Läge

Ange först avstånd och väderstreck från minst två orter som finns på allmänna kartor, varav minst en skall vara en "allmänt känd" ort.

T.ex. *7 km SV om Arkösund, 5.5 km O om Rönö kyrka och 0.2 km NO om gården Korpetorp*. Lagesangivelsen skall vara användbar för att hitta punkten på kartan och välja bilväg till platsen.

Beskriv sedan punktens läge i förhållande till väl synliga detaljer i terrängen (vägar, hus, högsta punkten på berg, etc.), samt storleken på den sten eller berghäll där (huvud)markeringen finns. Beskrivningen skall vara användbar för att avgöra var man parkerar vid bilväg och hur man hittar till punkten till fots.

Ange också bästa gångväg och avstånd från biluppställningsplats om det inte klart framgår av skissen.

Skiss

Rita en skiss i lämplig ungefärlig skala, orienterad i norr. Skissen skall innehålla terrängdetaljer samt lägen för markering(ar) och distansbricka. Huggen markering ritas som den är huggen (triangel, T-märke, etc.) medan ohuggen markering ritas som en cirkel.

Markeringar

Ange typ och underlag för markering(ar), t.ex. *Ståldubb i berg, Rördubb i sten, Rör i mark med däcksel*, etc. Ange också om markeringen är huggen, t.ex. *Rör i berg med huggen triangel*. Ange även om befintligt borrhål försetts med markering, t.ex. *Rör (1997) i borrhål (1951) i sten*.

Eventuella försäkringsmarkeringar eller andra markeringar i närheten skall anges med markeringstyp, underlag samt kompassriktning och avstånd från huvudmarkeringen. T.ex. *Rör med hugget ù– i samma berghäll, 150 gon och 6.59 m* eller *Ståldubb (höjdfixpunkt) i en 1.3 x 0.7 m stor och 0.5 m hög sten, 340 gon och 9.52 m*.

Distansbricka på, Kompassriktning gon, Avstånd m

Ange var distansbricka monterats, t.ex. *Rör, Belysningsstolpe*, etc. samt kompassriktning och avstånd från (huvud)markering till distansbricka.

Inmätningssystem 2.5 gon V

Anges ej.

Anm: Avser eventuella inmätta försäkringsmarkeringars läge i förhållande till huvudmarkeringen. Kompletteras i förekommande fall av geodetiska arkivet.

Anmärkning (identitet m.m.)

Ange om punkten är identisk med annan punkt samt dess förvaltande organisation (om ej Lantmäteriverket) och punktnummer, t.ex. *Identisk med höjdfixpunkt 096 RA 6001* eller *Identisk med Flens kommuns poygonpunkt 95203*. Om punkten är nymarkerad anges årtal, t.ex. *Nymarkerad punkt 1997*.

Ge också alla upplysningar av värde för kommande besök på punkten, t.ex. krav på tillstånd, vägbommar, kontaktorgan (med tel.nummer) för ev. nyckel, om punkten är siktbar från väg eller ej, arga markägare, eventuella bestående sikthinder för mätning, etc.

Anm: Geodetiska arkivet kompletterar med hänvisningar till beräkningshandlingar och äldre punktbeskrivningar.

Kartklipp

Behövs ej (kompletteras av geodetiska arkivet).

Koordinater i RT 90 ... RH 70, Latitud, longitud i SWEREF 93

Anges normalt ej. Kompletteras i förekommande fall av geodetiska arkivet.

Lämplighet för GPS

Ange bedömd lämplighet i kryssruta. Uppgiften avser mätning utan mast.

Mast vid GPS

Ange använd masthöjd vid mätningen.

Torn i primärnätet

Anges ej.

Mätt år

Ange årtal för mätningen.

Anmäld återfunnen år, ... ej återfunnen år, ... förstörd år

Anges ej.

Beskrivning upprättad år, sign

Ange år när beskrivningen upprättats samt upprättarens signatur.

Beskrivning reviderad år, sign

Anges ej.

Leveransformat

Leverans av baslinjer och koordinater skall i första hand ske i format enligt specifikation i bilaga 2.2.1. För Ashtech-utrustning accepteras även format enligt specifikation i bilaga 2.2.2 så länge instrumentleverantörens programvaror inte kan läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. Avstegen framgår av anmärkningar i fetstil i bilaga 2.2.2. Motsvarande avsteg kan accepteras för andra fabrikat efter godkännande från Beställaren.

Exempel på en baslinjefil med en baslinje finns i bilaga 2.2.3.

Specifikation av leveransformat

Alla baslinjer i ett projekt/delprojekt levereras i en ASCII-fil som följer LAX-syntax.

LAX-syntax har följande struktur:

SIGNAL

värde 1

värde 2

.....

/

Kommentarer kan läggas in på valfritt ställe och börjar med /* som första tecken på raden.

Approximativa koordinater med information om referenssystem ges i en separat fil på K-filsformat som också följer LAX-syntax. Punkternas koordinater läggs i databasen med märkningen approximativa koordinater, efter utjämning uppdateras koordinaterna.

Indatafil med baslinjer

Filen börjar med en **filheader** med allmän information om baslinjerna i filen. Därefter följer baslinjerna. Varje baslinje börjar med signalen **baslinje**.

Fältens inbördes ordning framgår av tabellerna "Filheader – signaler" och "Signaler för varje baslinje".

Fältlängden för text är maxlängd. För reella tal anges där det är relevant minsta antal decimaler i tabellen.

Exempel på en baslinjefil med en baslinje finns i bilaga 3.2.1.

Filheader - signaler

| | | | |
|-------|-----------------------|-------|---|
| 5.1.1 | Signal | 5.1.2 | Fält |
| 5.1.3 | M-ID | 5.1.4 | M-ID |
| 5.1.5 | BERAK NINGS REF | 5.1.6 | BERPROG, BERORG |
| 5.1.7 | ANTEN NREF | 5.1.8 | ANTENNFAB, ANTREF-ARP, L1-ANTREF, L2-ANTREF |

Fil-header - fält

| Fält | typ | längd | Beskrivning | Värdeföråd |
|------------|------|-------|--|---|
| M-ID | text | 32 | Mättnings-ID, ett per delområde | I98 J98 kompletteras efter hand |
| BERPROG | text | 32 | Beräkningsprogram och version | GEOGPS_2.25 GEOGENIUS_1.0 kompletteras efter hand |
| BERORG | text | 32 | namn på den organisation som utfört beräkningen | |
| ANTENNFAB | text | 32 | antennfabrikat och modell | ASHTECH_700228A ASHTECH_700228B ASHTECH_700228D ASHTECH_700718A ASHTECH_700936 GEOTRACER_GEODETTIC_GP L2 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand enl. IGS |
| ANTREF-ARP | real | 3 dec | antennens referensytas höjd över ARP (m) | |
| L1-ANTREF | real | 3 dec | L1-elektriska centrum över antennens referensyta (m) | |
| L2-ANTREF | real | 3 dec | L2-elektriska centrum över antennens referensyta (m) | #NULL# används för L1-antenn |

Signaler för varje baslinje

| Signal | Fält |
|------------|---|
| BASLINJE | # |
| STATION | STATION1, STATION2 |
| TID | ANNUMF,DAGNRF, TIMMEF, MINUTF, ANNUMT,DAGNRT, TIMMET, MINUTT, SESSION |
| INSTRUMENT | INSTRUMENTFAB1, INSTRUMENTNR1, INSTRUMENTFAB2, INSTRUMENTNR2 |
| ANTENN | ANTENNFAB1, ANTENN-NR1, ANTENNFAB2, ANTENN-NR2, H1, H2 |
| BERAKNING | FEL, FIL, METOD, FREKVENNS, BANDATA |
| ATMOS | TROPOS,JONOS |
| DXYZ | DX,DY,DZ |
| WXYZ | WX,WY,WZ |
| CORRXYZ | CORRXY,CORRXZ,CORRYZ |
| COVXYZ | COVXX, COVYY, COVZZ, COVXY, COVXZ, COVYZ |
| (ANM) | (ANM) |

Fält för varje baslinje

| Fält | Typ | Längd | Beskrivning | Värdeförråd |
|----------|--------|-------|---|--|
| # | heltal | 6 | löpnummer i filen (underlättar sökning) | 1-999999 |
| STATION1 | text | 32 | punktnummer station 1 | Punktnumren finns definierade sedan tidigare |
| STATION2 | text | 32 | punktnummer station 2 | Punktnumren finns definierade sedan tidigare |
| ANNUMF | heltal | 4 | År vid mätningens början | |
| DAGNRF | heltal | 3 | dag på året för mätningens början, UT | 1-366 |
| TIMMEF | heltal | 2 | timme för mätningens början, UT | 0-23 |
| MINUTF | heltal | 2 | minut för mätningens början, UT | 0-59 |
| ANNUMT | heltal | 4 | År vid mätningens slut | |
| DAGNRT | heltal | 3 | dag på året för mätningens slut, UT | 1-366 |
| TIMMET | heltal | 2 | timme för mätningens slut, UT | 0-23 |
| MINUTT | heltal | 2 | minut för mätningens slut, UT | 0-59 |
| SESSION | text | 1 | sessionsbeteckning | A,B,C, |

Appendix 2 – Teknisk Specifikation

| | | | | |
|----------------|------|-------|---|---|
| INSTRUMENTFAB1 | text | 16 | instrumentfabrikat och modell på station 1 | ASHTECH_Z12 GEOTRACER_2204 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand |
| INSTRUMENTNR1 | text | 32 | fabrikantens serienummer på instrumentet på station 1 | |
| INSTRUMENTFAB2 | text | 16 | instrumentfabrikat och modell på station 2 | ASHTECH_Z12 GEOTRACER_2204 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand |
| INSTRUMENTNR2 | text | 32 | fabrikantens serienummer på instrumentet på station 2 | |
| ANTENNFAB1 | text | 32 | antennfabrikat och modell på station 1 | ASHTECH_700228A ASHTECH_700228B ASHTECH_700228D ASHTECH_700718A ASHTECH_700936 GEOTRACER_GEODETTIC_GP L2 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand enl. IGS |
| ANTENN-NR1 | text | 32 | fabrikantens serienummer på antennen på station 1 | |
| ANTENNFAB2 | text | 32 | antennfabrikat och modell på station 2 | ASHTECH_700228A ASHTECH_700228B ASHTECH_700228D ASHTECH_700718A ASHTECH_700936 GEOTRACER_GEODETTIC_GP L2 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand enl. IGS |
| ANTENN-NR2 | text | 32 | fabrikantens serienummer på antennen på station 2 | |
| H1 | real | 3 dec | Antennhöjd på station 1 (m), vertikalt från markeringen till antennens referensyta. | 0-99.999 |
| H2 | real | 3 dec | Antennhöjd på station 2 (m), vertikalt från markeringen till antennens referensyta. | 0-99.999 |

Appendix 2 – Teknisk specifikation

| | | | | |
|----------|--------|-------|---|--|
| FEL | heltal | 1 | felflagga 4 innebär att baslinjelösningen inte är tillfredställande t.ex. ej fix-lösning eller högt RMS 0-3 innebär tillfredställande lösning 1-3 innebär att baslinjen har fel i plan och/eller höjd som upptäckts vid de förberedande kontrollberäkningarna (dubbelmätta baslinjer, slutningsfel i slingor och nätutjämning) | 0-9 0=inget fel 1=fel i höjd 2=fel i plan 3= fel i plan och höjd 4= ej tillfredställande lösning 9=se anmärkning |
| FIL | text | 32 | Namn på resultatfil | |
| METOD | text | 3 | Beräkningsmetod | FIX,FLT,TRP |
| FREKVENS | text | 4 | Slutlösningens frekvens | L1, LC |
| BANDATA | text | 32 | använda bandata | BROADCAST,PRECISE_ EFTERBER, PRECISE_PREDIKT |
| TROPOS | text | 32 | troposfärskorrektion | STANDARDMODELL |
| JONOS | text | 32 | jonosfärmodell | INGEN, SATELLITMEDDELANDET EGEN, CODE |
| DX | real | 3 dec | koordinatdiff i meter i X-led | |
| DY | real | 3 dec | koordinatdiff i meter i Y-led | |
| DZ | real | 3 dec | koordinatdiff i meter i Z-led | |
| WX | real | 3 dec | medelfel i DX i meter | |
| WY | real | 3 dec | medelfel i DY i meter | |
| WZ | real | 3 dec | medelfel i DZ i meter | |
| CORRXY | real | | korrelation mellan DX och DY | |
| CORRXZ | real | | korrelation mellan DX och DZ | |
| CORRYZ | real | | korrelation mellan DY och DZ | |
| COVXX | real | | kovariansen för DX i kvadratmeter | |
| COVYY | real | | kovariansen för DY i kvadratmeter | |
| COVZZ | real | | kovariansen för DZ i kvadratmeter | |
| COVXY | real | | kovariansen för DXDY i kvadratmeter | |
| COVXZ | real | | kovariansen för DXDZ i kvadratmeter | |
| COVYZ | real | | kovariansen för DYDZ i kvadratmeter | |
| ANM | text | 255 | anmärkning | |

Varje baslinje börjar med signalen BASLINJE.

Alla signaler utom ANM och COVXYZ är obligatoriska.

CORRXYZ och WXYZ kan dock bytas ut mot COVXYZ.

Beräknings-ID tilldelas av LMV, normalt samma som mättnings-ID.

Förkortningar:

ARP = Antenna reference point definierad av IGS

IGS = International GPS Service for Geodynamics

Indatafil med approximativa koordinater

Koordinaterna skall anges som geocentriska kartesiska koordinater i SWEREF 93 på K-filsformat (LAX-syntax). I filetiketten anges mättnings-ID.

Exempel på K-fil:

```
KFIL TOTAL5.K 198
/
SYSTEM SWEREF 93 CART/
XY
7319881      3463590.4105   764994.8742   5283219.5984
994112.1     3452854.4839   792904.3169   5286232.7729
9971234     3449110.4520   806628.6935   5286588.4556
9901678     3452426.3494   773546.1914   5289162.9512
9921314     3449905.0795   786160.6037   5289160.9810
9920457     3445215.0328   778865.8509   5293212.3161
/
SLUT
```


Specifikation av leveransformat

Alla baslinjer i ett projekt/delprojekt levereras i en ASCII-fil som följer LAX-syntax.

LAX-syntax har följande struktur:

SIGNAL

värde 1

värde 2

.....

/

Kommentarer kan läggas in på valfritt ställe och börjar med /* som första tecken på raden.

Approximativa koordinater med information om referenssystem ges i en separat fil på K-filsformat som också följer LAX-syntax. Punkternas koordinater läggs i databasen med märkningen approximativa koordinater, efter utjämning uppdateras koordinaterna.

Indatafil med baslinjer

Filen börjar med en **filheader** med allmän information om baslinjerna i filen. Därefter följer baslinjerna. Varje baslinje börjar med signalen **baslinje**.

Fältens inbördes ordning framgår av tabellerna "Filheader – signaler" och "Signaler för varje baslinje".

Fältlängden för text är maxlängd. För reella tal anges där det är relevant minsta antal decimaler i tabellen.

Exempel på en baslinjefil med en baslinje finns i bilaga 3.2.1.

Filheader - signaler

| | | | |
|--------|-----------------------|--------|---|
| 5.1.9 | Signal | 5.1.10 | Fält |
| 5.1.11 | M-ID | 5.1.12 | M-ID |
| 5.1.13 | BERAK NINGS REF | 5.1.14 | BERPROG, BERORG |
| 5.1.15 | ANTEN NREF | 5.1.16 | ANTENNFAB, ANTREF-ARP, L1-ANTREF, L2-ANTREF |

Fil-header - fält

| Fält | typ | längd | Beskrivning | Värdeförråd |
|------------|------|-------|---|---|
| M-ID | text | 32 | Mättnings-ID, ett per delområde | I98 J98 kompletteras efter hand |
| BERPROG | text | 32 | Beräkningsprogram och version | GEOGPS_2.25 GEOGENIUS_1.0 kompletteras efter hand |
| BERORG | text | 32 | namn på den organisation som utfört beräkningen | |
| ANTENNFAB | text | 32 | antennfabrikat och modell "ASHTECH_GEODETTIC" får endast användas tillfälligt för L1-mätningar med Ashtech 700228A/B och 700718A tillsammans med GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. Detta gäller även Ashtech 700228D om kalibrering visar att den är likvärdig med ovanstående antenner. | ASHTECH_GEODETTIC (endast tillfälligt) ASHTECH_700228A ASHTECH_700228B ASHTECH_700228D ASHTECH_700718A ASHTECH_700936 GEOTRACER_GEODETTIC_GP_L2 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand enl. IGS |
| ANTREF-ARP | real | 3 dec | antennens referensytas höjd över ARP (m) | |
| L1-ANTREF | real | 3 dec | L1-elektriska centrum över antennens referensyta (m) | |
| L2-ANTREF | real | 3 dec | L2-elektriska centrum över antennens referensyta (m) | #NULL# används för L1-antenn |

Signaler för varje baslinje

| Signal | Fält |
|------------|---|
| BASLINJE | # |
| STATION | STATION1, STATION2 |
| TID | ANNUMF,DAGNRF, TIMMEF, MINUTF, ANNUMT,DAGNRT, TIMMET, MINUTT, SESSION |
| INSTRUMENT | INSTRUMENTFAB1, INSTRUMENTNR1, INSTRUMENTFAB2, INSTRUMENTNR2 |
| ANTENN | ANTENNFAB1, ANTENN-NR1, ANTENNFAB2, ANTENN-NR2, H1, H2 |
| BERAKNING | FEL, FIL, METOD, FREKVENNS, BANDATA |
| ATMOS | TROPOS,JONOS |
| DXYZ | DX,DY,DZ |
| WXYZ | WX,WY,WZ |
| CORRXYZ | CORRXY,CORRXZ,CORRYZ |
| COVXYZ | COVXX, COVYY, COVZZ, COVXY, COVXZ, COVYZ |
| (ANM) | (ANM) |

Fält för varje baslinje

| Fält | Typ | Längd | Beskrivning | Värdeförråd |
|----------|--------|-------|---|--|
| # | heltal | 6 | löpnummer i filen (underlättar sökning) | 1-999999 |
| STATION1 | text | 32 | punktnummer station 1 | Punktnumren finns definierade sedan tidigare |
| STATION2 | text | 32 | punktnummer station 2 | Punktnumren finns definierade sedan tidigare |
| ANNUMF | heltal | 4 | År vid mätningens början | |
| DAGNRF | heltal | 3 | dag på året för mätningens början, UT | 1-366 |
| TIMMEF | heltal | 2 | timme för mätningens början, UT | 0-23 |
| MINUTF | heltal | 2 | minut för mätningens början, UT | 0-59 |
| ANNUMT | heltal | 4 | År vid mätningens slut | |
| DAGNRT | heltal | 3 | dag på året för mätningens slut, UT | 1-366 |
| TIMMET | heltal | 2 | timme för mätningens slut, UT | 0-23 |
| MINUTT | heltal | 2 | minut för mätningens slut, UT | 0-59 |
| SESSION | text | 1 | sessionsbeteckning | A,B,C, |

Appendix 2 – Teknisk Specifikation

| | | | | |
|----------------|------|----|--|---|
| INSTRUMENTFAB1 | text | 16 | instrumentfabrikat och modell på station 1 | ASHTECH_Z12 GEOTRACER_2204 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand |
| INSTRUMENTNR1 | text | 32 | fabrikantens serienummer på instrumentet på station 1 #NULL# får endast användas tillfälligt för Ashtech-utrustning tills GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. | tillfälligtvis är #NULL# tillåtet |
| INSTRUMENTFAB2 | text | 16 | instrumentfabrikat och modell på station 2 | ASHTECH_Z12 GEOTRACER_2204 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand |
| INSTRUMENTNR2 | text | 32 | fabrikantens serienummer på instrumentet på station 2 #NULL# får endast användas tillfälligt för Ashtech-utrustning tills GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. | tillfälligtvis är #NULL# tillåtet |
| ANTENNFAB1 | text | 32 | antennfabrikat och modell på station 1 "Ashtech Geodetic" får endast användas tillfälligt för L1-mätningar med Ashtech 700228A/B och 700718A tills GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. Detta gäller även Ashtech 700228D om kalibrering visar att den är likvärdig med ovanstående antenner. | ASHTECH_GEODETTIC (endast tillfälligt) ASHTECH_700228A ASHTECH_700228B ASHTECH_700228D ASHTECH_700718A ASHTECH_700936 GEOTRACER_GEODETTIC_GP L2 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand enl. IGS |
| ANTENN-NR1 | text | 32 | fabrikantens serienummer på antennen på station 1 #NULL# får endast användas tillfälligt för Ashtech-utrustning tills GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. | tillfälligtvis är #NULL# tillåtet |

Appendix 2 – Teknisk specifikation

| | | | | |
|------------|--------|-------|---|---|
| ANTENNFAB2 | text | 32 | antennfabrikat och modell på station 2 "Ashtech Geodetic" får endast användas tillfälligt för L1-mätningar med Ashtech 700228A/B och 700718A tills GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. Detta gäller även Ashtech 700228D om kalibrering visar att den är likvärdig med ovanstående antenner. | ASHTECH_GEODETTIC (endast tillfälligt) ASHTECH_700228A ASHTECH_700228B ASHTECH_700228D ASHTECH_700718A ASHTECH_700936 GEOTRACER_GEODETTIC_GP L2 GEOTRACER_2100 kompletteras efter hand enl. IGS |
| ANTENN-NR2 | text | 32 | fabrikantens serienummer på antennen på station 2 #NULL# får endast användas tillfälligt för Ashtech-utrustning tills GeoGPS, GeoGenius eller AOS löst problemet med att läsa modell och serienummer från Ashtech-utrustning. | tillfälligtvis är #NULL# tillåtet |
| H1 | real | 3 dec | Antennhöjd på station 1 (m), vertikalt från markeringen till antennens referensyta. | 0-99.999 |
| H2 | real | 3 dec | Antennhöjd på station 2 (m), vertikalt från markeringen till antennens referensyta. | 0-99.999 |
| FEL | heltal | 1 | felflagga 4 innebär att baslinjelösningen inte är tillfredställande t.ex. ej fix-lösning eller högt RMS 0-3 innebär tillfredställande lösning 1-3 innebär att baslinjen har fel i plan och/eller höjd som upptäckts vid de förberedande kontrollberäkningarna (dubbelmätta baslinjer, slutningsfel i slingor och nätutjämning) | 0-9 0=inget fel 1=fel i höjd 2=fel i plan 3= fel i plan och höjd 4= ej tillfredställande lösning 9=se anmärkning |
| FIL | text | 32 | Namn på resultatfil | |
| METOD | text | 3 | Beräkningsmetod | FIX,FLT,TRP |
| FREKVENS | text | 4 | Slutlösningens frekvens | L1, LC |
| BANDATA | text | 32 | använda banddata | BROADCAST,PRECISE_EFTERBER,PRECISE_PREDIKT |
| TROPOS | text | 32 | troposfärskorrektion | STANDARDMODELL |
| JONOS | text | 32 | jonosfärmodell | INGEN, SATELLITMEDDELANDET EGEN, CODE |
| DX | real | 3 dec | koordinatdiff i meter i X-led | |

Appendix 2 – Teknisk Specifikation

| | | | | |
|--------|------|-------|-------------------------------------|--|
| DY | real | 3 dec | koordinatdiff i meter i Y-led | |
| DZ | real | 3 dec | koordinatdiff i meter i Z-led | |
| WX | real | 4 dec | medelfel i DX i meter | |
| WY | real | 4 dec | medelfel i DY i meter | |
| WZ | real | 4 dec | medelfel i DZ i meter | |
| CORRXY | real | 5 dec | korrelation mellan DX och DY | |
| CORRXZ | real | 5 dec | korrelation mellan DX och DZ | |
| CORRYZ | real | 5 dec | korrelation mellan DY och DZ | |
| COVXX | real | | kovariansen för DX i kvadratmeter | |
| COVYY | real | | kovariansen för DY i kvadratmeter | |
| COVZZ | real | | kovariansen för DZ i kvadratmeter | |
| COVXY | real | | kovariansen för DXDY i kvadratmeter | |
| COVXZ | real | | kovariansen för DXDZ i kvadratmeter | |
| COVYZ | real | | kovariansen för DYDZ i kvadratmeter | |
| ANM | text | 255 | anmärkning | |

Varje baslinje börjar med signalen BASLINJE.

Alla signaler utom ANM och COVXYZ är obligatoriska.

CORRXYZ och WXYZ kan dock bytas ut mot COVXYZ.

Beräknings-ID tilldelas av LMV, normalt samma som mätnings-ID.

Förkortningar:

ARP = Antenna reference point definierad av IGS

IGS = International GPS Service for Geodynamics

Indatafil med approximativa koordinater

Koordinaterna skall anges som geocentriska kartesiska koordinater i SWEREF 93 på K-filsformat (LAX-syntax). I filetiketten anges mätnings-ID.

Exempel på K-fil:

```
KFIL TOTAL5.K 198
/
SYSTEM SWEREF 93 CART/
XY
7319881      3463590.4105    764994.8742    5283219.5984
994112.1     3452854.4839    792904.3169    5286232.7729
9971234     3449110.4520    806628.6935    5286588.4556
9901678     3452426.3494    773546.1914    5289162.9512
9921314     3449905.0795    786160.6037    5289160.9810
9920457     3445215.0328    778865.8509    5293212.3161
/
SLUT
```

EXEMPEL
1999-01-25

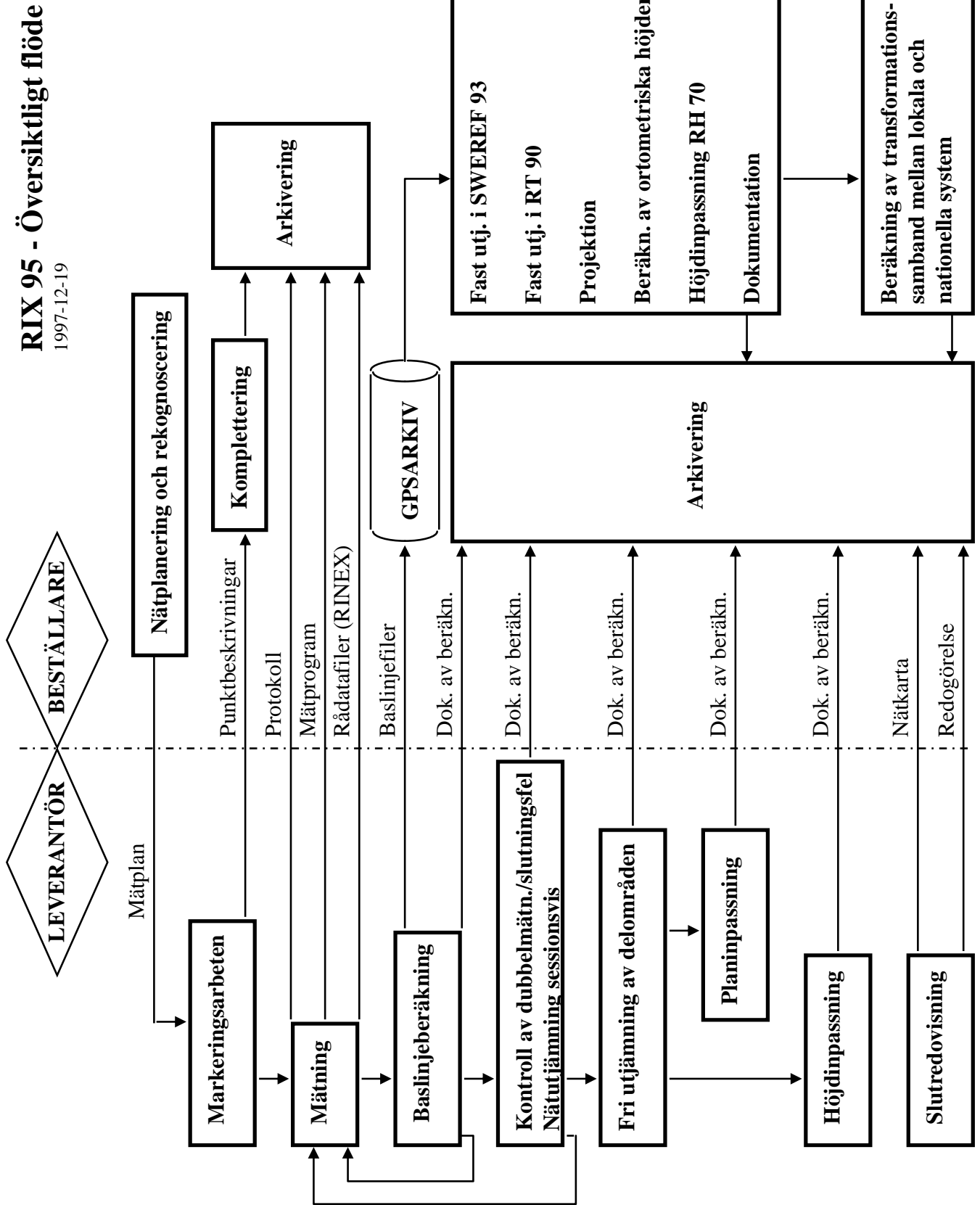
BILAGA 2.2.3

Exempel på fil med baslinjer

```
/* Detta är ett exempel på en baslinjefil med en baslinje
/* Här börjar filheadern
M-ID
I98
/
BERAKNINGSREF
GEOGPS_2.25
GPS-konsult X
/
ANTENNREF
ASHTECH_700718A
0.065
0.0223
-0.0016
/
ANTENNREF
ASHTECH_700936
0.032
0.078
0.096
/
/* Här slutar filheadern och den första baslinjen tar vid
BASLINJE
1
/
STATION
1234567
1234678.0
/
TID
1997
56
8
23
1997
56
9
30
```


Appendix 2 – Teknisk specifikation

B
/
INSTRUMENT
ASHTECH_Z12
02795
ASHTECH_Z12
LP02846
/
ANTENN
ASHTECH_700718A
10633
ASHTECH_700936
11934
1.567
1.765
/
BERAKNING
0
0000005.out
FIX
L1
BROADCAST
/
ATMOS
STANDARDMODELL
INGEN
/
DXYZ
-4513.234
-8682.223
3841.165
/
WXYZ
0.002
0.001
0.016
/
CORRXYZ
0.21634
0.59158
0.04022
/



Blanketter


- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| Bilaga 2.4.1 | Punktbeskrivning |
| Bilaga 2.4.2 | Kontroll av kollimationsfel |
| Bilaga 2.4.3 | Mätprotokoll GPS-mätning |
| Bilaga 2.4.4 | Mätprotokoll Avvägning |

1 (5)

Appendix 2 – Teknisk Specifikation

BILAGA 2.4.1

LANTMÄTERIVERKET



| PUNKTBESKRIVNING | | | | Datum för utskrift | Punkt nr |
|---|-----------------------|--------------------------|---------------------|---|---------------------|
| Namn | | | | Län | |
| | | | | Kommun | |
| | | | | Kod | |
| Klass i RT 90 | Klass i SWEREF 93 | Höjdbestämningsmetod | | Topografiskt kartblad | |
| Läge | | | | Skiss | |
| | | | | | |
| Markeringar | | | | Distansbricka på | Kompassriktning gon |
| | | | | Avstånd m | |
| Inmättningsdata i projektionssystem 2,5 gon V | | | | | |
| Decimal nr | | Riktning gon | Avstånd m | Höjdskillnad m | |
| | | | | | |
| Anmärkning (identitet m.m.) | | | | Kartklipp | |
| | | | | | |
| Koordinater i RT90 2,5 gon V 0-15, RH70 | | | | Lämplighet för GPS | |
| | | | | <input type="checkbox"/> Mycket bra <input type="checkbox"/> Bra <input type="checkbox"/> Mindre bra <input type="checkbox"/> Dålig | |
| Latitud, Longitud i SWEREF 93 | | | | Mäst vid GPS | |
| | | | | Tom i primärmet | |
| Mätt år | Anmälld återfunnen år | Anmälld ej återfunnen år | Anmälld förstörd år | Beskrivning upprättad år, sign. | |
| | | | | Beskrivning reviderad år, sign. | |

BILAGA 2.4.2

LANTMÄTERIVERKET

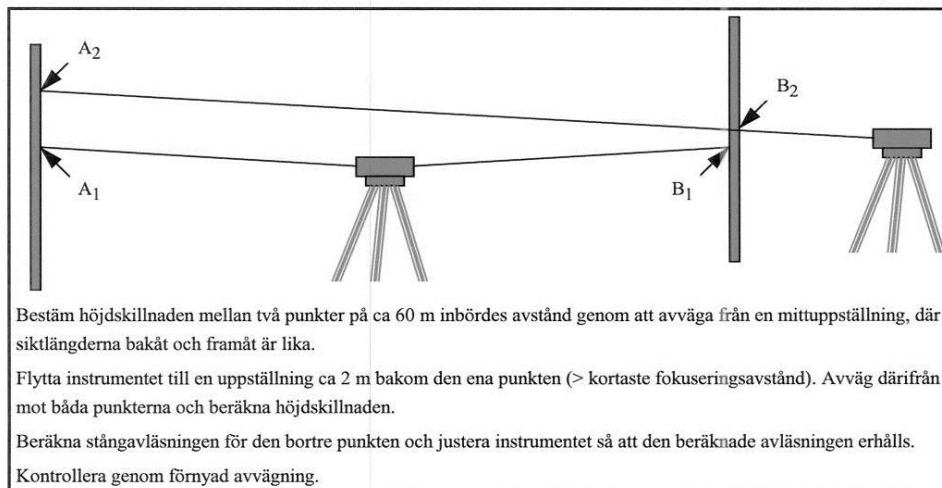
KONTROLL AV KOLLIMATIONSFEL

| | | | |
|----------------------|----------|----------------|---|
| Datum (År-månad-dag) | Operatör | Instrument typ | Instrument nr |
| | | | Stånglibeller kontrollerade <input type="checkbox"/> |

| Avläsningar före justering | |
|---|------------------|
| A ₁ = | A ₂ = |
| B ₁ = | B ₂ = |
| $\Delta H = A_1 - B_1 =$ | $A_2 - B_2 =$ |
| Kollimationsfel $(A_2 - B_2) - \Delta H =$ | |

| |
|---|
| Korrigerad avläsning A ₂ $\Delta H + B_2 =$ |
|---|

| Avläsningar efter justering | |
|---|------------------|
| A ₁ = | A ₂ = |
| B ₁ = | B ₂ = |
| $\Delta H = A_1 - B_1 =$ | $A_2 - B_2 =$ |
| Kollimationsfel $(A_2 - B_2) - \Delta H =$ | |



BILAGA 2.4.3

LANTMÄTERIVERKET

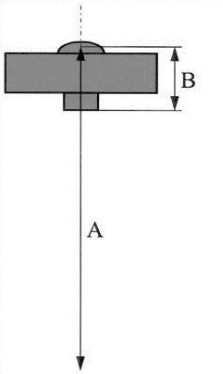
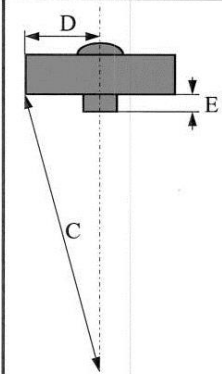
MÄTPROTOKOLL GPS-MÄTNING

| | | | |
|----------------------|----------------|---------------|-------------|
| Datum (År-månad-dag) | Projekt/Område | Punktens namn | Punktnummer |
| Dag nr | Operatör | Markering | Kort nr |

| | | | |
|---------------|--------------|-----------|-----------|
| Mottagare typ | Mottagare nr | Antenntyp | Antenn nr |
|---------------|--------------|-----------|-----------|

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|--|
| Mätning påbörjad (UT) | Mätning avslutad (UT) | Registrerad antennhöjd | Centrering OK efter mätning <input type="checkbox"/> |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|--|

| Antennhöjd före mätning | | Antennhöjd efter mätning | |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Vertikal mätning | Lutande mätning | Vertikal mätning | Lutande mätning |
| A = | C ₁ = | A = | C ₁ = |
| B = | C ₂ = | B = | C ₂ = |
| | C ₃ = | | C ₃ = |
| | C _{medel} = | | C _{medel} = |
| | D = | | D = |
| | E = | | E = |

| | | |
|---|--|--------------|
|  <p>A = mätt vertikal höjd B = ref.höjd över ARP</p> |  <p>C = mätt lutande höjd D = antennens radie E = ref.höjd över ARP</p> | Anteckningar |
|---|--|--------------|

Appendix 3 – Teknisk specifikation för tågformade nät i RIX 95

Bakgrund

Som grund för RIX 95-arbetena finns en teknisk specifikation daterad 1997-02-18. I samband med att vissa arbetsmoment upphandlades i konkurrens under åren 1998-1999 gjordes en mera detaljerad teknisk specifikation för dessa moment, baserad på den ursprungliga specifikationen. Under projektets gång har dessutom några smärre ändringar och kompletteringar beslutats av samrådsgruppen, men i allt väsentligt gäller specifikationen från 1997 fortfarande.

Det innebär att RIX 95-nätet har planerats och mätts i form av ett yttäckande nät som anslutits till RT 90 på de befintliga triangelpunkterna från tredje rikstrianguleringen. Anslutningar har i princip gjorts på alla triangelpunkter, med ett fåtal undantag där punkterna inte varit möjliga att använda för GPS-mätning.

RIX 95-nätet har även anslutits till SWEREF 99 (på SWEPOS-stationerna och på befintliga och nyanlagda SWEREF-punkter) samt till RH 70 (på ett urval av befintliga höjdfixar från tredje precisionsavvägningen).

Under 2005-2006 kommer RIX 95-mätningar att utföras i Norrlands inland och fjälltrakter, där triangelpunkterna från tredje rikstrianguleringen är mera svåråtkomliga och det skulle krävas en del helikoptertransporter för att utföra mätningarna rationellt. I de områden (i huvudsak fjällvärlden) där helikopterinsatser behövs, skulle RT 90-anlutningarna därför bli mycket kostsamma.

Under 2005-2006 kommer RT 90 att ersättas av SWEREF 99 som nationellt referenssystem. Därmed kommer efterfrågan på RT 90-koordinater att minska och det finns anledning att modifiera kraven på RT 90-anlutningar i RIX 95, speciellt i de områden där anlutningarna blir extra kostsamma. Istället för yttäckande nät med fullständiga RT 90-anlutningar kan tågformade nät med begränsade RT 90-anlutningar bli aktuella.

Allmänt om specifikationen

Denna specifikation beskriver de avsteg från den ursprungliga specifikationen som kan göras i de områden där tågformade nät får tillämpas. Vilka områden det gäller beslutas av samrådsgruppen och redovisas i de årsvisa mätplanerna.

Avstegen redovisas under samma rubriker som i den ursprungliga specifikationen. Ändrad lydelse är markerad med överstrykning resp. **fet stil**.

Den täthet på anslutningar som anges är baserad på resultat från simuleringar som gjorts och redovisats i samrådsgruppen. Tätheten har valts så att noggrannheten vid punktbestämning i SWEREF 99 och RH 70 skall bli likvärdig med yttäckande nät och fel vid bestämning i RT 90 skall understiga 1 dm.

Planering

Riksnätspunkter

Anslutningspunkter skall vara placerade så att extrapolation i plan och höjd undviks. Vid val av punkter skall följande beaktas.

I plan

~~I den mån det finns ett behov av förtätning av eller anslutning till befintligt riksnät i plan skall i princip alla riksnätspunkter ingå. Tågformade nät skall anslutas till riksnätspunkter i eller nära ändarna, dock högst 200 km mellan anslutningarna. Anslutningspunkterna skall vara av klass A eller B i RT 90.~~

I höjd

~~För att kunna göra en höjdinpassning måste ett stort antal, dock minst 6 helst ≥ 10 , väl fördelade höjdbestämda punkter per område besökas vid mätningen. Tågformade nät skall anslutas på höjdbestämda punkter från tredje precisionsavvägningen. Där sådana punkter finns skall anslutning göras med högst 20 km mellan anslutningarna.~~

SWEREF-punkter

I RIX 95 -projektet skall ett antal SWEREF-punkter bestämmas direkt mot omkringliggande SWEPOS-stationer. Placeringen av punkter skall ske före rekognosceringen enligt principerna:

- fördela nypunkter så att ett ~~ungefärligt~~ punktavstånd på 50–100 **högst 35 km erhålles i tågformade nät.**

- placera punkter så att extrapolation vid felstudie mellan RT 90 och SWEREF 93 undviks
- tätare i områden där RT90 har dålig kvalitet, d.v.s. antingen stora eller varierande passfel mot SWEREF 93.

Mätning

Mätning i fält

Mätprincip: Alla närsamband skall mätas. Det innebär bl.a. att nätet byggs upp av trianglar (ej fyrhörningar). **I tågformade nät skall dessutom baslinjerna till ytterligare två punkter åt varje håll mätas, d.v.s. minst 6 baslinjer från varje punkt.**

Alla närsamband mellan befintliga riksnätspunkter bör mätas. Dock kan det i områden där riksnätet är glest vara onödigt att mäta allt för långa (≥ 20 km) baslinjer, sambandet mellan dessa punkter fås indirekt via mellanliggande nypunkter.

Alla nypunkter skall interpoleras inom en ram bildad av samband mellan riksnätspunkter. (Konvexa höljet)

Appendix 4 – Förteckning över RIX 95-handskrifter

Förteckning över RIX 95-handskrifter som förvaras i det geodetiska arkivet på Lantmäteriet i Gävle.

| H-SKRIFT | ÅR | INNEHÅLL |
|----------|------------------|--|
| G 7501 | 1995 | Rix95 RIX 95 Borås |
| G 7502 | 1995 | Rix95 Ulricehamn |
| G 7503 | 1995 | Rix95 Arboga |
| G 7504 | 1995 | Rix95 Vännäs |
| G 7505 | 1995 | Rix95 Björna |
| G 7506 | 1995 | Rix95 Ekträsk |
| G 7507 | 1995 | Rix95 Kalix |
| G 7508 | 1996 | Rix95 Tranås |
| G 7509 | 1996 | Rix95 Kiruna S |
| G 7510 | 1996 | Rix95 Kiruna V |
| G 7511 | 1996 | Rix95 Borås |
| G 7512 | 1996 | Rix95 Lerum |
| G 7513 | 1996, 1997, 2000 | Rix95 Bohuslän V.Götaland N delen (Vänern), Jönköping, Borås, Ulricehamn |
| G 7514 | 1996-1998 | Rix95 Skåne. Innehåller 2 pärmar G7514 - G7514:2 |
| G 7515 | 1997,1998 | Rix95 Östergötland och Mälardalen. Innehåller 5 pärmar G7515 - G7515:5 |
| G 7516 | 1997 | Rix95 Växjö |
| G 7517 | 1997-1998 | Rix95 Västernorrland och Jämtland. Innehåller 4 pärmar G7517:1 - G7517:4 |
| G 7518 | 1997-1999 | Rix95 Halland , Kronoberg ,Växjö, Blekinge och V. Götaland S delen. Innehåller 8 pärmar G7518:1 - G7518:8 |
| G 7519 | 1999 | Rix95 Hälsingland. Innehåller 3 pärmar G7519:1 - G7519:2 |
| G 7520 | 2000-2001-2002 | Rix95 Stockholm SÖ och N samt ommätning i ST90-området 2002 |
| G 7521 | 2001-2002 | Rix95 Sommen 1976, Småland 2001-2002, Öland 1972, Blå Jungfrun 2003. Region 17 innehåller 8 pärmar G7521:1 - G7521:8 |
| G 7522 | 2001 | Rix95 Umeå 2001. Region 19 innehåller 3 pärmar G7522:1 - G7522:3 |
| G 7523 | 2000-2003 | Rix95 Beräkning i Sweref 99 reg14,16,18,30,31 |
| G 7524 | 2002 | Rix95 BD-län 2002, AC-län 2003, Kalix 1995. Reg 32 innehåller 7 pärmar G7524:1 - G7524:7 |
| G 7525 | 2003 | Rix95 Gotland, 2003 innehåller 2 pärmar G7525:1 - G7525:2 |
| G 7526 | 2003 | Rix95 Gävle 2003, Dalarna-Värmland 2004. Region 33 innehåller 9 pärmar G7526:1 - G7526:9 |
| G 7527 | 2005 | Rix95 Hälsingland, Z- och AZ län 2005. Region 34 |
| G 7528 | 2006 | Rix95 BD-län 2006. Region 35 |
| G 7529 | 2006 | Rix95 omräkning i Sweref 99 cart |
| G 7530 | 2006 | Rix95 omräkning till Sweref 99 TM och RH 2000 |
| G 7531 | 2007 | Rix95 beräkning i RT 90, Hälsingland, Z- och AZ län 2005 samt BD-län 2006. Region 34 och 35 |

Rapporter i geodesi och geografiska informationssystem från Lantmäteriet

- 2010:1 Reit Bo-Gunnar: Om geodetiska transformationer (finns även på engelska med titeln *On geodetic transformations*).
- 2010:2 Odolinski Robert: Studie av noggrannhet och tidskorrelationer vid mätning med nätverks-RTK.
- 2010:3 Odolinski Robert: Checklista för nätverks-RTK.
- 2010:4 Eriksson Per-Ola (ed.): Höjdmätning med GNSS – vägledning för olika mätsituationer.
- 2010:5 Eriksson Per-Ola (ed.): Anslutning av lokala höjdnät till RH 2000 med GNSS-stommätning.
- 2010:6 Engfeldt Andreas & Odolinski Robert: Punktbestämning i RH 2000 – statistisk GNSS-mätning mot SWEPOS.
- 2010:7 Lord Jonas: Test av GNSS-mottagare från DataGrid.
- 2010:11 Ågren Jonas & Engberg Lars E: Om behovet av nationell geodetisk infrastruktur och dess förvaltning i framtiden.
- 2011:2 Jansson Jakob: Undersökning av mätosäkerheten i det förtätade SWEPOS-nätet i Stockholmsområdet – vid mätning med nätverks-RTK.
- 2011:3 Liu Ke: A study of the possibilities to connect local levelling networks to the Swedish height system RH 2000 using GNSS.
- 2012:3 Lundell Rebecka: Undersökning av nätverks-RTK-meddelande tillsammans med olika GNSS-mottagare – vid nätverks-RTK-mätning i SWEPOS nät av fasta referensstationer.
- 2014:2 Vestøl Olav, Eriksson Per-Ola, Jepsen Casper, Keller Kristian, Mäkinen Jaakko, Saaranen Veikko, Valsson Guðmundur, Hoftuft Olav: Review of current and near-future levelling technology – a study project within the NKG working group of Geoid and Height Systems.
- 2014:5 Ohlsson Kent: Studie av mätosäkerhet och tidskorrelationer vid mätning med nätverks-RTK i SWEPOS 35 km-nät.
- 2015:1 Fredriksson Annika & Olsson Madeleine: Jämförelse av höjdmätning med olika GNSS-mottagare i SWEPOS Nätverks-RTK-tjänst.
- 2015:2 Norin Dan, Johansson Jan M, Mårtensson Stig-Göran, Eshagh Mehdi: Geodetic activities in Sweden 2010–2014.

LANTMÄTERIET



Vaktmästeriet 801 82 GÄVLE Tfn 026 - 65 29 15 Fax 026 - 68 75 94
Internet: www.lantmateriet.se