



INSTITUTIONEN FÖR TEKNIK OCH BYGGD MILJÖ

MÄTNINGAR INFÖR BYTE AV
REFERENSSYSTEM I PLAN I OCKELBO
KOMMUN

Johanna Eriksson och Isak Svärd

Juni 2009

Examensarbete 15 hp B-nivå

Geomatik

Geomatikprogrammet

Examinator: Stig-Göran Mårtensson

Förord

Med detta examensarbete om 15 högskolepoäng på B-nivå avslutar vi våra studier på Geomatikprogrammet, Högskolan i Gävle. Vi vill tacka våra handledare Anna Hånell och Martin Lindell, samt Eddie Larsson på avdelningen för Geografisk information, Gävle kommun.

Slutligen vill vi tacka vår examinator och huvudsakliga föreläsare Stig-Göran Mårtensson för en lärorik studietid.

Gävle, juni 2009

Johanna Eriksson

Isak Svärd

Sammanfattning

Många kommuner i Sverige genomför eller planerar att genomföra ett byte av sina geodetiska referenssystem i plan till det nationella referenssystemet Swedish Reference Frame 1999 (SWEREF 99). En av anledningarna till att ett sådant byte genomförs är bland annat för att underlätta all användning av geografisk information. Arbetet med att byta referenssystem är dock komplicerat och resurskrävande, bland annat behövs mätningsteknisk personal, mätningstrustning och kunskap om hur ett sådant byte skall genomföras. Mindre kommuner som inte har sådana resurser kan välja att vända sig till andra större kommuner där dessa resurser finns. Ockelbo kommun är ett sådant exempel.

Denna rapport beskriver hur punkter i stomnäten i Lingbo och Åmot mättes med nätverks-RTK, enligt Lantmäteriets rekommendationer. Syftet var att skapa lokala transformationssamband med restfelsmodeller. Detta som ett steg i processen med att byta referenssystem. Först genomfördes en inventering av stomnäten, eftersom den på förhand tillgängliga informationen var något bristfällig. Alla punkter som hittades och valdes ut för inmätning kunde dock inte mätas in.

Totalt mättes 20 punkter in, 10 stycken i Lingbo och 10 stycken i Åmot. Dessa punkter lades sedan in i Lantmäteriets programvara GTRANS, där de inpassades från de gamla kända koordinaterna till de nya inmätta koordinaterna för samma punkter, och transformationsparametrar skapades. Därefter gjordes en restfelsinterpolering. Syftet var att skapa transformationssamband med korrekationer baserat på restfelen mellan de inmätta punkternas koordinater och de kända punkternas koordinater, i det nya koordinatsystemet SWEREF 99 16 30. Slutligen transformerades båda stomnäten dels med restfelsmodellen inlagd och dels utan den.

Resultatet av denna studie visade att den genomsnittliga längden på restfelsvektorerna i de skapade restfelsmodellerna låg på ca 12 mm för Lingbo och ca 21 mm för Åmot. Vidare visade studien att precisionen var genomgående hög i mätningarna men att noggrannheten och riktigheten var låg vilket tyder på att det fanns ett systematiskt fel i dessa genomförda mätningar som kan bero på stomnätets kvalitet.

Slutsatser dragna var att de största deformationerna uppvisade stomnätet i Åmot. Vidare slutsatser var att stor vikt bör läggas på inventering av stomnät samt att ett par

kompletterande mätningar i vardera stomnät bör göras för att skapa säkrare restfelsmodeller. Ett test av de skapade restfelsmodellerna bör även göras.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Sverige byter referenssystem	1
1.1.1	Ockelbo byter referenssystem.....	2
1.2	Tidigare studier	2
1.3	Terminologi.....	3
1.3.1	Geodetiskt referenssystem	3
1.3.2	GNSS	5
1.3.3	RIX 95	5
1.3.4	Restfelsmodell	5
1.4	Syfte	6
2	Metod	7
2.1	Förberedelse och inventering av befintliga stornät	7
2.1.1	Lingbo.....	7
2.1.2	Åmot	7
2.2	Utrustning	8
2.2.1	Kontroll av utrustning.....	8
2.3	Mätning.....	9
2.3.1	RTK	9
2.3.2	Fältmätning	9
2.4	Beräkning.....	11
2.4.1	Framtagande av restfelsmodeller	12
2.5	Kvalitetstermer för mätningarna	13
2.5.1	Precision	13
2.5.2	Noggrannhet	13
2.5.3	Riktighet	14
3	Resultat.....	15
3.1	Mätresultat för Lingbo	15
3.2	Mätresultat för Åmot.....	16
3.3	Restfelsmodeller	16
4	Diskussion.....	20
4.1	Genomförande.....	20
4.2	Resultat	21
4.3	Slutsatser.....	22
5	Referenser.....	23

Bilagor	26
Bilaga A – Koordinatlista över kända koordinater	26
Bilaga B – Koordinatlista över beräknade koordinater.....	27
Bilaga C – Stomnätskarta över Lingbo i RT 90 2.5 gon V 0:-15	28
Bilaga D - Stomnätskarta över Åmot i RT 90 2.5 gon V 0:-15	29

1 Inledning

Sveriges kommuner är på många håll mitt uppe i, eller planerar att genomföra ett geodetiskt referenssystemsbyte i plan till det nya nationella systemet Swedish Reference Frame 1999 (SWEREF 99). Anledningen är bland annat att förenkla utbytet av geografisk information såväl inom som mellan kommuner.

Arbetet med att byta ett geodetiskt referenssystem är inte helt okomplicerat och kräver en hel del resurser så som mätningsteknisk personal, mätutrustning och kunskap om hur detta byte ska genomföras. Mindre kommuner som inte har dessa resurser kan därför vända sig till andra närliggande kommuner för hjälp med att genomföra ett referenssystemsbyte. Ockelbo kommun är ett sådant exempel.

Denna rapport beskriver hur inmätningar och beräkning av restfelsmodeller i delar av Ockelbo kommun genomförs inför deras kommande referenssystemsbyte i plan.

1.1 Sverige byter referenssystem

I maj 2001 introducerade Lantmäteriet ett nytt nationellt referenssystem, SWEREF 99, som ska ersätta det tidigare nationella systemet Rikets triangelnät 1990 (RT90) (Engberg och Lilje, 2002). SWEREF 99 är ett globalt tredimensionellt referenssystem, till skillnad från RT 90 som är ett tvådimensionellt system, och är den svenska realiseringen av European Terrestrial Reference System 89 (ETRS 89) (Lilje, 2004). SWEREF 99 definieras av de 21 grundläggande fasta referensstationerna för Global Navigation Satellite System (GNSS) i Sverige, kallat SWEPOS (Norin *et al.* 2008), samt de fasta referensstationerna för GNSS i Norge, Finland och Danmark (Engberg och Lilje, 2002).

I slutet av januari år 2007 övergick Lantmäteriet från RT90 till SWEREF 99 (Lantmäteriet, 2007). Sedan dess har ett antal kommuner genomfört byte från sina lokala referenssystem till SWEREF 99, bland annat Umeå kommun (Hegner och Engberg, 2008).

Anledningarna till att detta byte genomförs är för att det ska bli möjligt att använda GNSS i de lokala organisationerna på ett mer okomplicerat sätt, samt att informationsutbyten ska bli enklare att genomföra regionalt och nationellt om ett homogent referenssystem införs (Hegner och Engberg, 2008; Lilje, 2004). Därutöver är en tanke att ett sådant referenssystemsbyte på sikt ska möjliggöra ett enklare utbyte av

geografisk information inom hela Europa, t.ex. genom Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) (Lilje, 2004).

1.1.1 Ockelbo byter referenssystem

De som utför arbetet med att byta referenssystem i Ockelbo kommun är Gävle kommuns avdelning för Geografisk Information. Anledningen till att Gävle kommun utför arbetet är för att Ockelbo kommun inte har en egen mätavdelning. Tidigare sköttes all mätning i Ockelbo kommun av Lantmäteriet, men från och med år 2006 har Gävle kommun fått uppdraget att sköta all mätning. Gävle kommun utför även mätningar på uppdrag av Älvkarleby kommun (Larsson, 2009).

Vi fick en förfrågan av avdelningen för Geografisk Information på Gävle kommun om att som examensarbete påbörja mätningarna inför bytet av referenssystem i Ockelbo kommun.

Anledningen till att vi blev tillfrågade var för att Gävle kommun har begränsade resurser samt för att minska kostnaderna för Ockelbo kommun. Ett alternativ för Ockelbo kommun hade varit att hyra in ett konsultföretag för att genomföra mätningarna vilket hade medfört högre kostnader (Hånell, 2009).

Områdena i vilka inmätningar har genomförts är Lingbo och Åmot. Lingbo är en tätort med lite mer än 400 invånare (SCB, 2005) beläget ca 20 km norr om centralorten Ockelbo och Åmot är en tätort med ungefär 300 invånare (SCB, 2005) som ligger ca 20 km nordväst om Ockelbo. Dessa tillhör Ockelbo kommun, Gävleborgs län. Stomnäten i dessa områden består av ungefär 100 punkter i vardera nät och ligger båda i koordinatsystemet RT 90 2.5 gon V.

1.2 Tidigare studier

Lantmäteriet har givit ut 14 stycken infoblad och rapporter som är tänkta att fungera som rekommendation och handledning vid byte till SWEREF 99. Exempel på rapporter är ”Kokbok vid byte av geodetiskt referenssystem i en kommun” (Jansson, 2008) och ”Att ta fram en restfelsmodell” (Kempe och Lohász, 2008).

Hegner och Engberg (2008) har skrivit en rapport som beskriver Umeå kommuns övergång till SWEREF 99 som bland annat tar upp det faktum att vid användning av GNSS inom en kommun där det finns flera lokala referenssystem behövs

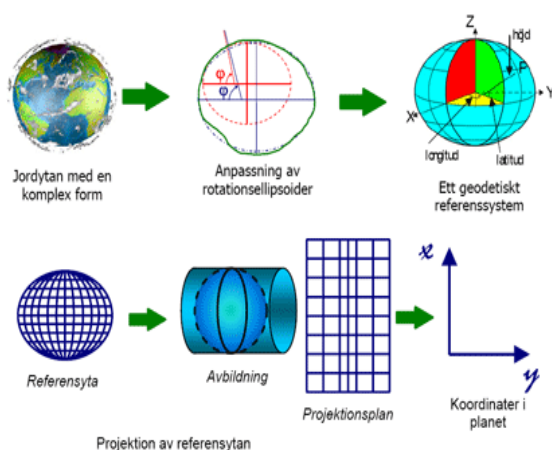
transformationssamband och att dessa försämrar noggrannheten på den inmätta informationen.

Utöver ovanstående finns det två stycken examensarbeten skrivna av studenter på Geomatikprogrammet på Högskolan i Gävle som även dessa behandlar övergången till ett nytt geodetiskt referenssystem. Det första examensarbetet (Johansson, 2008) beskriver inmätningen av passpunkter för en del av Sala kommun samt beräkningen av dess restfelsmodell och det andra examensarbetet (Edvardson och Karlsson, 2007) beskriver hur arbetet bör läggas upp vid införande av SWEREF 99, med en fallstudie av Gävle kommun, men syftar även till att andra kommuner och organisationer ska kunna använda denna rapport som handledning vid byte av geodetiskt referenssystem.

Gällande geodetiskt referenssystemsbyte på den internationella nivån har Cory *et al.* (2003) publicerat en tvådelad artikel i tidskriften ”Survey Review” där det finns beskrivet hur ett byte av referenssystem genomfördes på Irland. Ett annat exempel är från Mexico (Soler *et al.* 1996), där ett nätverk av fasta referensstationer för GPS etablerades för att knyta ett globalt geodetiskt referenssystem till landet. Den röda tråden i dessa artiklar är att det är viktigt att införa ett referenssystem som är globalt anpassat för att kunna dra full nytta av GNSS samt att all hantering av geografisk information kommer underlättas om den samlas i ett enda homogent referenssystem.

1.3 Terminologi

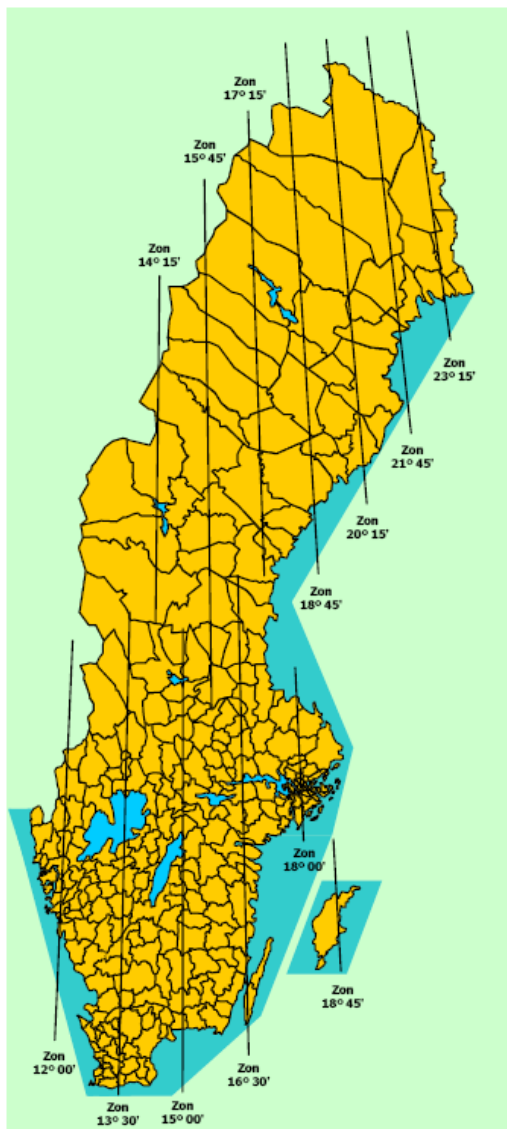
1.3.1 Geodetiskt referenssystem



Ett geodetiskt referenssystem består av punkter ingående i ett referensnät, dessa punkter är stabilt markerade och definierade genom geodetisk mätning. Ett stornät är ett exempel på ett referensnät (Lantmäteriet, 2009a).

Figur 1. Beskrivning av jordens yta till koordinater i planet. Källa: Lantmäteriet (2008a)

Vanligtvis talas det om tredimensionella referenssystem, exempelvis SWEREF 99 eller World Geodetic System 1984 (WGS 84), och tvådimensionella referenssystem, som RT 90. Därtill finns även referenssystem i höjd, Rikets Höjdnät 1970 (RH 70) är ett sådant exempel (Lantmäteriet, 2009b).



Figur 2. Projektionszoner i SWEREF 99 dd mm. Källa: Lantmäteriet (2008a)

För att möjliggöra plana koordinater, koordinatsystem, används en kartprojektion. En kartprojektion är enkelt förklarad ett försök att avbilda jordens approximerade form, ellipsoiden, på en plan yta (se figur 1). I Sverige används en transversal Mercatorprojektion för att göra detta. Med en kartprojektion följer alltid avbildningsfel och för att minska dessa i Sverige delas landet in i ett antal projektionszoner, exempelvis SWEREF 99 16 30 (se figur 2) (Lantmäteriet, 2008a).

Denna rapport fokuserar enbart på två- och tredimensionella geodetiska referenssystem och koordinatsystem tillkomna genom kartprojektion, i detta fall RT 90 2.5 gon V och SWEREF 99 16 30.

1.3.2 GNSS

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) är samlingsnamnet för satellitbaserade navigationssystem som exempelvis det amerikanska Global Positioning System (GPS) och det ryska Globaluaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS) (Lechner och Baumann, 2000). Fortsättningsvis i denna rapport kommer GNSS att hänvisa till GPS och GLONASS. Där GPS nämns är det enbart GPS som åsyftas.

1.3.3 RIX 95

RIX 95 var ett projekt genomfört av Lantmäteriet vilket syftade till att skapa lättillgängliga punkter för GNSS-mätning i kommunerna samt att bestämma goda transformationssamband mellan lokala koordinatsystem och nationella referenssystem, som RT 90 och SWEREF 99 (Lilje, 2004). Dessa punkter används även för att beräkna en första grov restfelsmodell inför övergång till SWEREF 99 (Jansson, 2008).

1.3.4 Restfelsmodell

I de lokala stornäten finns det oftast spänningar som kan bero på att stornäten har byggts på med hjälp av bättre punkter (punkter av högre ordning), breddats till ett större område eller att mindre lokala stornät slagits ihop till ett gemensamt stornät (Lantmäteriet, 2008b).

För att undvika att spänningar överförs till det nya referenssystemet görs en restfelsinterpolering, detta eftersom det inte är rimligt eller ens möjligt att mäta in varenda punkt i ett stornät. Genom att mäta in ett antal punkter i stornätet i ett referenssystem fritt från deformationer, SWEREF 99 exempelvis, och göra en inpassning från punkternas koordinater i det befintliga referenssystemet till de inmätta koordinaterna för samma punkt i det nya referenssystemet, erhålls ett transformationssamband. Sådana punkter som har koordinater kända i båda systemen kallas passpunkter. Med detta transformationssamband överförs de gamla kända koordinaterna till det nya systemet och en koordinatdifferens mellan de överförda och de inmätta koordinaterna för

passpunkterna erhålls. Denna koordinatdifferens är det så kallade restfelet. Ett antal passpunkter med restfel bildar en restfelsmodell. Med denna restfelsmodell kan sedan en restfelsinterpolering beräknas, exempelvis i Lantmäteriets programvara GTRANS (Lantmäteriet, 2008b).

I GTRANS används något som kallas optimal likvinklig interpolering som bygger på att trianglar, så kallade Delaunay-trianglar, bildas mellan passpunkterna med dess restfel (Jansson, 2008), sedan får övriga punkter inom dessa trianglar en korrektion baserat på restfelen i triangelns tre hörn (Lantmäteriet, 2008b).

1.4 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att genomföra mätningar i delar av stornäten i Ockelbo kommun inför bytet av referenssystem i plan från lokalt system till SWEREF 99 16 30. Inmätningar av punkter i det befintliga stornätet kommer att ske med GNSS i syfte att skapa passpunkter, dvs. punkter som är kända i båda systemen. Med dessa passpunkter ska restfelsmodeller samt lokala transformationssamband tas fram. Målsättningen är att det vi har gjort under detta examensarbete, tillsammans med fortsatta inmätningar, i slutändan ska bidra till Ockelbo kommuns övergång till SWEREF 99 16 30.

2 Metod

2.1 Förberedelse och inventering av befintliga stomnät

2.1.1 Lingbo

Innan mätningarna i Lingbo påbörjades valdes lämpliga punkter för inmätning ut, genom att studera det befintliga stomnätet i Lingbo ur kartmaterial från Gävle kommun (se bilaga C). Enligt Kempe och Lohász (2008) behövs ca 3-6 punkter som täcker in stomnätet i ett område som är glesbebyggt, vilket Lingbo och Åmot kan anses vara. I samråd med Gävle kommun beslutades dock att ca 10-15 punkter skulle mätas in där merparten av punkterna skulle ligga i de mest tätbebyggda delarna av orterna och de övriga för att täcka in hela området.

Under fältinventeringen, som i detta fall gjordes parallellt med inmätningarna, visade det sig att väldigt få punkter hade brickor som visar riktning och avstånd till punkten uppsatta på stolpar, rör och liknande. På grund av detta fick återfinning av punkterna göras med hjälp av GPS-utrustningen, i vilken punkternas koordinater hade lagts in. Vissa punkter var väl synliga medan andra var tvungna att letas fram med metaldetektor och grävas upp. En del tänkta punkter fick snabbt uteslutas på grund av dålig sikt, det vill säga mycket skog runtomkring och andra sikthinder så som byggnader och liknande, men även för att de var bortgrävda, överasfalterade, sneda eller på annat sätt skadade. Tillslut bestämde vi att 12 stycken punkter skulle användas, varav en var en så kallad RIX 95-punkt.

2.1.2 Åmot

Efter att inmätningarna i Lingbo gjorts, genomfördes en fältinventering inför inmätning av stom- och RIX 95-punkter i Åmot. Utgångspunkterna, 15 stycken, hade i förväg valts ut ifrån kartmaterial (se bilaga D) tillgängligt från Gävle kommun. Punkterna valdes ut i syfte att täcka in hela området på ett bra sätt och för att vara jämnt fördelade inne i själva området. En tanke var också att försöka välja punkter som kunde tänkas ligga någorlunda öppet.

I likhet med Lingbo fanns inga punktbeskrivningar tillgängliga utan enbart koordinater för punkterna. Dock visade det sig att i Åmot, till skillnad från Lingbo, fanns det i stor utsträckning kvar brickor på stolpar, rör och liknande som visar riktning och längd till punkterna. En del punkter var dock skadade eller belägna på sådana ställen där det bedömdes att mätning ej kunde genomföras.

Efter genomförd fältinventering beslutades det att 15 punkter fanns tillgängliga och var lämpliga för inmätning.

2.2 Utrustning

Den utrustning som användes vid mätningarna i Lingbo var en Leica SR 530 tvåfrekvensmottagare för GPS med AT502-antenn och fältdatorn TR500.

Denna var utrustad med ett GSM-modem anslutet till mottagaren för att möjliggöra användning av SWEPOS nätverks-RTK-tjänst.

I Åmot användes en GNSS-mottagare av typen Trimble R8 – model 2 med fältdatorn Trimble TCS2. I denna utrustning satt GSM-modemet och själva mottagaren inbyggt i antennen. Till båda dessa utrustningar användes en trefot med optiskt lod och stativ.

Vid inmätning med nätverks-RTK har Trimble R8 – model 2 en noggrannhet (RMS) på ± 10 mm i plan. Dessa värden kan påverkas av tillgången på satelliter samt av fri sikt mot satelliterna (Trimble, 2009). Leica SR 530 har enligt tillverkarens uppgifter en noggrannhet (RMS) på ± 5 mm i plan vid stillastående RTK-mätning (Leica, 2009).

2.2.1 Kontroll av utrustning

Innan mätningarna påbörjades gjordes en kontroll av utrustningen för att bl.a. reducera systematiska fel, dvs. fel som kan uppstå vid felaktigt kalibrerade instrument.

All mätning skedde med tvångscentrering över känd punkt, dvs. att ett stativ med en trefot med optiskt lod placerades över de punkter som mättes. För att kontrollera att det optiska lodet i trefoten var rätt kalibrerat gjordes en kontroll där ett stativ med trefoten monterad ställdes upp på en så plan yta som möjligt och horisonterades.

Trefotens position på stativet markerades med en penna och därefter placerades ett papper under stativet på vilket det optiska lodets position markerades med en punkt, därefter

vreds trefoten 120 grader och proceduren upprepades. Detta gjordes sedan en gång till och resultatet blev tre punkter på pappret som bildade en triangel med sidor på ca 2 mm. Mittan av triangeln markerades och det optiska lodet justerades in så det hamnade mitt i denna markering.

Stativen kontrollerades genom att se till att skruvarna på stativbenen inte satt löst samt att det inte var några övriga skador eller fel på dem.

2.3 Mätning

2.3.1 RTK

Mätmetoden Real Time Kinematic (RTK) innebär bärvågsmätning i realtid med centimeternoggrannhet. En referensmottagare etableras över en känd punkt och skickar ut bärvågsdata till den rörliga mottagaren. För att periodobekanta ska lösas (antalet hela våglängder mellan satellit och den rörliga mottagaren) (Lantmäteriet, 2009) måste den rörliga mottagaren initialiseras. Lösningen som erhålls kallas för fixlösning. Initialiseringstiden kan ta allt från ett par sekunder till ett par minuter. Kommunikationen mellan referensstationerna och den rörliga mottagaren sker genom radiokommunikation (Lilje *et al.* 2007).

Nätverks-RTK är en vidareutveckling av RTK som bygger på att flera fasta referensstationer för GNSS används (Lilje *et al.* 2007). Dessa referensstationer skickar korrektioner till den rörliga mottagaren i realtid (Norin *et al.* 2008). Kommunikationen mellan referensstationerna och den rörliga mottagaren sker genom GSM eller GPRS (Lilje *et al.* 2007).

Vid användning av nätverks-RTK kan en noggrannhet på centimeternivå uppnås på avstånd upp till 70 km eftersom att täckningsområdet blir större vid nätverks-RTK jämfört med enkelstations-RTK (Lilje *et al.* 2007).

2.3.2 Fältmätning

Mätningarna genomfördes med nätverks-RTK enligt Lantmäteriets råd för förhöjd nivå 2 (Norin *et al.* 2008) vilket rekommenderas av Kempe och Lohász (2008). I tabell 1 redovisas de råd som följdes.

Tabell 1. Råd för förhöjd nivå 2 vid inmätning av passpunkter i syfte att skapa restfelsmodeller.

Parametrar	Råd (Förhöjd nivå 2)
Antal satelliter (GPS)	Minst 7 stycken
Satellitgeometri	Maximalt PDOP* 2
Sikthinder	Till 90% fri sikt ner till 15 graders elevationsgräns
Antennhöjden	Maximal höjd=2m, användning av stativ med tvångscentrering
Observationsintervall	Måste vara minst 1 sekund
Fixlösning	Ej fix inom 1 min, ominitialisering
Antal mätningar	Minst 10 stycken per uppställning
Initialiseringar	Mellan varje observation
Antal uppställningar på en punkt	2 stycken
Tid mellan uppställningarna per punkt	Minst 45 minuter
Medeltalsbildning av observationer	Medeltal av 30 observationer med minst 1 s mellan varje observation
*Position Dilution of Precision	

Mätförfarandet gick till enligt följande:

1. Stativet ställdes upp och horisonterades över känd punkt och centrerades med trefoten. Antennen monterades sedan på trefoten (se figur 3).
2. Mottagaren slogs på och ett nytt jobb med punktens namn och aktuell mätserie skapades, exempelvis 21001a.
3. Mottagaren anslöts till SWEPOS nätverks-RTK-tjänst via GSM-modemet.
4. När fixlösning erhållits kunde en mätning på den aktuella punkten genomföras som ett medeltal av 30 observationer.
5. Antennen skärmades av för att mottagaren skulle tappa fixlösningen och påbörja ominitialisering.
6. Om fixlösning erhållits inom en minut upprepades steg 4, annars upprepades steg 5.
7. Sedan upprepades steg 4 och 5 tills 10 mätningar på den aktuella punkten hade genomförts.
8. Det aktuella jobbet granskades så att alla mätningar blivit lagrade.
9. Mottagaren kopplades ner från SWEPOS nätverks-RTK-tjänst och slogs sedan av.



Figur 3. Uppställning över känd punkt med tvångscentrering.

Ovanstående mätförfarande genomfördes två gånger på varje punkt med minst 45 minuter mellan mätningarna.

Centreringen samt libellen på trefoten kontrollerades kontinuerligt under inmätningarna för att säkerställa att uppställningen var stabil. Elevationsmask var inställd till 10 grader för Leica SR 530 och 13 grader för Trimble R8. Alla punkter mättes i koordinatsystemet RT90 2.5 gon V 0:-15, med de av Lantmäteriet framtagna parametrarna för transformation mellan SWEREF 99 och RT 90 inlagda i utrustningarna. Detta för att en jämförelse mellan de sanna (kända) koordinaterna och de beräknade (inmätta) koordinaterna för punkterna i stomnätet skulle kunna utföras.

Vissa på förhand utvalda punkter fick uteslutas efter upprepade misslyckade inmätningförsök och slutligen mättes 20 punkter allt som allt, 10 stycken i Lingbo och 10 stycken i Åmot. Ett antal punkter i Lingbo hade fler än 10 mätningar per mätserie, detta på grund av att satellitantalet var lågt under några mätningar, dvs. under 7 stycken.

2.4 Beräkning

Efter genomförd fältmätning tömdes respektive utrustning på data. För mätningarna gjorda med Leica SR530 behövdes programvaran Leica GeoOffice 7.0 för att importera mätningfilerna i rådataformat och sedan därifrån exportera ut dem till textfiler. Med Trimble R8 krävdes ingen särskild programvara utan mätningarna exporterades direkt från fältdatorn TCS2 till textfiler via ett USB-minne.

I båda fallen exporterades mätningarna dels i SWEREF 99 latitud longitud, som erhålls vid användning av SWEPOS nätverks-RTK-tjänst (Norin *et al.* 2007), och dels i RT 90 2.5 gon V 0:-15.

Därefter beräknades ett medelvärde fram av mätserie A och B för samtliga inmätta punkter i Lingbo och Åmot.

Även precision, noggrannhet och riktighet (se stycke 2.5) beräknades mellan de mätta och kända koordinaterna i RT 90 2.5 gon V 0:-15 för samtliga mätningar (se stycke 3.1, tabell 2 och stycke 3.2, tabell 3) för att få en slags kontroll över hur bra själva mätningarna var.

2.4.1 Framtagande av restfelsmodeller

Alla beräknade medelvärden sparades i en så kallad K-fil (se bilaga B) som Lantmäteriets programvara GTRANS använder sig av. En K-fil med de kända koordinaterna (se bilaga A) skapades ur Gävle kommuns databaser över stornäten i Lingbo och Åmot. I GTRANS transformerades därefter de beräknade punkternas medelvärden från SWEREF 99 latitud longitud till SWEREF 99 16 30, vilket är den projektionszon Ockelbo kommun är belägen i.

Sedan utfördes en 2D Helmertinpassning, dvs. en inpassning i plan, med hjälp av funktionen GPASS i GTRANS, från de sanna koordinaterna belägna i det lokala systemet RT 90 2.5 gon V 0:-15 till de mätta koordinaterna i SWEREF 99 16 30. Detta gjordes för Åmot och Lingbo separat. Ur detta inpassningsförfarande erhöles dels transformationsparametrar, dvs. translationer, vridning och skalfaktor, och dels restfel mellan passpunkterna i det lokala systemet och SWEREF 99 16 30.

Från dessa restfel skapades sedan restfelsmodeller med hjälp av funktionen TRIAD i GTRANS. När detta gjorts erhöles två transformationssamband, ett med den skapade restfelsmodellen och ett utan denna modell.

För att möjliggöra en kontroll av de skapade restfelsmodellernas inverkan så transformerades stornäten i Lingbo och Åmot med de två erhållna transformationssambanden var för sig.

2.5 Kvalitetstermer för mätningarna

2.5.1 Precision

Precisionen, eller standardavvikelsen, anger hur mycket mätningarna sprider sig kring mätseriens medelvärde (HMK-Ge:S, 1993). Beräkning av standardavvikelse görs enligt (1) och den radiella standardavvikelsen enligt (2):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Där x är varje punkts värde, \bar{x} är mätseriens medelvärde och n är antalet mätningar i mätserien.

$$s_{xy}^2 = s_x^2 + s_y^2 \quad (2)$$

Där s_x är mätningarnas standardavvikelse i x-led och s_y är mätningarnas standardavvikelse i y-led.

2.5.2 Noggrannhet

Noggrannheten, även benämnt som Root Mean Square error (RMS) eller kvadratisk medelvärde (Johansson och Persson, 2008), anger hur mycket mätningarna sprider sig kring det sanna värdet (HMK-Ge:S, 1993) och beräknas enligt (3) och den radiella noggrannheten enligt (4):

$$\hat{s} = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon^2}{n}} \quad (3)$$

Där ε är skillnaden mellan mätt och sant värde och n är antal mätningar i mätserien.

$$\hat{s}_{xy}^2 = \hat{s}_x^2 + \hat{s}_y^2 \quad (4)$$

Där \hat{s}_x är mätningarnas noggrannhet i x-led och \hat{s}_y är mätningarnas noggrannhet i y-led.

2.5.3 Riktighet

Riktigheten anger mätningarnas medelavvikelse från det sanna värdet (HMK-Ge:S, 1993) och beräknas enligt (5) och den radiella medelavvikelsen enligt (6):

$$m = \frac{\sum \varepsilon}{n} \quad (5)$$

Där ε är skillnaden mellan mätt och sant värde och n antal mätningar.

$$m_{xy}^2 = m_x^2 + m_y^2 \quad (6)$$

Där m_x är mätningarnas medelavvikelse i x-led och m_y är mätningarnas medelavvikelse i y-led.

3 Resultat

3.1 Mätresultat för Lingbo

Tabell 2. Radiell precision, noggrannhet och riktighet för mätningarna angivet i meter.

Punktnr	Mätserie	Precision (Std.avvikelse)	Noggrannhet (RMS)	Riktighet (Medelavvikelse)
21001	A	± 0,005	± 0,027	± 0,026
21001	B	± 0,004	± 0,009	± 0,009
21017	A	± 0,007	± 0,023	± 0,022
21017	B	± 0,007	± 0,034	± 0,033
21023	A	± 0,013	± 0,028	± 0,026
21023	B	± 0,019	± 0,041	± 0,037
21027	A	± 0,007	± 0,041	± 0,040
21027	B	± 0,006	± 0,040	± 0,040
21034	A	± 0,007	± 0,032	± 0,031
21034	B	± 0,006	± 0,028	± 0,027
22007	A	± 0,009	± 0,028	± 0,027
22007	B	± 0,006	± 0,035	± 0,034
22009	A	± 0,004	± 0,041	± 0,041
22009	B	± 0,004	± 0,037	± 0,037
22013	A	± 0,006	± 0,023	± 0,022
22013	B	± 0,006	± 0,030	± 0,030
22022	A	± 0,006	± 0,035	± 0,034
22022	B	± 0,006	± 0,031	± 0,031
1463990	A	± 0,010	± 0,020	± 0,017
1463990	B	± 0,006	± 0,008	± 0,005
Medel	Samtliga	± 0,0072	± 0,0296	± 0,0285
Medel	Samtliga A	± 0,0075	± 0,0297	± 0,0286
Medel	Samtliga B	± 0,0069	± 0,0294	± 0,0284

Mätningarna håller överlag en hög precision förutom på punkten 21023. Noggrannheten och riktigheten ligger väldigt nära varandra i majoriteten av mätningarna. Bäst noggrannhet och riktighet uppnåddes på punkten 1463990, mätserie B, som är en RIX 95-punkt. Att mätningarna har hög precision men låg noggrannhet tyder på ett systematiskt fel (Eriksson och Hedlund, 2005).

3.2 Mätresultat för Åmot

Tabell 3. Radiell precision, noggrannhet och riktighet för mätningarna angivet i meter.

Punktnr	Mätserie	Precision (Std.avvikelse)	Noggrannhet (RMS)	Riktighet (Medelavvikelse)
31009	A	± 0,015	± 0,017	± 0,053
31009	B	± 0,015	± 0,013	± 0,039
31012	A	± 0,007	± 0,012	± 0,038
31012	B	± 0,010	± 0,012	± 0,038
31017	A	± 0,006	± 0,006	± 0,017
31017	B	± 0,006	± 0,007	± 0,022
31025	A	± 0,008	± 0,029	± 0,090
31025	B	± 0,014	± 0,029	± 0,092
31026	A	± 0,006	± 0,013	± 0,041
31026	B	± 0,007	± 0,013	± 0,039
31027	A	± 0,005	± 0,011	± 0,036
31027	B	± 0,004	± 0,015	± 0,048
31033	A	± 0,011	± 0,018	± 0,056
31033	B	± 0,007	± 0,020	± 0,064
31065	A	± 0,006	± 0,014	± 0,043
31065	B	± 0,008	± 0,011	± 0,033
32029	A	± 0,004	± 0,012	± 0,038
32029	B	± 0,007	± 0,013	± 0,041
1462690	A	± 0,008	± 0,004	± 0,011
1462690	B	± 0,005	± 0,002	± 0,004
Medel	Samtliga	± 0,0080	± 0,0136	± 0,0422
Medel	Samtliga A	± 0,0076	± 0,0137	± 0,0424
Medel	Samtliga B	± 0,0084	± 0,0136	± 0,0420

Mätningarna håller även här en hög precision, dock något sämre än de i Lingbo mätta punkterna. Noggrannheten är betydligt bättre än i Lingbo medan riktigheten är signifikant sämre. Även här uppnåddes den bästa noggrannheten och riktigheten på en RIX 95-punkt; 1462690, mätserie B.

3.3 Restfelsmodeller

Analysen av de skapade restfelsmodellerna för Lingbo (se figur 4) och Åmot (se figur 5) visar att de största restfelsvektorerna finns i stomnätet i Åmot (se tabell 5) där den genomsnittliga vektorlängden är ungefär 21 mm, jämfört med Lingbo (se tabell 4) där längden på restfelsvektorerna ligger omkring 12 mm. Åmot har även störst grundmedelfel på ca 21 mm i jämförelse med Lingbo där grundmedelfelet ligger runt 12 mm.

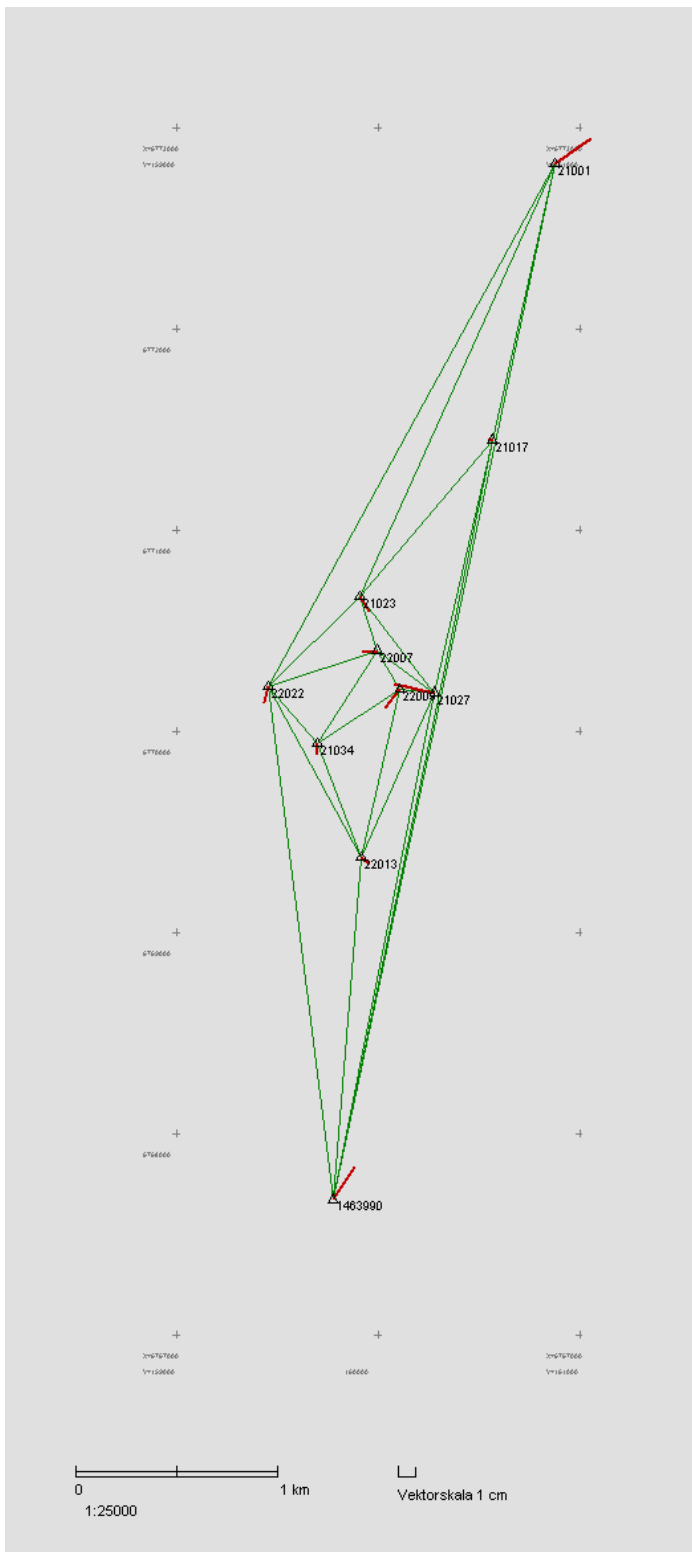
Tendensen i Lingbo är att de flesta restfelsvektorerna ligger i en syd-sydvästlig eller syd-sydöstlig riktning, förutom punkt 21001 och 1463990 som har en nordöstlig riktning på restfelsvektorerna. I Åmot finns inte riktigt något tydligt mönster utan restfelsvektorerna ligger i olika riktningar.

Tabell 4. Restfel i x- och y-led samt vektorlängd för Lingbo angivet i meter.

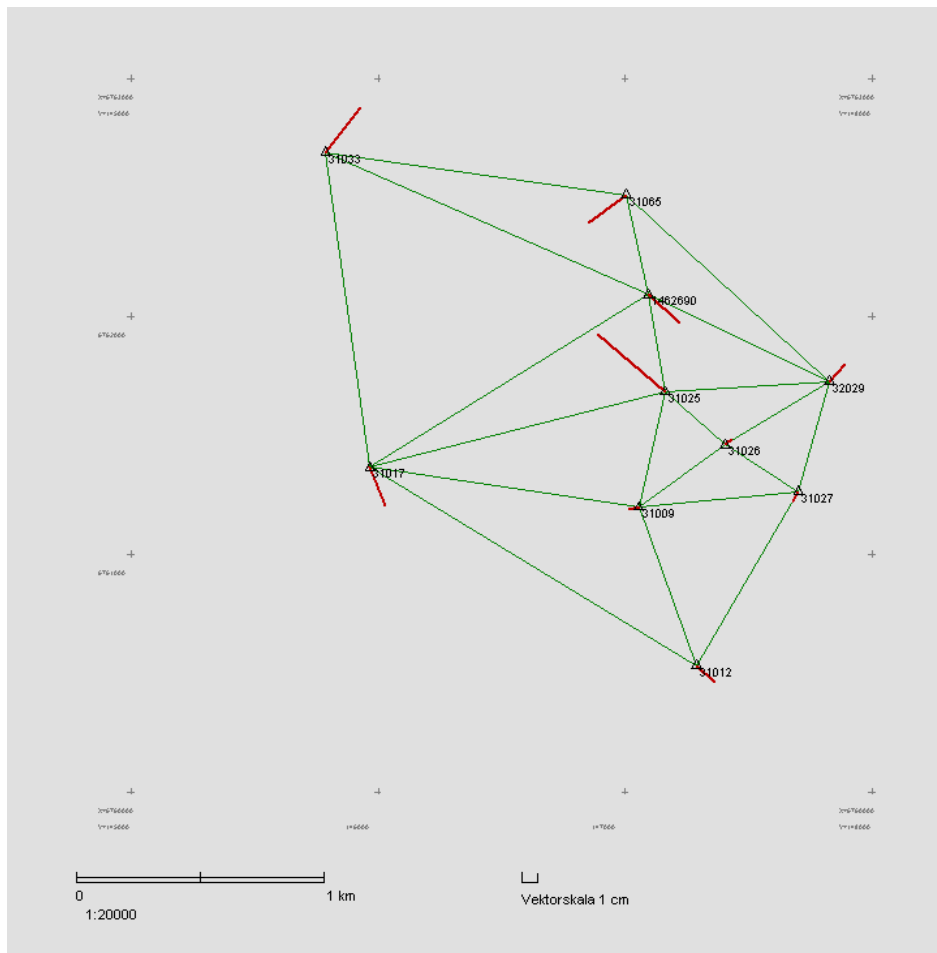
Pnr	x	y	Vektorlängd
21001	-0,015	-0,022	0,026
21017	0,000	0,002	0,002
21023	0,008	-0,005	0,010
21027	-0,005	0,024	0,024
21034	0,007	0,000	0,007
22007	0,001	0,009	0,009
22009	0,011	0,009	0,014
22013	0,004	-0,005	0,007
22022	0,010	0,002	0,010
1463990	-0,019	-0,013	0,023
Medel	0,008	0,009	0,012

Tabell 5. Restfel i x- och y-led samt vektorlängd för Åmot angivet i meter.

Pnr	x	y	Vektorlängd
31009	0,002	0,006	0,006
31012	0,011	-0,011	0,016
31017	0,024	-0,009	0,026
31025	-0,036	0,041	0,055
31026	-0,003	-0,004	0,005
31027	0,007	0,003	0,008
31033	-0,028	-0,021	0,035
31065	0,017	0,023	0,029
32029	-0,011	-0,010	0,015
1462690	0,018	-0,019	0,026
Medel	0,015	0,015	0,021



Figur 4. Restfelsmodell över Lingbo med passpunkter (svarta trianglar), restfelsvektorer (röda streck) och Delaunay-trianglar (gröna trianglar).



Figur 5. Restfelsesmodell över Åmot med passpunkter (svarta trianglar), restfelsesvektorer (röda streck) och Delaunay-trianglar (gröna trianglar).

4 Diskussion

4.1 Genomförande

Genomförandet av detta projekt tog längre tid än väntat. Det som var mest tidskrävande var sökandet av punkter för inmätning i och med dålig lokalkännedom, inga befintliga punktskisser och dålig markering ute på fältet, Johansson (2008) beskriver liknande problem. Ett annat problem var att många tänkta passpunkter, där de yttre förhållandena hade tillåtit mätningar, var skadade på något sätt. Andra punkter fick då väljas vilket bidrog till att ännu mer tid gick till spillo. Känslan blev till slut att ”vi mäter det som finns” och fördelningen av passpunkter samt kvaliteten på dessa blev inte den bästa. Detta gäller främst för Lingbo, som var det område som mättes först.

I Åmot hade vi en lite annorlunda strategi där vi först åsidosatte en hel dag enbart för att söka punkter. Detta till skillnad från Lingbo där vi var lite för angelägna om att påbörja inmätningarna, så mätningar och letande av punkter skedde parallellt. Den strategi vi använde oss av i Åmot var mer effektiv, även om alla punkter vi hittade och bedömde som lämpliga för inmätning inte gick att mäta. En rekommendation för vidare inmätningar i områden där information om stomnätet saknas eller är bristfällig är att avsätta ett par dagar för att inventera hela eller stora delar av stomnätet, beroende på vilken omfattning det har. Därefter planeras det vilka punkter som skall mätas in, då uppnås en bättre uppfattning om hur de yttre omständigheterna är, punkter som verkar skadade kan undvikas i första hand och inmätning kan sedan ske på ett mer effektivt sätt.

När inmätning sker med GPS eller GNSS, som i detta fall, så styr satelliterna arbetet till stor del. Vissa tidpunkter är det ett lägre antal satelliter, det vill säga under sju stycken GPS-satelliter, vilket gör att inmätning inte bör ske. Därför är det bra att använda sig av SWEPOS tjänst för satellitpredikationer i samband med planeringen av inmätningen. Därmed kan mätning ske när det är god satellittillgång. Värt att nämna är även skillnaderna i initialiseringstid mellan de två olika utrustningarna som användes. Vi upplevde att GNSS-utrustningen, Trimble R8, hade en kortare initialiseringstid än Leica SR 530. Detta konstateras även av Eriksson och Hedlund (2005) som bland annat har tittat på skillnader i initialiseringstider mellan GPS och GNSS i sin studie. Detta faktum gjorde att inmätningarna i Lingbo tog längre tid att genomföra jämfört med Åmot. För att öka noggrannheten i mätningarna hade snabb statisk GNSS- eller GPS-mätning kunnat användas men det är mer resurskrävande och fordrar tillgång till flera GPS- eller GNSS-

utrustningar, minst fyra, samt datorprogram med efterberäkningsmöjligheter (Kempe och Lohász, 2008).

4.2 Resultat

Kvalitetskontrollerna av mätningarna indikerar att det finns ett systematiskt fel. Vad detta beror på är svårt att säga, det kan bero på brister i stomnätet. En annan detalj med mätningarna är att precisionen är något bättre för mätningarna gjorda med Leica SR 530, jämfört med mätningar gjorda med Trimble R8, men noggrannheten är något sämre. Om detta har någonting med att en annan elevationsmask var inställd för Leica SR 530 låter vi vara osagt. Hur mycket omgivningarna påverkat mätningarna är också svårt att säga, men det är väldigt likvärdig miljö som omger de båda områdena.

Att restfelen i de nordligaste och sydligaste punkterna, 21001 och 1463990, i Lingbo blev så stora beror antagligen på att de punkterna har längst avstånd till övriga passpunkter. Fler punkter mellan dessa och de övriga punkterna bör mätas in. Även i Åmot existerar detta fenomen på punkten 31033, den punkten kan även vara skadad eftersom ingen däcksel fanns kvar. Vidare verkar punkten 31025 vara skadad eftersom övriga punkter inom ca 500 meter uppvisar väldigt små restfel. Deformationerna i dessa stomnät kan bero på mätfel när stomnäten skapades eller naturliga faktorer så som sättningar i marken och liknande. Att de dessutom uppvisar restfel i olika riktningar kan vara på grund av att delar av stomnäten är olika gamla. Detta är enbart spekulationer från vår sida och några konkreta svar på varför det ser ut som det gör kan vi ej ge. Sammanfattningsvis efter genomförd analys av de två olika stomnäten så är Lingbo mindre deformerat än Åmot enligt vad resultaten visar.

I jämförelse med en liknande studie (Johansson, 2008) kan det konstateras att de restfel som finns inom stomnäten i Lingbo och Åmot är nästan genomgående mindre än de i Johansson (2008) beräknade restfelen. Inga vidare slutsatser kan dras av detta, men det är en intressant jämförelse.

En nackdel med våra restfelsmodeller är att de inte täcker in hela stomnäten, men det förklaras av att det helt enkelt inte varit möjligt att mäta in vissa punkter med GPS eller GNSS som hade behövts för detta ändamål. En tanke kan vara att hitta ett ställe, i närheten av en stompunkt, där de yttre förhållandena tillåter inmätning med GPS eller GNSS och mäta med nätverks-RTK enligt förhöjd nivå 2 och sedan från denna position

mäta in stompunkten med totalstation. Dock tappas noggrannheten en del då fler moment bidrar till felfortplantning, dvs. fler uppställningar, fler centreringar, inriktningsfel, fel i avståndsmätaren på totalstationen och så vidare.

För att följa upp vår studie bör ett test göras av de framtagna restfelsmodellerna. Ett sådant test kan enligt Kempe och Lohász (2008) vara att mäta in en detalj som ligger inom restfelsmodellen, en stompunkt förslagsvis, i SWEREF 99 16 30 och sedan jämföra dessa koordinater med de transformerade koordinaterna som nämns i slutet av stycke 2.4.2. Eller så kan annan koordinatbestämd information transformeras med de framtagna restfelsmodellerna, exempelvis fastighetsgränser kan vara av stor vikt att mäta in och jämföra med transformerade koordinater.

4.3 Slutsatser

En viktig detalj vid genomförandet av ett projekt som det beskrivna i denna rapport, är planeringen och själva stomnätsinventeringen. Har detta genomförts på ett bra sätt underlättas mätprocessen mycket.

De slutsatser som vi kan dra från mätningarna samt beräkningen av restfelsmodeller är att stomnätet i Lingbo verkar mindre deformerat än stomnätet i Åmot. Dock bör ett par kompletterande mätningar göras i Lingbo och Åmot för att förtäta och uppnå en säkrare restfelsmodell.

Slutligen bör även ett test göras av de av oss framtagna restfelsmodellerna för att se hur pass bra de är.

5 Referenser

Cory M. J., Greenway I. C., och Hill C.J. (2003) "GPS Compatible Positioning in Ireland" (Part 1) Survey Review Vol. 37, No. 290, October 2003, pp.294-307 (Part 2) Survey Review Vol. 37, No. 291, January 2004, pp. 377-395

Edvardson, K. och Karlsson, M. (2007) "Byte från lokalt referenssystem till SWEREF 99 - fallstudie Gävle", Examensarbete på C-nivå, Högskolan i Gävle

Eriksson, M. och Hedlund, G. (2005) "Satellitpositionering med GPS och GPS/GLONASS", Lantmäteriet, Gävle

Hegner, K. och Enberg, L E. (2008) "Advantages when Changing to a Nationwide Reference System – Experiences from Umeå, a Municipality in Northern Sweden" FIG Working Week, Stockholm, Sweden, June 14-19, 2008

Hånell, A. (2009) Gävle kommun. Muntlig referens

Jansson, P. (2008) "Kokbok vid byte av geodetiskt referenssystem i en kommun", Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, Stockholm

Johansson, D. och Persson, S. (2008) "Kommunikationsalternativ för nätverks-RTK – virtuell referensstation kontra nätverksmeddelande", Examensarbete på C-nivå, Högskolan i Gävle

Johansson, E. (2008) "Inmätning och beräkning av restfelsmodell i plan för delar av Sala kommun", Examensarbete på B-nivå, Högskolan i Gävle

Kempe, T. och Lohász, G. (2008) "Att ta fram en restfelsmodell", Lantmäteriet, Gävle

Lantmäteriet. (2008a) INFOBLAD N: O 1 "Nya referenssystem", Enhetligt Geodetiskt referenssystem Lantmäteriet, Gävle

Lantmäteriet. (2008b) INFOBLAD N: O 6 "Korrektion med restfelsinterpolering", Enhetligt Geodetiskt referenssystem Lantmäteriet, Gävle

Lantmäteriet. (2007) SWEREF 99 införs i Lantmäteriets grunddatabaser
http://www.lantmateriet.com/templates/LMV_NewsPage.aspx?id=12216
(Elektroniskt tillgänglig: 2009-05-07)

Lantmäteriet. (2009a) Ordlista: Periodobekanta
http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=3244
(Elektroniskt tillgänglig: 2009-05-23)

Lantmäteriet. (2009b) Referenssystem
http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Entrance.aspx?id=3314
(Elektroniskt tillgänglig: 2009-05-28)

HMK-Ge:S. (1993) *Handbok till mätningsskuggörelsen, Geodesi Stommätning*. Gävle:
Lantmäteriverket

Larsson, E. (2009) Gävle kommun. Muntlig referens.

Lechner, W. och Baumann, S. (2000) ”*Global navigation satellite systems*”, *Computers and Electronics in Agriculture* 25,(2000) pp. 67-85

Leica (2009) Leica SR 530
http://www.leica-geosystems.no/media/new/product_solution/Brosjyre_SR530.pdf
(Elektroniskt tillgänglig: 2009-05-19)

Lilje, M. (2004) ”*Changing the Geodetic Infrastructure*”, FIG Working Week, Athens, Greece, May 22-27, 2004

Lilje, C., Engfelt, A., och Jivall, L. (2007) ”*Introduktion till GNSS*”, Lantmäteriet, Gävle

Norin D., Jonsson, B., och Wiklund. P. (2008) ”*SWEPOST™ and its GNSS-based Positioning Services*”, FIG Working Week, Stockholm, June 14-19, 2008

Norin, D., Engfeldt, A., Johansson, D. och Lilje, C. (2007) ”*Kortmanual för mätning med SWEPOS Nätverks-RTK-tjänst*”, Utgåva 2, Lantmäteriet, Gävle

SCB. (2005) Statistiska Centralbyrån www.scb.se

(Elektroniskt tillgänglig: 2009-05-21)

Soler, T. och Álvares-Garcia, G. (1996) "GPS High Accuracy Geodetic Networks in Mexico", Journal of Surveying Engineering, Vol. 122, No. 2, May 1996, pp. 80-94

Trimble. (2009) Trimble R8 GNSS-mottagare

http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-145109/022543-079H-S_TrimbleR8GNSS_DS_0309_LR.pdf

(Elektroniskt tillgänglig: 2009-05-19)

Bilagor

Bilaga A – Koordinatlista över kända koordinater

K-FIL \\HIG-AD\STUDENT\HOMES\MÄTNINGAR EXJOB\RAPPORT +
KOORDINATER\Amot.K 2009-05-12

/

SYSTEM RT 90 2.5 GON V 0:-15

/

XY

31009	6760735.633	1534698.155
31012	6760071.692	1534937.989
31017	6760891.026	1533609.425
31025	6761222.766	1534800.962
31026	6761001.628	1535046.256
31027	6760807.512	1535344.530
31033	6762215.603	1533416.585
31065	6762048.892	1534632.869
32029	6761273.384	1535464.093
1462690	6761630.437	1534727.929

/

SLUT

K-FIL \\HIG-AD\STUDENT\HOMES\MÄTNINGAR EXJOB\RAPPORT +
KOORDINATER\LINGBO.K 2009-05-12

/

SYSTEM RT 90 2.5 GON V 0:-15

/

XY

21001	6772505.872	1548396.714
21017	6771130.557	1548099.946
21023	6770344.794	1547453.442
21027	6769871.331	1547829.815
21034	6769612.103	1547249.008
22007	6770078.727	1547540.860
22009	6769887.566	1547657.706
22013	6769049.803	1547471.257
22022	6769893.558	1547001.237
1463990	6767349.138	1547350.241

/

SLUT

Bilaga B – Koordinatlista över beräknade koordinater

KFIL

Amot medelvarde matta

/

SYSTEM SWEREF 99 lat long/

PUNKTER

31009	60.961436623	16.4456063455	170.02155
31012	60.9554574775	16.449913015	176.3097
31017	60.962924776	16.4255380335	187.2373
31025	60.9657993	16.4475913665	176.60415
31026	60.963792958	16.452080157	174.7713
31027	60.96202443	16.457550294	182.01915
31033	60.97482789	16.42220866	188.17865
31065	60.9732269265	16.444637331	201.0306
32029	60.966194458	16.459843286	191.5589
1462690	60.969463528	16.4463178305	185.0268

/

STOP

KFIL

Lingbo medelvarde matta

/

SYSTEM SWEREF 99 lat long/

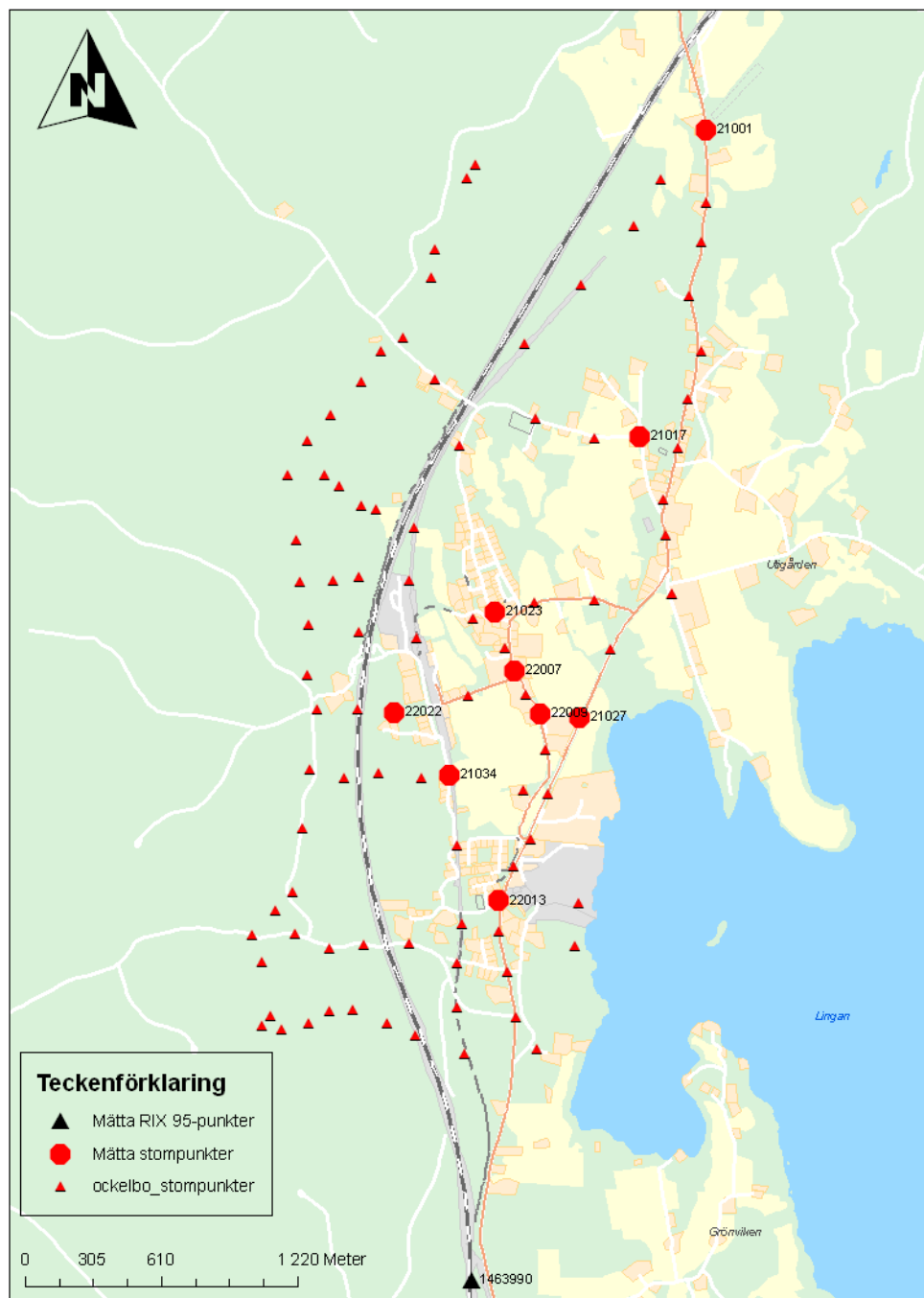
PUNKTER

21001	61.0656159951364	16.7014130431818	130.548818181818
21017	61.0533113358182	16.6955712073447	127.120935606061
21023	61.0463387836818	16.6834093730909	121.544909090909
21027	61.0420450360727	16.6902558148818	109.608386363636
21034	61.0397887877773	16.6794450821682	123.34985
22007	61.04394088035	16.68496081325	120.0025
22009	61.0422113895909	16.6870754454091	114.076
22013	61.03471654515	16.68341796135	116.55215
22022	61.0423438756818	16.6749297341818	134.600636363636
1463990	61.0194709446	16.6807590984	143.40665

/

STOP

Bilaga C – Stomnätskarta över Lingbo i RT 90 2.5 gon V 0:-15



Bilaga D - Stomnätskarta över Åmot i RT 90 2.5 gon V 0:-15

