

PM

Underlag till metodbeskrivning RUFRIIS

Upprättad av: Johan Vium Andersson, WSP Samhällsbyggnad
2011-11-09

Innehållsförteckning

2	Inledning	3
3	Begrepp	3
4	Förberedelser	4
5	Etablering av RUFRIIS	4
5.1	Placering av gemensamma punkter.....	5
5.2	Inmätning av gemensamma punkter	6
6	RUFRIIS-beräkning	7
7	Dokumentering	7
8	Referenser	7

1 Inledning

I många praktiska mätningssituationer begränsas möjligheten att mäta med RTK. Det kan röra sig om situationer då satellittäckningen är för dålig och/eller då toleranskraven är för höga att RTK-mätning inte lämpar sig. Realtidsuppdaterad FRI Station (RUFRI) är en metod som möjliggör en övergång från GNSS-teknik till traditionell mätningsteknik. Metoden är framförallt användbar i situationer där inga stömnätspunkter finns tillgängliga på marken och där hög relativ noggrannhet eftersträvas.

RUFRI-tekniken bygger på att en kombinerad mätstång, med GNSS-antenn och prisma, som används för att kunna utföra samtidiga GNSS- och totalstationsmätningar. Vid fristationsetableringen sker inmätning av bakåtoobjekten med RTK, och parallellt mäts riktning, vertikalvinkel och längd mot samma objekt in med totalstationen. För att detta ska vara möjligt krävs att avståndet mellan GNSS-antennens referenspunkt (eller elektriska fascentrum) och prisma är känt och definierat i instrumentets konfiguration/mätprofil. Förfarandet upprepas tills önskat antal bakåtoobjekt är inmätta och den fria stationens koordinater och orientering är bestämd.

Följande metodbeskrivning beskriver hur man etablerar och kontrollerar en stationsetablering med RUFRI. Metodbeskrivningen är upprättad baserad på ett underlag som omfattar såväl teoretiska studier som praktiska utvärderingar.

2 Begrepp

Bakåtoobjekt	punkt med kända koordinater som används vid etablering av fri station.
Fri station	innebär att ett instrumentets läge i plan och/eller höjd, samt orientering, bestäms genom mätning från en fritt vald uppställningspunkt genom inmätning av ett antal bakåtoobjekt.
Gemensam punkt	en gemensam punkt är en punkt som simultant inmäts med totalstation och RTK. Dessa punkter används som bakåtoobjekt vid etablering av RUFRI.
GNSS	Global Navigation Satellite Systems. Ett samlingsnamn för de globala satellitsystemen för positionering. Omfattar bland annat GPS, GLONASS och GALILEO.
RTK	Real Time Kinematic, metod för realtidsmätning med GNSS som har en standardosäkerhet på centimeternivå.
RUFRI	står för RealtidsUppdaterad FRI Station. RUFRI är en fri station som etablerats med gemensamma punkter som bakåtoobjekt.

3 Förberedelser

Före etablering av RUFRIIS ska följande förberedelser utföras:

- Val av totalstation för detaljmätning görs utifrån de toleranskrav ställs på detaljmätningen. Viss vägledning kan fås i SIS-TS 21143:2009 tabell 1. *Totalstationens mätningssnoggrannhet* påverkar marginellt skattningen av obekanta vid etableringen av RUFRIIS. Kvaliteten i RTK-mätningen är där direkt styrande.
- Planering av mätning med RTK enligt LMV Rapport 2006:2, Utgåva 3, kap 5 Förberedelser innan mätning, som kompletteras med:
 - o Förberedelserna ska dokumenteras
 - o Alla hänvisningar till www.swepos.se kompletteras med ”eller motsvarande”.
- Undersökning av RTK-mätningssnoggrannhet för arbetsområdet, utförs enligt SIS-TS 21143:2009 7.2.
- Prövning av instrument och kompletterande utrustning utförs före mätning enligt SIS-TS 21143:2009 4.1.2 som kompletteras med:
 - o Särskild kontroll av avståndet mellan antennens fascentrum och prismacentrum ska utföras.

I de fall stationshöjden inte hämtas från kringliggande höjdnät skattas stationshöjden vid RUFRIIS etableringen med koordinater bestämda med RTK. Lokala variationer finns i de av Lantmäteriet framtagna geoidmodeller. Hänsyn måste då tas till eventuella systematiska skillnader mellan avvägda och RTK-bestämda höjder.

4 Etablering av RUFRIIS

En RUFRIIS etableras och kontrolleras enligt följande:

1. Markera stationspunkten med en tillfällig markering
2. Placera totalstationen över stationspunkten
 - Horisontering av instrument ska utföras med rörlibell eller kompensator/elektronisk libell
 - Centrerings av instrument ska utföras med optiskt lod eller laserlod
 - Instrumenthöjd ska mätas med instrumenthöjdsjäkmätare
3. Mät in minst ett bakåtojekt som kan användas för kontroll av stationens utgångsriktning före och efter detaljmätning:
 - Bakåtojektet mäts in två gånger i båda cirkellägen.

- Mät löpande in gemensamma punkter tills önskat medelfel på stationskoordinater och orientering erhålls. Minimiantalet gemensamma punkter är 15 stycken, för att tillgodose en god kontrollerbarhet.

Tabell 1, toleranser för ommätning av fri station, enligt HMK-Ge:D, underavsnitt 4.2.3. Orienteringstoleransen beräknad för ett punktavstånd på 250 m

Nättyp	Plan	Höjd	Orientering
Geodetiskt stomnät	7 mm	5 mm	1.8 mgon
Bruksnät	14 mm	7 mm	3.6 mgon

Instruktioner för placering och inmätning av gemensamma punkter framgår av stycke 4.1 och 4.2, nedan.

- Om höjdnät finns tillgängligt, hämta höjden trigonometriskt (mätt i två cirkel-lägen) från närbelägen fix; maximalt avstånd 250 meter.
- Vid detaljmätning från flera RUFRIser ska mätningssprincipen med omlottnätning tillämpas enligt SIS-TS 21143:2009 7.4 Inmätning.
- Mät åter in bakåtojekt för kontroll av stationens orientering. Krav vid kontrollmätning framgår av SIS-TS 21143:2009, tabell 24.
- Mätningen avslutas med kontroller av centrering och instrumenthöjd.

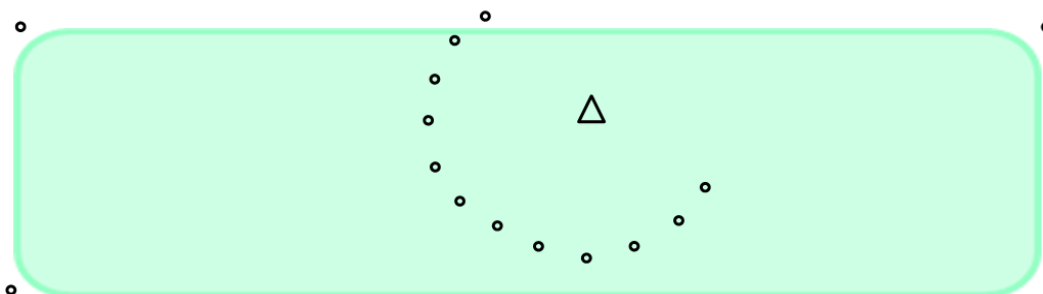
4.1 Placering av gemensamma punkter

Instruktioner för placering av gemensamma punkter:

- För att ge bra förutsättningar för skattning av stationskoordinater i *plan* samt för sökning av grova fel bör gemensamma punkter var väl fördelade kring stationspunkten. Punkterna bör ha en spridning på minst 200 gon. Om terrängen inte tillåter sådan spridning, placera punkterna inom smalare sektor med varierande avstånd inom sektorn
- Resultatet påverkas inte av punkternas geometri vid skattning av koordinater i *höjd* utan endast av deras antal. Observera att systematiska höjdskillnader kan förekomma mellan RTK-bestämda höjder och avvägda höjder
- För att ge bra förutsättningar för skattning av stationens *orientering* bör minst 20% av de gemensamma punkterna vara placerade lika långt eller längre bort än de detaljpunkter som ska mätas in.

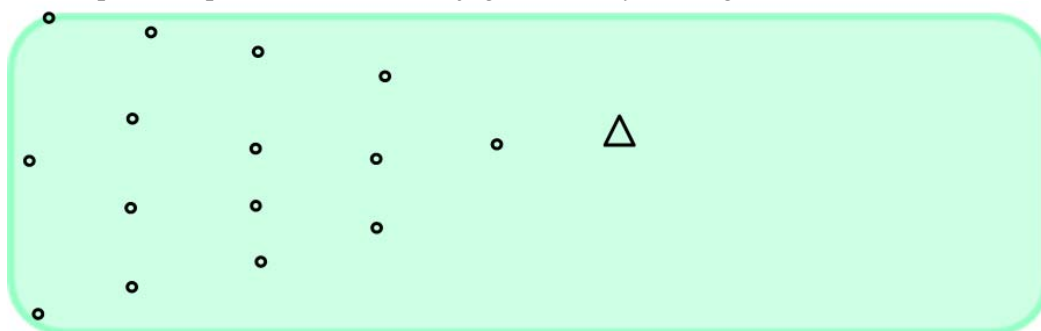
I figur 1 framgår ett exempel på punktplacering vid RUFRIser etablering med 15 punkter. Punkter för skattning av stationens koordinater är placerade på en cir-

kel kring stationspunkten. För att skatta stationens orientering är 20% av punkterna placerade på ett avstånd motsvarande minst det maximala detaljmätningensavståndet.



Figur 1 exempel på punktkonfiguration vid etablering av RUFRI med 15 gemensamma punkter. Triangeln utgör RUFRI-stationen och de små cirkelarna gemensamma punkter. Den gröna ytan avser arbetsområdet.

Figur 2 visar en situation där gemensamma punkter endast går att placera inom ett begränsat område. RUFRI-etableringen sker då genom att placera gemensamma punkter spridda så bra som möjligt över den yta som går att använda.



Figur 2 exempel på placering av gemensamma punkter vid etablering av RUFRI då punkterna endast går att placera i en smal sektor. Triangeln utgör RUFRI och de små cirkelarna gemensamma punkter. Den gröna ytan avser arbetsområdet.

4.2 Inmätning av gemensamma punkter

Vid inmätning av gemensamma punkter ska följande beaktas:

- Den avgörande faktorn för noggrann RUFRI stationsetablering är *noggrannheten vid RTK-mätningen*. Vid mätning, se till att RTK-kvalitetsindikatorn (CQ eller DOP) visar tillräckligt bra värden vid inmätning av gemensamma punkter. För råd om rutiner vid GNSS-mätning, följ LMV Rapport 2006:2 utgåva 3
- RTK-kvaliteten påverkar resultatet. Vid dålig kvalitet förbättras resultatet genom mätning av fler gemensamma punkter
- Möjligheten till *samtidig mätning* med RTK och totalstation påverkar resultatet. För att minska risken att mätstången rör sig mellan RTK- och totalsta-

tionsmätningen bör dessa utföras samtidigt. Stakkäppsstöd är ett alternativ då sådan möjlighet inte ges.

5 RUFRIIS-beräkning

En RUFRIIS beräknas enligt följande:

- Indata till beräkningen är mätta riktningar och längder samt koordinater från RTK-mätningen
- Obekanta parametrar vid beräkningen är stationens koordinater (N,E,H) och orientering
- Viktning av riktningar och längder görs med instrumentets a priorivärden. Koordinater från RTK-mätningen viktas med punkternas varians-kovariansmatris som beräknats vid inmätningen
- Utjämningsberäkningen sker enligt minsta-kvadratmetoden
- Vid utjämning ska en grovfelsökning utföras. Om ett grovt fel identifierats tas samtliga observationer mot den gemensamma punkten bort.
- Vid beräkning ska längder påföras korrektioner för höjdreduktion och projektion enligt SIS-TS 21143:2009 5.1.

6 Dokumentering

Fältprotokoll ska upprättas vid upprättande av RUFRIIS omfattande:

- Punktnummer
- Datum, tidpunkt, utförare, väderförhållande
- Mätvärden, inklusive temperatur och lufttryck
- Beräkningar och kontrollvärden (avvikelser mot bakåtojekt) samt koordinat- och orienteringsmedelfel vid etablering av RUFRIIS
- Kontroller som utförts vid etablering av stationer och bakåtojekt
- Instrumenthöjd före och efter detaljmätning
- Plan eller skiss över mätningar respektive nypunkters lägen.

7 Referenser

HMK-Ge:D	Handbok till Mätningsskugörelsen. Detaljmätning
SIS-TS 21143:2009	Teknisk specifikation, Byggmätning – Geodetisk mätning, beräkning och redovisning vid långsträckta objekt
LMV Rapport 2006:2 utgåva 3	GPS – RTK-mätning (Kortmanual för mätning med SWEPOS N