

# Metodbeskrivning RUFRIIS



Dokumenttitel: Underlag till metodbeskrivning RUFRIIS

Skapat av: Johan Vium Andersson

Dokumentdatum: 2012-03-16

Dokumenttyp: Rapport

Publikationsnummer 2012:210

Version: 1,0

Publiceringsdatum: 2012-10-22

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Joakim Fransson

Uppdragsansvarig: Joakim Fransson

# Innehåll

1. Inledning .....	4
2. Begrepp.....	5
3. Förberedelser.....	6
4. Etablering av RUFRIIS .....	7
4.1. Placering av gemensamma punkter.....	7
4.2. Inmätning av gemensamma punkter.....	9
5. RUFRIIS-beräkning.....	10
6. Dokumentering.....	11
7. Referenser.....	12

# 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 (RUFRIIS) är en metod som möjliggör en övergång från GNSS-teknik till traditionell mätningsteknik. Metoden är framförallt användbar i situationer där inga stornätspunkter finns tillgängliga på marken och där hög relativ noggrannhet eftersträvas.

RUFRIIS-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 RUFRIIS. Metodbeskrivningen är upprättad baserad på ett underlag som omfattar såväl teoretiska studier som praktiska utvärderingar.

## 2. Begrepp

Bakåttobjekt 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 bakåttobjekt.

Gemensam punkt en gemensam punkt är en punkt som simultant inmäts med totalstation och RTK. Dessa punkter används som bakåttobjekt vid etablering av RUFRIIS.

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.

RUFRIIS står för RealtidsUppdaterad FRI Station. RUFRIIS är en fri station som etablerats med gemensamma punkter som bakåttobjekt.

### 3. Förberedelser

Före etablering av RUFRIIS ska följande förberedelser utföras:

- Val av totalstation för detaljmätning görs utifrån de toleranskrav som ställs på detaljmätningen. Viss vägledning kan fås i SIS-TS 21143:2009 tabell 1. *Totalstationens mättningsnoggrannhet* 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
- Alla hänvisningar till [www.swepos.se](http://www.swepos.se) kompletteras med ”eller motsvarande”.
  
- Undersökning av RTK-mättningsnoggrannhet 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 RUFRRIS

En RUFRRIS etableras och kontrolleras enligt följande:

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

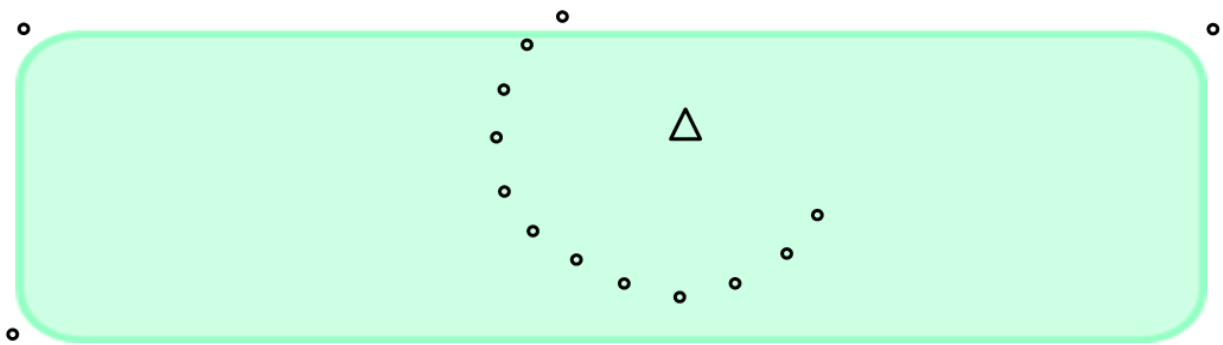
1. Om höjdnät finns tillgängligt, hämta höjden trigonometriskt (mätt i två cirkellägen) från närbelägen fix; maximalt avstånd 250 meter.
2. Vid detaljmätning från flera RUFRRISer ska mättningsprincipen med omlottmätning tillämpas enligt SIS-TS 21143:2009 7.4 Inmätning.
3. Mät åter in bakåtojekt för kontroll av stationens orientering. Krav vid kontrollmätning framgår av SIS-TS 21143:2009, tabell 24.
4. Mätningen avslutas med kontroller av centrerings 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 RUFRES etablering med 15 punkter. Punkter för skattning av stationens koordinater är placerade på en cirkel kring stationspunkten. För att skatta stationens orientering är 20% av punkterna placerade på ett avstånd motsvarande minst det maximala detaljmättningsavståndet.



Figur 1 exempel på punktconfiguration vid etablering av RUFRES med 15 gemensamma punkter. Triangeln utgör RUFRES-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. RUFRES-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 RUFRES då punkterna endast går att placera i en smal sektor. Triangeln utgör RUFRES 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 RUFRIIS 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 totalstationsmätningen bör dessa utföras samtidigt. Stakkäppsstöd är ett alternativ då sådan möjlighet inte ges.

## 5. RUFRRIS-beräkning

En RUFRRIS 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 korrekationer för höjdreduktion och projektion enligt SIS-TS 21143:2009 5.1.

## 6. Dokumentering

Fältprotokoll ska upprättas vid upprättande av RUFRRIS omfattande:

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

## 7. Referenser

HMK-Ge:D

SIS-TS 21143:2009

LMV Rapport 2006:2 utgåva 3

Handbok till Mätningkungörelsen. Detaljmätning

Teknisk specifikation, Byggmätning – Geodetisk  
mätning, beräkning och redovisning vid långsträckta  
objekt

GPS – RTK-mätning (Kortmanual för mätning med  
SWEPOS)