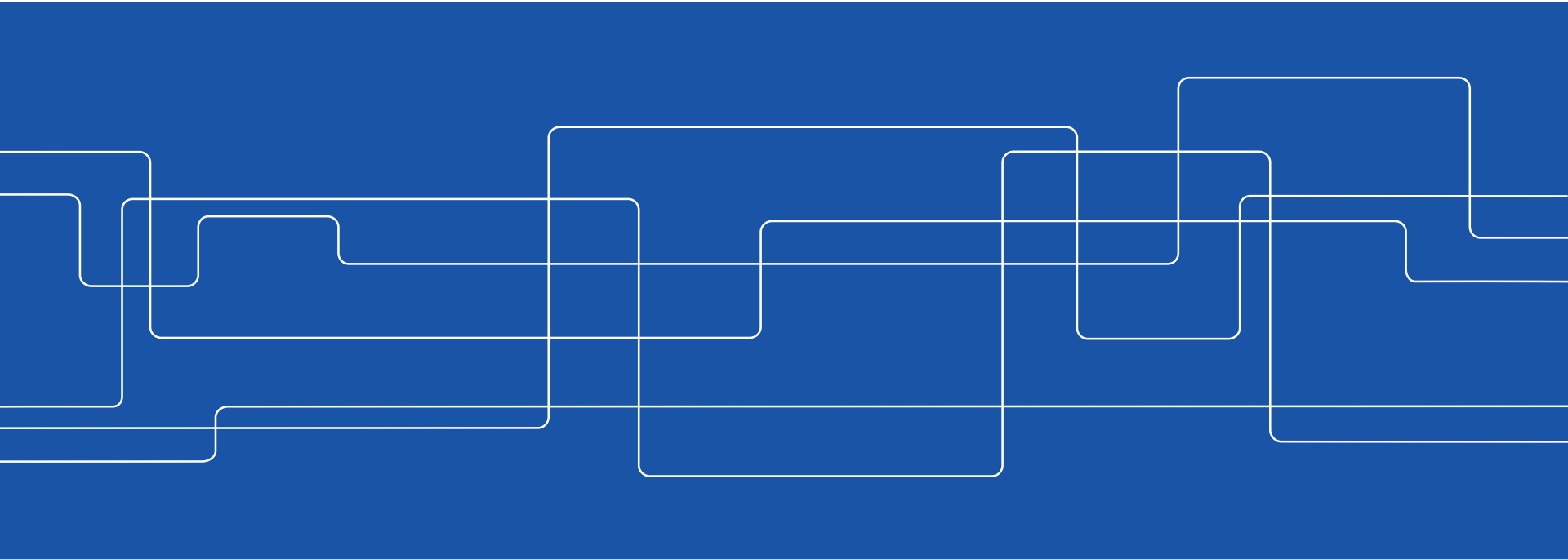




Statisk mätning med GNSS

v. Anna Jensen, KTH

Kartdagar, april 2016





Innehåll

- Statisk mätning med GNSS
- Mätning i nätverk
- Nätdesign
- Planering av mätningar och fältarbete
- Baslinjeberäkning
 - Beräkningsparametra
 - Fixed och flytande periodobekanta
- Utjämning

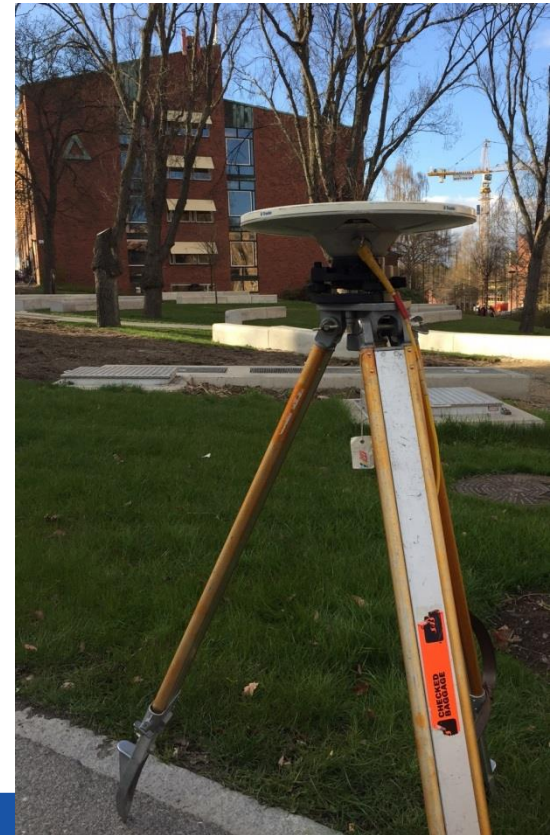


Statisk GNSS mätning

- Samtidig mätning med minst två GNSS mottagare
- En mottagare placerat i känd punkt
- Mätningen pågår över längre tid, från minst 20 minuter till flera dygn
 - Data från GNSS satelliterna lagras i mottagaren
- Position till en mottagare i okänd punkt beräknas relativt till en mottagare i känd punkt
 - Resultatet är en vektor (baslinje) mellan de två punkter

Statisk GNSS mätning

- Statisk mätning är den mätmetod med GNSS som ger minst osäkerhet i positionerna, om man är noggrann med mätningarna och gör tillräckligt med kontroll
- Statisk mätning används till exempel för:
 - Etablering och reovering av stornät (riksnät, anslutningsnät etc.)
 - Deformationsmätningar
 - Sättningsmätningar
 - Kontrollmätningar
- Bästa procedur vid statisk GNSS mätning beror på tillämpningen, men vi kan ändå ge några generella riktlinjer





Mätning i nätverk

Om fler punkt skal mätas med statisk GNSS i samma projekt etableras ofta ett nät

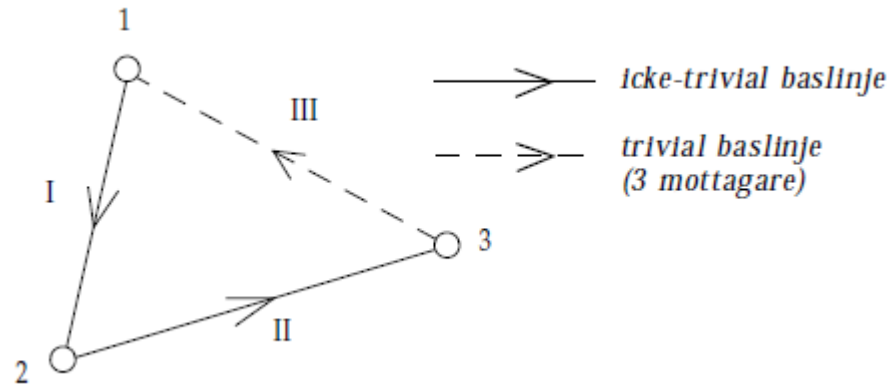
Mätningarna i nätet planeras så där är fler observationer än obekante

I så fall kan man göra nättutjämning, beräkna slutningsfel i slingor etc. vilket ger möjlighet för att hitta fel och identifiera mätningar med stor osäkerhet som tas bort eller viktas ner innan skattning av slutresultat

Viktigt med ett tillräckligt antal kända punkt i nätet, och att positioner för de kända punkt har tillräckligt låg osäkerhet

Nät design

- Oberoende mätningar med god geometri ger hög tillförlitlighet
- Bara icke-triviala baslinjer används – triviala baslinjer är inte oberoende
- Kortare baslinjer ger generellt lägre osäkerhet än långa baslinjer
- Jämn fördelning av punkter inom området
- Punkter placerat i öppen miljö





Planering av mätningar

För projekt med många nya punkter ger noggrann planering ett mer effektivt fältarbete

Vid planering tas hänsyn till antal instrument, antal punkter, mätningstid och baslinje längd (helst korta vektorer)

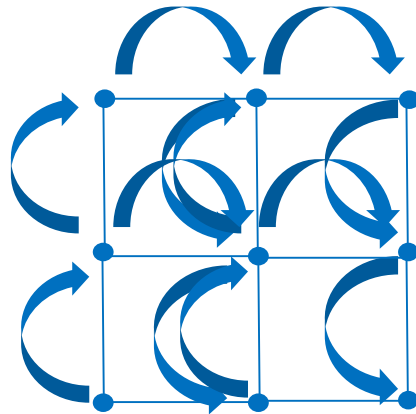
Varje punkt måste mätas minst två gånger, och för att kunde upptäcka centreringsfel och fel i mätning av antennhöjd, görs en ny uppställning av stativ och antenn innan varje mätning

Gör en tidsplan med både mätningstider och transporttider

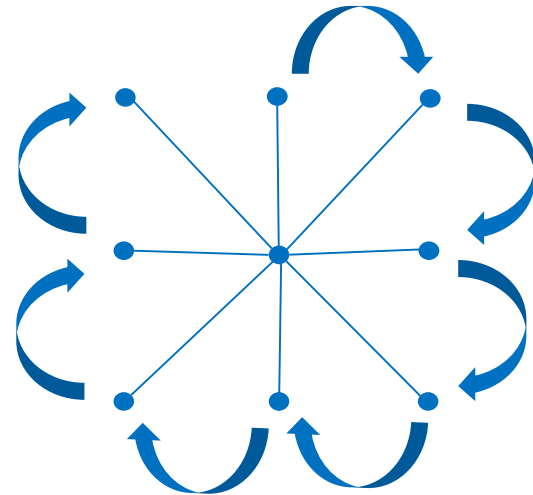
Planering av mätningar

Exempel: Nio punkt i nät byggd upp i fyrkanter

4 mottagare



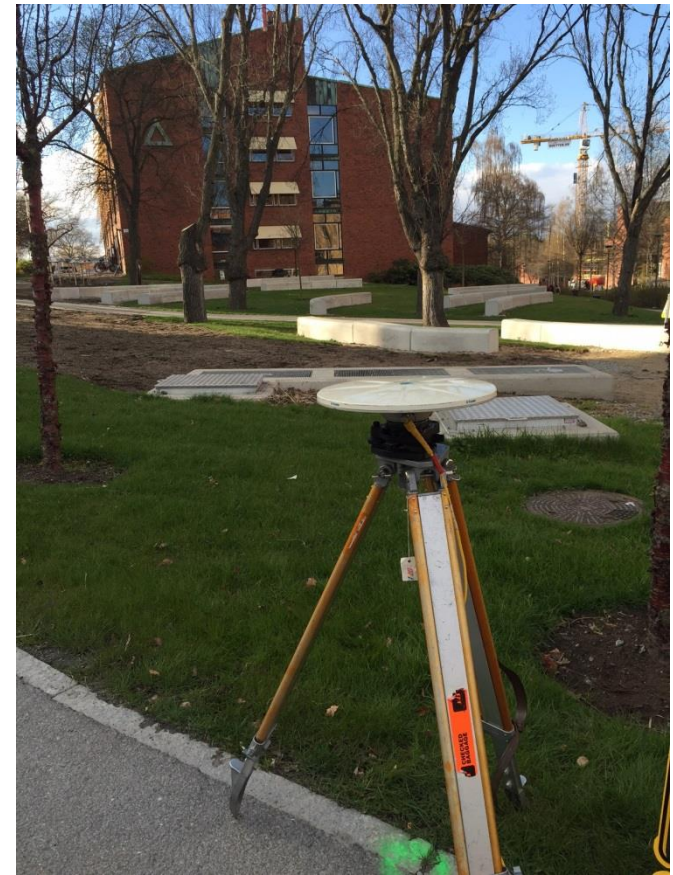
2 mottagare, 1 person,
ny-uppsättning i centerpunkt
under mätprocessen



Alla punkter måste mätas minst två gånger

I fälten

- Använd en mall (ett schema) för att komma ihåg att notera all information vid mätningarna
- Alla punkter måste mätas minst två gånger, ställ upp stativ på varje punkt minst två gånger, dokumenter uppställning med foto
- För tillsyn med uppsättningen under mätning
- Kontrollera centrerings och antennhöjd vid både start och slut
- För så låg osäkerhet som möjligt; mät flera timmar och orientera antennen mot norr. Dessutom bör antennhöjden mätas på fler sidor runt antennen vid varje mätning





Vektorberäkning – innan beräkning

- Efter mätning importeras alla data i den programvara vari beräkningarna ska göras
- Efter import kontrolleras punkt ID, antennhöjd och antenmodell
- Om vektorer längre än 10 km beräknas, bör man använda precisa bandata i beräkningen. Dessa hämtas automatisk av programmet eller manuellt på IGS' hemsida (*International GNSS Service*)
- Kontrollera om korrekt antenmodell ligger i programmet, annars hämtas den och läsas in
 - Korrekt antenmodell är viktig för mm-osäkerhet och speciellt vid mätningar med olika antenntyper

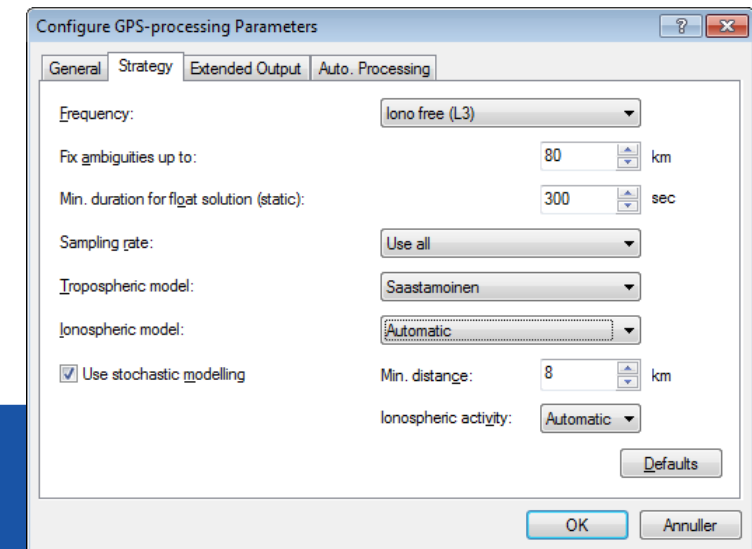
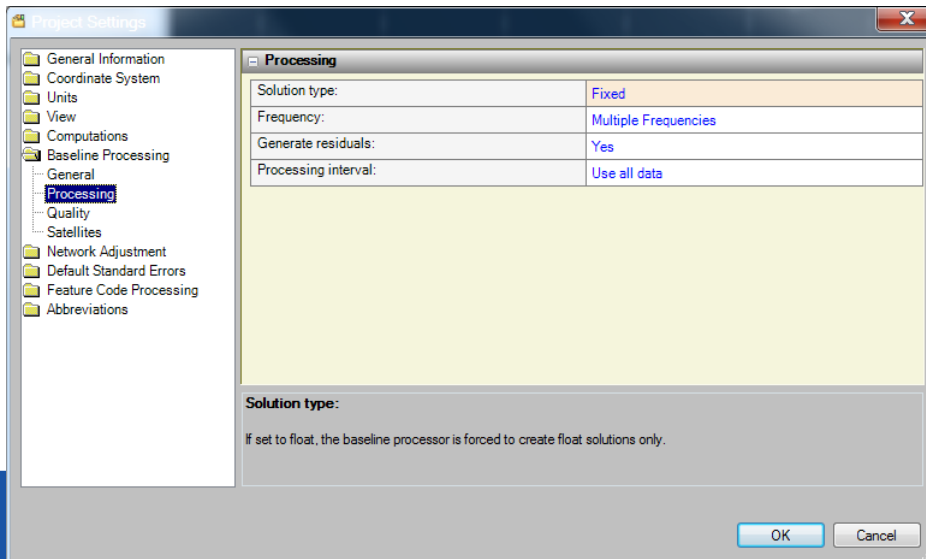
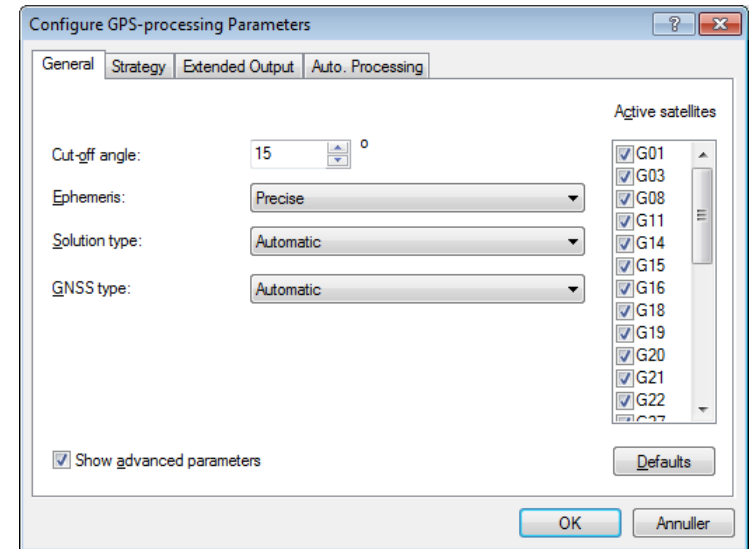
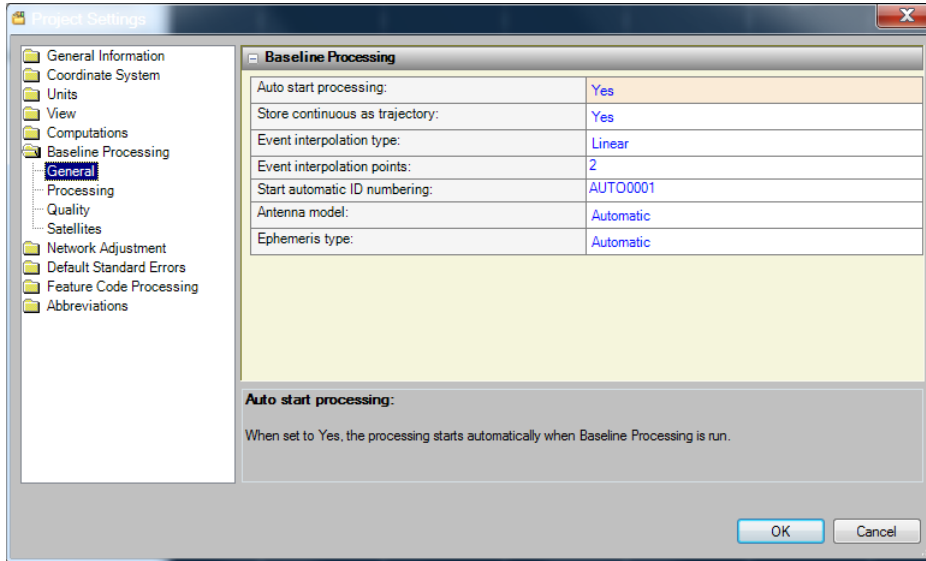


Vektorberäkning – beräkningsparametra

- Avskärningsvinkel
 - Måste vara minst 5 grader för att ta bort de mest brusiga data. 10-15 grader rekommenderas
- Antal frekvenser
 - För baslinjer kortare än 5 km rekommenderas *L1 only*, annars används data från alla frekvenser
- Troposfärsmodeul
 - Ofta kan man välja mellan fler olika modeller
 - Saastamoinen modellen rekommenderas
- Handtering av jonosfärsfelet
 - Om man kan välja, är en tumregel att man använder jonosfärsfri lösning när baslinjerna är längre än 10 km

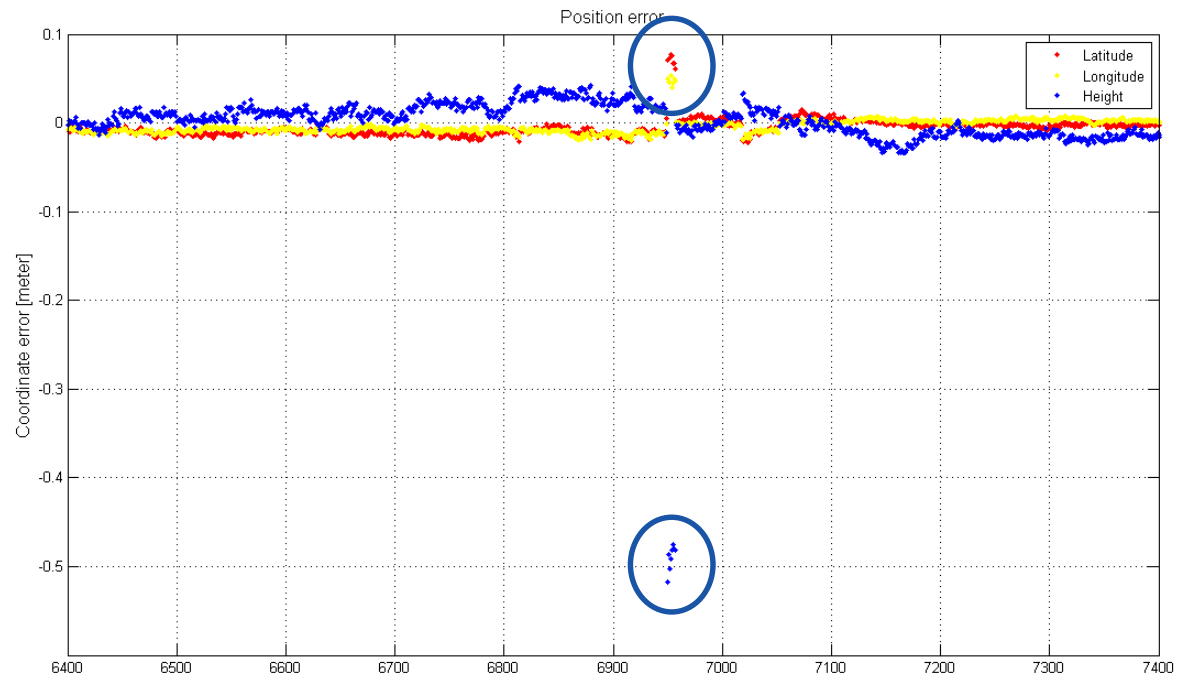


Parametra i Trimble Business Center (ver. 2.81) och Leica Geo Office (ver. 8.4)



Fixed och flytande periodobekanta

- Målet är en fixed lösning för alla baslinjer
- Flyt lösning är mycket ostabil, men kan vara bättre än en fixed lösning som är fel
- För långa baslinjer, med jonosfärsfri lösning, får man inte en fixed lösning





Om där är svårt att få fixed lösning

- Gör en analys av resultaten och data
- Ta bort dåliga satelliter som har höga residual, satelliter som står lågt på himlen eller satelliter med många cycle slips
- Sätt avskärningsvinklen upp - bara en grad i taget
- Ändring i tidsperiod; om där är tillräckligt mycket data kan man ta bort mycket brusiga tidsinterval. Ofta kan de första minuterna vara mer brusiga



Utjämning

- När alla baslinjer är beräknade utjämnas nätet
- Kräver att alla punkter är mätta minst två gånger
- Information from baslinjeberäkningens varians-kovarians matris förs över till utjämningen för att få rätt viktning av baslinjerna
- Först fri utjämning för att identifiera fel (t.ex. i antennhöjdmätning) eller baslinjer med stor osäkerhet
- Sen fast utjämning för att anpassa nätet till kända punkter

- Om man använder samma uppsättning av antenn vid alla mätningar i en punkt, kan man inte hitta fel i antennhöjdmätning eller centrering



Utjämning

- En skicklig evaluering av resultat från utjämning kräver att man känner de kvalitetstermer programvaran använder
 - Svårt i början, man måste läsa programmets instruktioner
 - Små film med exempel finns på Youtube.com (men lita inte för mycket på internet)
- I det minsta måste man se på:
 - Viktenhetens standardosäkerhet
 - Baslinjernas standardiserade residualer
 - Koordinaternas standardosäkerhet
- Texten om statistisk mätning i *HMK – Geodesi – Stommätning, 2015* på Lantmäteriets hemsida är bra, också för statistisk mätning som inte är stommätning



Konklusion

Statisk mätning är den mätmetod med GNSS, som ger minst osäkerhet i positionerna

– men det gäller bara om man är noggrann med mätningar och beräkningar, och gör tillräckligt med kontroll

Vanliga fel i mätningsprocessen är fel i mätning av antennhöjd och dålig centrering (osäkerhet på mm – cm nivå)

En vanlig fel i baslinjeberäkningar är fel antenmodell (osäkerhet på mm - cm nivå)