

Kartdagarna 2017

Multisensor INS for robust georeferering ved mobil datainnsamling

Narve Schipper Kjørsvik

TerraTec AS, Oslo

Innhold

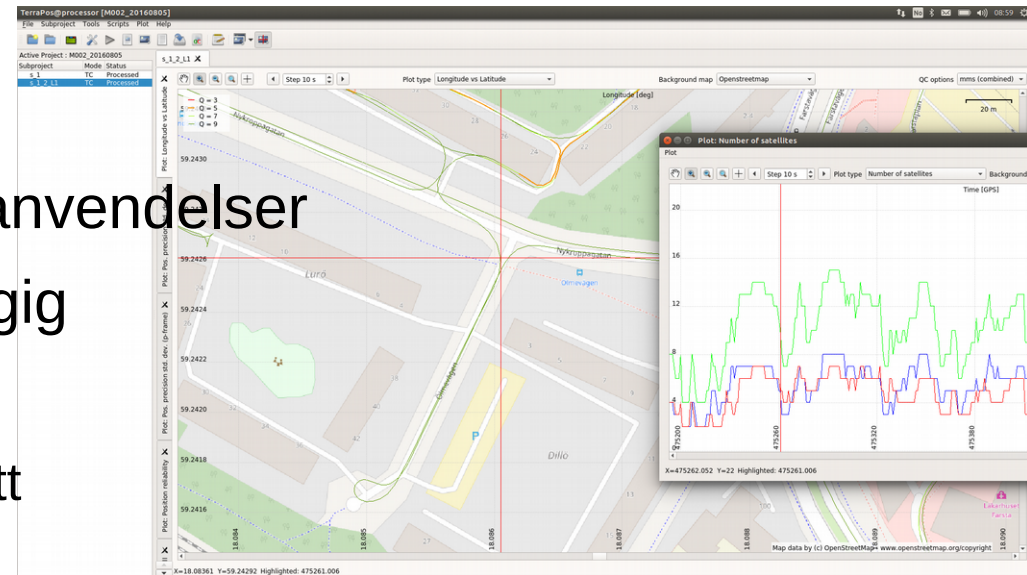
- Litt om bakgrunnen
- Mobil datainnsamling
- Georeferering
- INS
- Multi-GNSS
- Multi-sensor

Terratec

- Totalleverandør av alle typer kartleggingstjenester
- Hovedkontor i Oslo
- Datterselskaper i
 - Sverige
 - Finland
 - Estland
- Ca 200 ansatte i konsernet

Bakgrunn: TerraPos

- Generell programvare for GNSS og INS
 - Etterprosessering
- Kontinuerlig utvikling siden 2005
- Spesielt utviklet for kinematiske anvendelser
- Hardware- og leverandøruavhengig
- Windows og Linux
 - Interaktivt grafisk brukergrensesnitt
 - Batch-kjøring av alle moduler





TERRAPOS



Mobil datafangst

- Kartlegging nær veg eller jernbane
 - Bygninger og andre konstruksjoner
 - Tekniske installasjoner
 - Skilt og vegetasjon
- Nærområdenes beskaffenhet
 - Tunnelhvelving
 - Asfalt og vegdekke
 - Grunnfjell, bærelag i veg, armering i betong, etc.



Sensorvalg

- Laserscanner
- Kamera
 - 360 grader
 - Video
- Georadar
- Asfaltprofiler
-



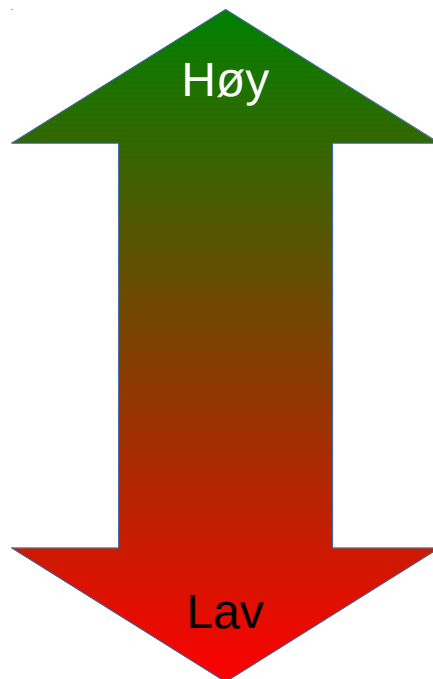
Georeferering

- Alle innsamlede data er knyttet til et veldefinert koordinatsystem
- Statisk sensor
 - Enkelt å **lokalt konsistente kart**
- Kinematisk sensor
 - Vanskelig å lage konsistente kart
- Gode produkter har **både lokal og global konsistens**

Kvaliteten på georeferering

- 4 D
- 3 D
- 2.5 D
- 2 D

- Kilometrering
- Ureferert



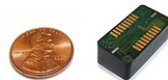
- Nye anvendelser
- Generelle analyser
- Avansert bruk
- Kombinasjon med andre datakilder

- Avgrenset bruk
- Spesialisert bruk

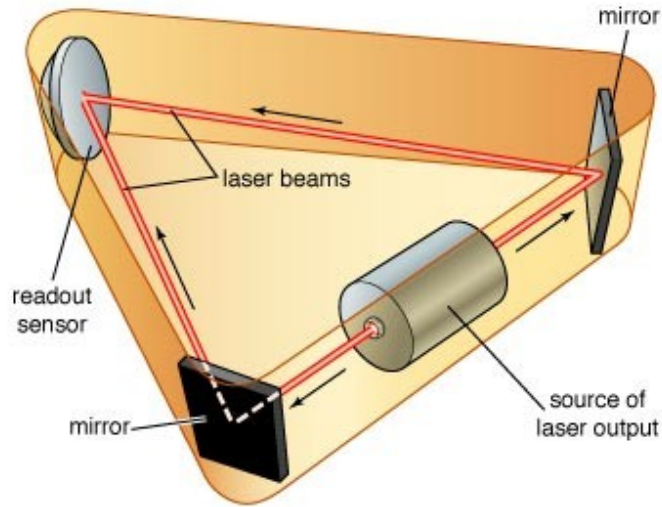
INS

- IMU
 - 3 x akselerometre
 - 3 x gyroskoper

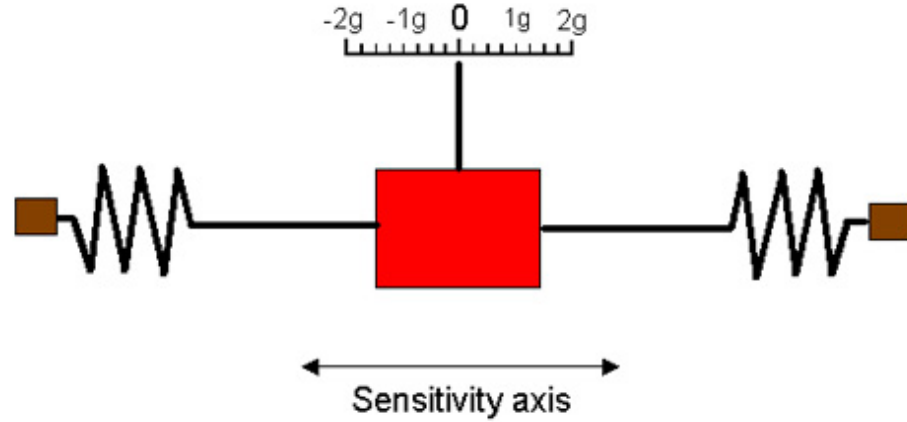
- Måler **endring** i hastighet og orientering
 - Integrasjon til posisjon og rotasjoner
 - Meget god korttidsstabilitet
 - Ugunstig feilforplantning:
 - $p = v \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$



Måleprincip



© 2004 Encyclopædia Britannica, Inc.

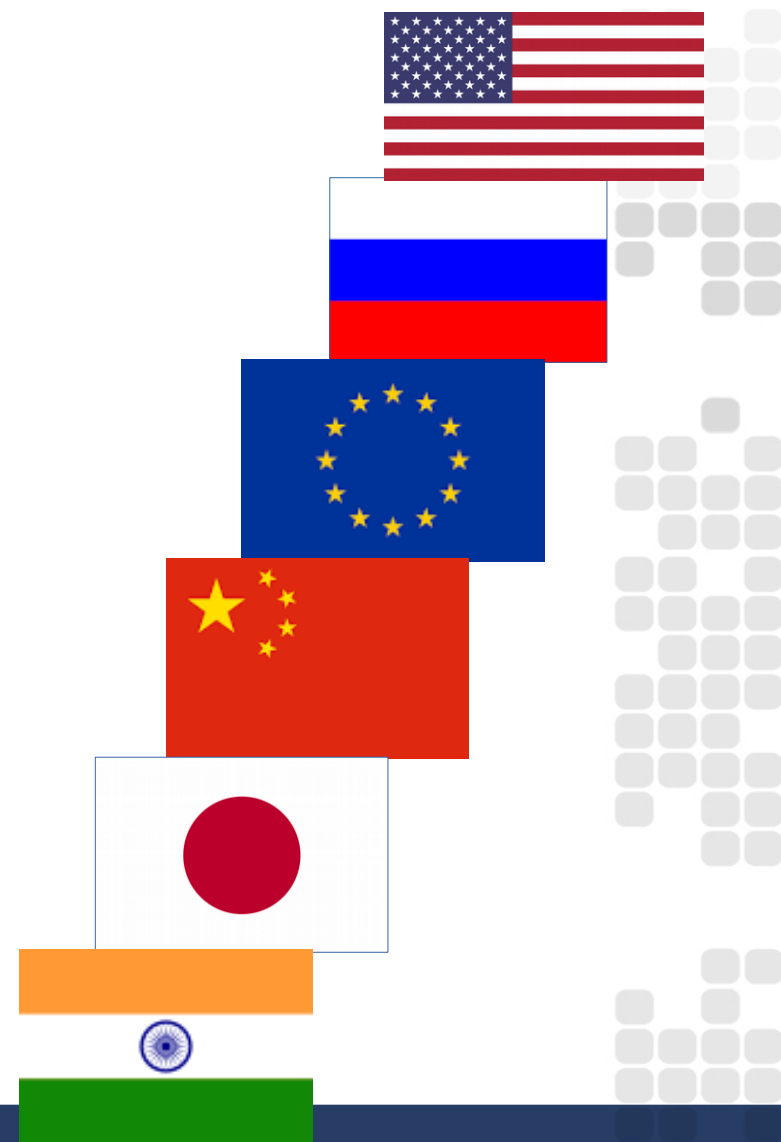


Støttet INS

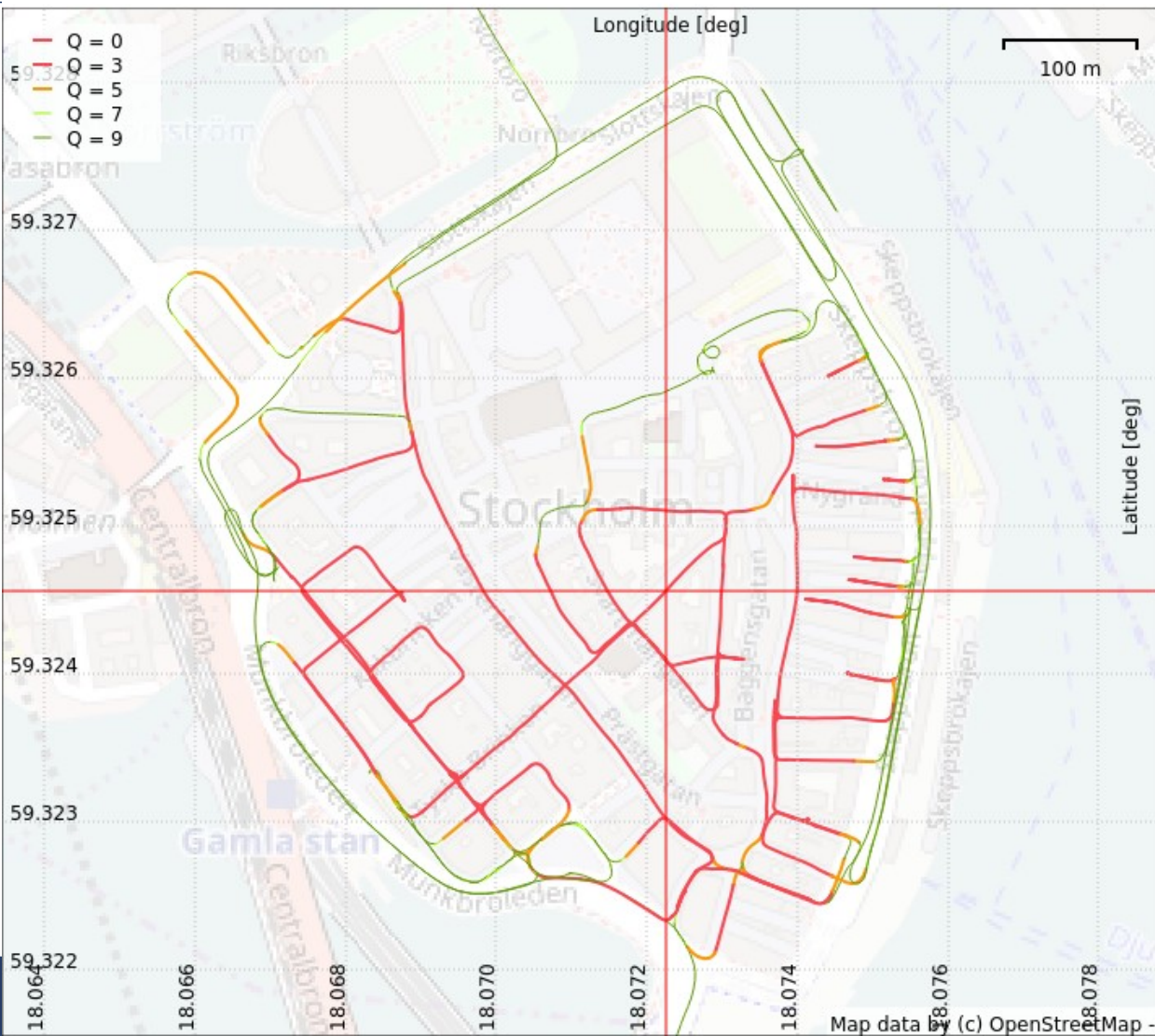
- Trenger støttesensorer for å oppnå **global konsistens**
 - Nøyaktige posisjoner
- Mest effektivt: **GNSS**
 - Ambiguity resolution (fix-løsning) gir instantan cm-nøyaktighet
- Må **maksimere tilgjengeligheten** av GNSS

Multi-GNSS

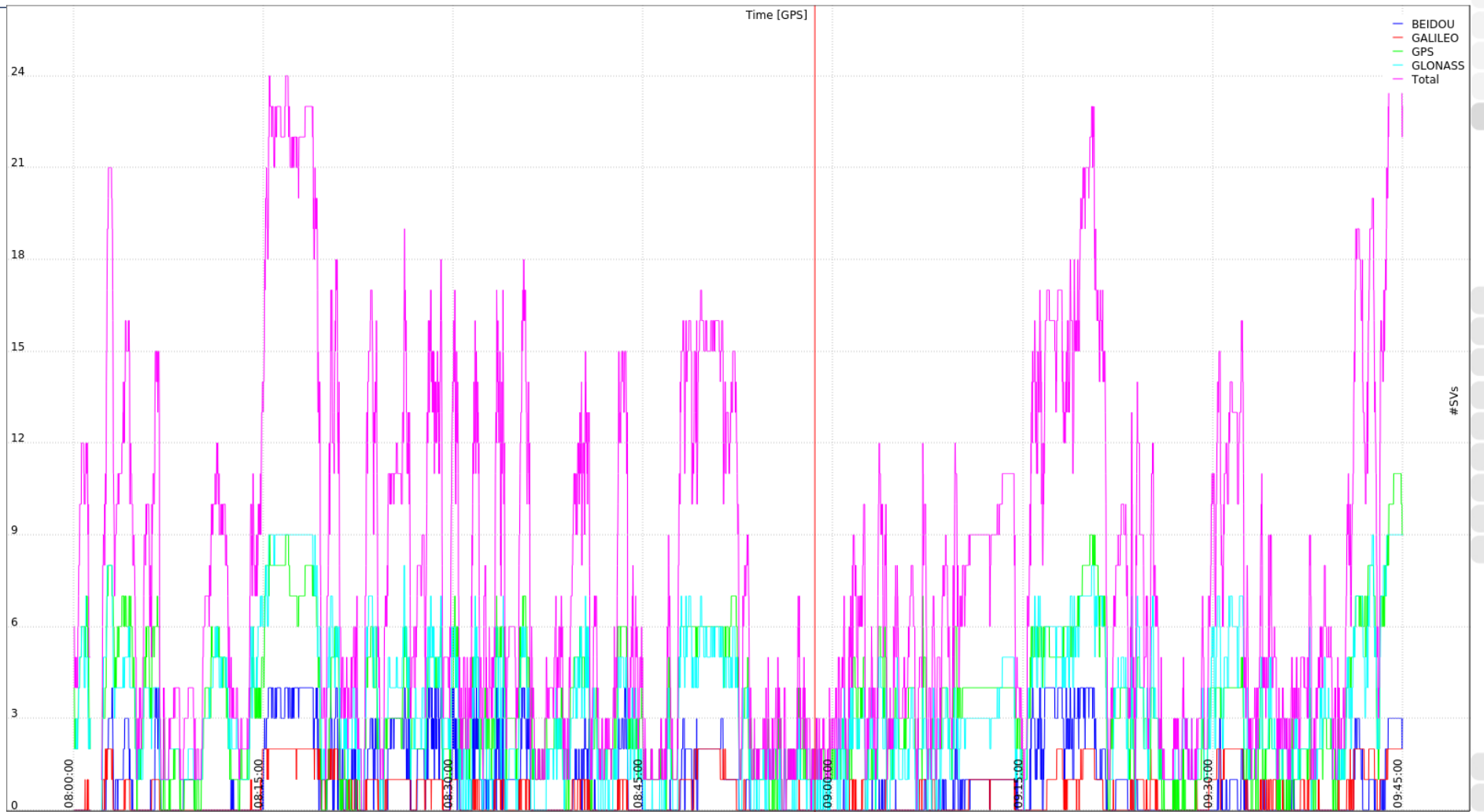
- GPS (32 MEO)
- GLONASS (24 + 2 reserver + 1 test, MEO)
- Galileo (11 + 2, MEO)
- BeiDou (5 GEO + 6 IGSO + 4 MEO, fase II)
 - Fase III bygges ut i parallell
- QZSS (1 IGSO)
- NAVIC/IRNSS (4 GEO + 3 IGSO)
- (SBAS: EGNOS, WAAS, ...)



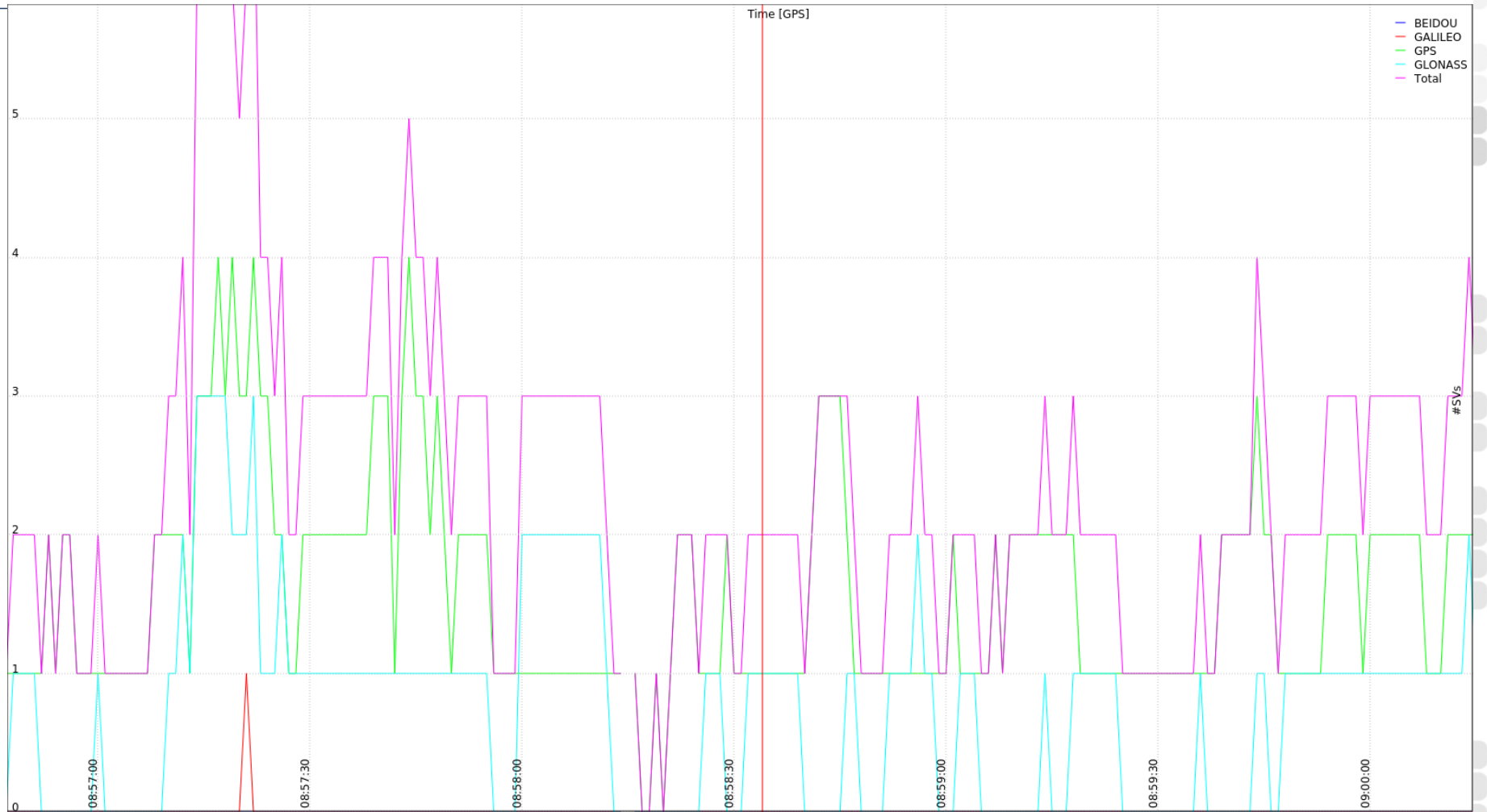
Longitude vs Latitude



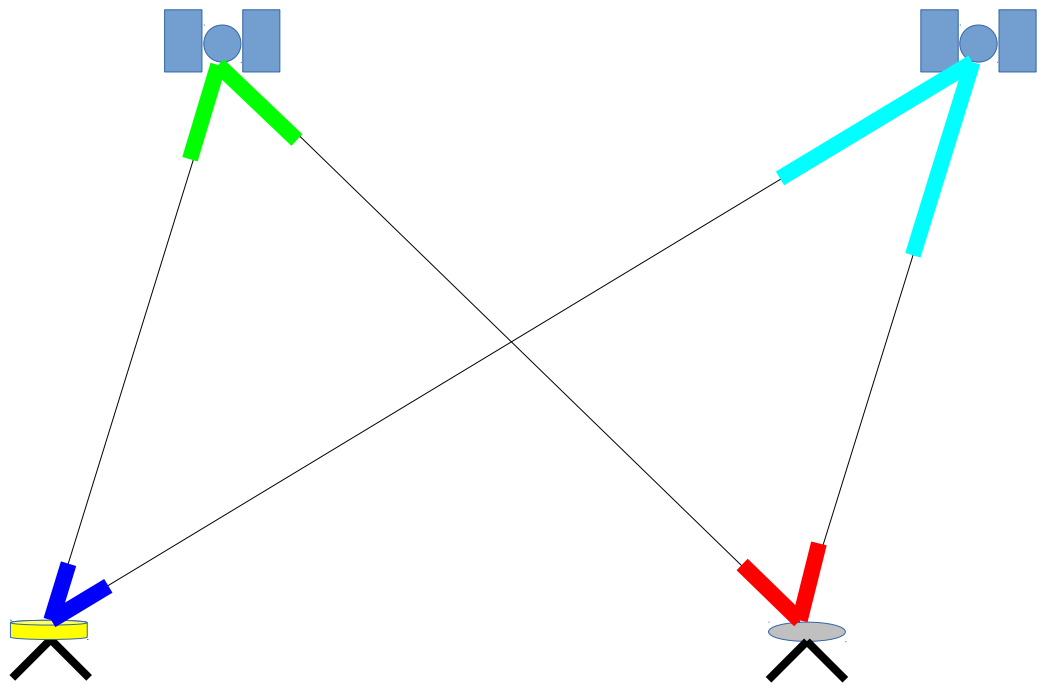
Number of satellites



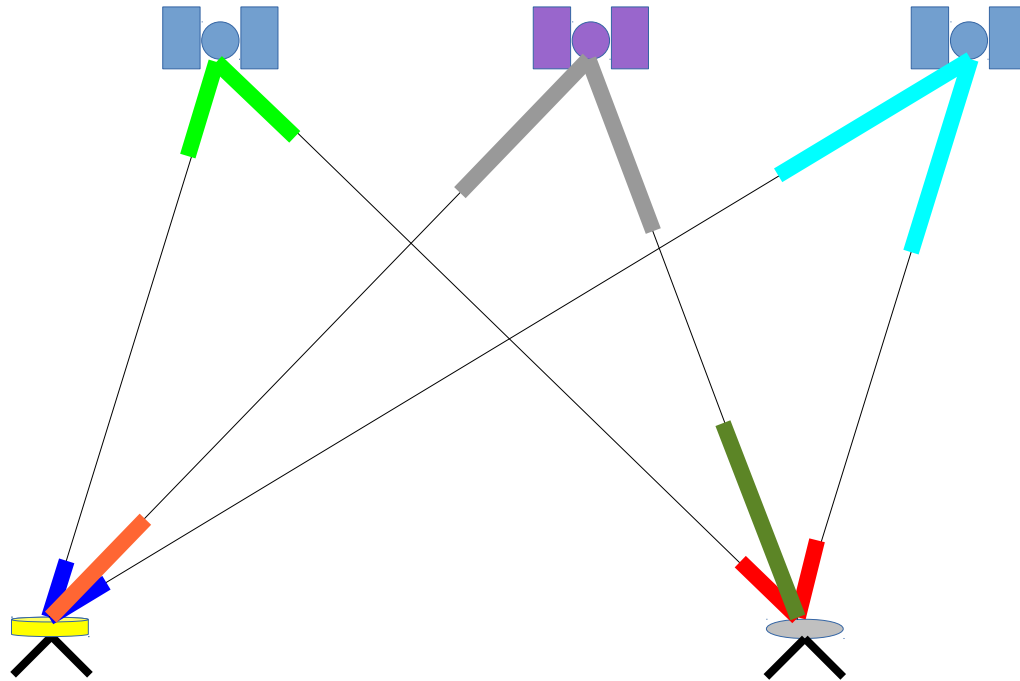
Number of satellites



Differenziell GNSS



Differenziell multi-GNSS



Ulike frekvenser

Table 1 Overview of GNSS frequencies (CDMA signals)

Frequency (MHz)	2492.028	1575.42	1561.098	1278.75	1268.52	1227.60	1207.14	1202.025	1191.795	1176.45
GPS (G)		L1				L2				L5
GLONASS (R)							L3			
Galileo (E)		E1		E6			E5b		E5	E5a
BDS (C)			B1		B3		B2			
QZSS (J)		L1		LEX		L2				L5
IRNSS (I)	S									L5

(Fra Odijk et al. (2016), GPS Solutions, Springer)

- Flere systemer har overlappende frekvenser
- Kan det ligge et lite håp her?

Erfaringer så langt

- I åpent terreng er det nok med GPS + GLONASS
- I urbane miljøer er det fortsatt ikke nok satellitter
- **Galileo** gir et lite men entydig **positivt** bidrag
- **BeiDou** gir et lite men entydig **negativt** bidrag

Heterogene miljøer

- Mottakere og antenner av ulikt fabrikat
 - HW-biaser må kalibreres og/eller estimeres før inter-system integrasjon er mulig
 - Antenne-PCO/PCV kan spille en rolle
 - BDS-GEO vs. BDS-IGSO/MEO
- For brukere av kommersielle tjenester (CPOS, SWEPOS etc.) eller ved etterprosessering vil dette være virkeligheten

Oppsummering GNSS

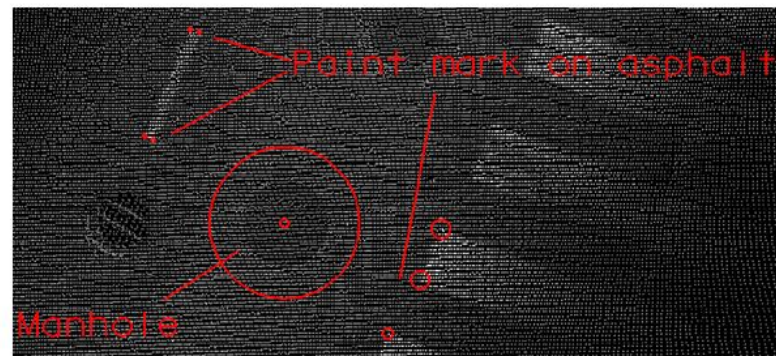
- Betydelig forbedret situasjon i 2017
 - 4 flere aktive Galileosatellitter?
 - Blir 2017 det store Galileoåret?
- BeiDou
 - Lav oppskytningstakt for BDS-2 MEO-satellitter
 - Forventes ikke å spille noen stor rolle i Norden i 2017
- Må finne på «**noe annet**» når GNSS ikke er tilgjengelig

«Noe annet»

- SLAM: **S**imultaneous **L**ocalization **a**nd **M**apping
 - Kartlegging og posisjonering i samme prosess
- Sensorene til kartlegging spiller en ny rolle
 - Kamera og video: «*visual navigation*»
 - Laserskannere: «*scan matching*»

Vanlig metode

- Posisjonering av skanneren
 - Kvalitet ikke alltid god nok
- Generering av laserprodukter
- Måling av kontrollflater og -punkter
 - Med RTK eller totalstasjon
- Justering av laserproduktene



Vanlig metode (forts.)

- Ingen tilbakekopling til navigasjonsløsningen
- Bruker bare en liten del av observasjonene fra kartleggingssensorene

Hva gjør Terratec?

- 2 MSc.-oppgaver våren 2017
 - Visuell navigasjon vha. 25 fps HD video
 - Automatisk måling og bruk av kontrollflater i laserdata, med full tilbakekopling i navigasjonsløsningen
- Samarbeid med PhD-student i Ås, Norge
 - Navigasjon ved hjelp av laserdata
- Implementasjon i TerraPos

Oppsummering og konklusjon

- Det finnes **ikke** én metode eller sensor som har alle fordeler og som alltid vil virke
- Avhengig av omgivelser, tilgjengelige sensorer, etc. bør **all** informasjon kombineres på observasjonsnivå
 - Sensorer til kartlegging er ofte **veldig** presise og bør utnyttes!
- Terratec fortsetter FoU-arbeidet for effektiv og robust georeferering i alle miljøer