

RESERAPPORT

2013-12-19

Reserapport från CGSIC:s 53:e möte vid ION GNSS+ 2013, Nashville, Tennessee, USA, 16–20 september 2013

Sammanfattning

Det amerikanska satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystemet GPS är i grunden ett militärt system. För informationsutbytet med civila GPS-användare har Civil GPS Service Interface Committee (CGSIC) bildats. Varje år håller CGSIC ett internationellt möte i september i anslutning till och sedan 2010 även som en integrerad del av det stora årliga symposiet ION GNSS+. Det 53:e CGSIC-mötet anordnades i Nashville, Tennessee, USA, 16–17 september 2013 och det hade samlat runt 200 deltagare (figur 1). Lantmäteriet är svensk kontaktorganisation för CGSIC och var på mötet representerat av undertecknad.



Figur 1: Det 53:e CGSIC-mötet arrangerades på Nashville Convention Center, Tennessee, USA, 16–17 september 2013. Bild: Dan Norin.

För närvarande (december 2013) har GPS 31 aktiva satelliter. Under det senaste året har det skjutits upp en GPS-satellit (15 maj 2013) och den blev aktiv 21 juni 2013. Den är den fjärde av den senaste modellen (block IIF), vilken sänder ut den nya L5-signalen. Ytterligare åtta block IIF-satelliter finns tillverkade, där den första av

Peter Wiklund

Lantmäteriet Informationsförsörjning Geodesi 801 82 Gävle
Tfn: 026-63 38 84 Fax: 026-61 06 76
E-post: peter.wiklund@lm.se Internet: www.lantmateriet.se

dessa efter förseningar är planerad att bli uppskjuten under december 2013. Inga konkreta uppskattningar av tidsramarna för framtida uppskjutningar gavs på mötet. Block III-satelliter, med bl.a. en ny civil signal kallad L1C, kommer att skjutas upp med början 2015. Finansiellt har GPS under senaste tiden drabbats av en del nedskärningar och budgetåtstramningar.

Ett nytt federalt program för det ryska **Glonass** som löper under åren 2012–2020 blev slutligen antaget 3 mars 2012 och det innehåller budgetuppgifter. Utvecklingen av nästa satellitmodell efter Glonass-M som kallas Glonass-K fortsätter, men ännu finns bara en testsatellit uppskjuten. Uppskjutningstakten av kommande satelliter kommer mer att styras av behovet.

Det europeiska **Galileo** befinner sig i en valideringsfas bestående av fyra fullt operationella satelliter. Planerna är nu att skjuta upp ytterligare 14 satelliter, men påbörjandet av dessa uppskjutningar har blivit försenat p.g.a. att satellittester har blivit utdragna. En konstellation med 18 satelliter skulle dock kunna uppnås 2014–2015. Ytterligare åtta satelliter planeras sedan tidigast under 2015 och en full konstellation med 30 satelliter förväntas runt 2018–2020.

Kinas utveckling av ett fullt utbyggt GNSS kallat **BeiDou** fortsätter enligt fastlagda planer. Systemet består i dag av 14 aktiva satelliter, där ett regionalt system med täckning över delar av östra Asien och Pacific-området blev klart 2012 och där tjänsterna tillhandhålls fr.o.m. 2013.

Någon mer satellit i det japanska tilläggssystemet **QZSS** har inte skjutits upp efter den första som sköts upp 11 september 2010.

IRNSS är ett indiskt system som ska bli ett oberoende GNSS, men bara med regional täckning. Systemet förväntas bli klart 2015 med en konstellation av sju satelliter och den första sköts upp 1 juli 2013.

1 Bakgrund

Det amerikanska satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystemet GPS¹ är i grunden ett militärt system, men har sedan många år fått en väldigt bred civil användning över hela världen. För informationsutbytet med civila GPS-användare har kommittén CGSIC² bildats. CGSIC håller varje år i september ett internationellt

¹ GPS = Global Positioning System

² CGSIC = Civil GPS Service Interface Committee

möte i anslutning till och sedan 2010 även som en integrerad del av det stora årliga symposiet ION³ GNSS⁴+

Vid sidan av GPS behandlas även diverse andra närliggande ämnen vid CGSIC-mötena. Tidigare togs även statusen för övriga GNSS upp, men denna information ges numera i stället under själva ION GNSS+ (figur 2). Av denna anledning är denna reserapport gemensam för 2013 års CGSIC-möte och ION GNSS+ 2013, med aktuell status m.m. för GPS i kapitel 2 och status för övriga GNSS i kapitel 3.



Figur 2: Den översiktliga statusen m.m. för samtliga GNSS gavs under en av paneldiskussionerna vid ION GNSS+ 2013. Bild: Dan Norin.

En annan organisation som brukar passa på att hålla möte i anslutning till ION GNSS+ är RTCM SC-104⁵ och så skedde även 2013 (Hedling, 2013).

2 Status, policy och framtidsplaner för GPS

GPS ägs av USA:s regering och det utvecklas och förvaltas av flygvapnet inom försvarsdepartementet.

³ ION = Institute Of Navigation

⁴ GNSS = Global Navigation Satellite Systems

⁵ RTCM SC-104 = Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committee 104

2.1 Tillgängliggörandet av GPS

Den militära organisation som utvecklar och styr tillverkningen av GPS-systemet (satelliterna, kontrollsystemet samt vissa militära mottagare) heter GPS Directorate och är belägen vid SMC⁶ vid Los Angeles Air Force Base i Kalifornien (figur 3). Den 10 november 2010 skedde ett organisatoriskt namnbyte från GPS Wing till GPS Directorate. Drift och underhåll av systemen sköts däremot av en annan organisation inom flygvapnet kallad 2nd Space Operations Squadron, vilken är belägen vid Schriever Air Force Base i Colorado.

Användarsupporten för GPS är uppdelad i tre organisationer för olika kategorier av användare (figur 4):

- **Militärt:** Försvarsdepartementet, Flygvapnet, Schriever Air Force Base, GPSOC⁷ (som är beläget i anslutning till 2nd Space Operations Squadron)
- **Civilt (marint, markbundet samt även internationellt):** Departementet för nationell säkerhet, U.S. Coast Guard, Navigation Center
- **Civilflyget:** Transportdepartementet, FAA⁸, NOCC⁹



Figur 3: Den militära organisation som utvecklar och styr tillverkningen av GPS-systemet heter GPS Directorate och den tillhör det amerikanska flygvapnet.



Figur 4: Användarsupporten för GPS är uppdelad i tre olika organisationer.

⁶ SMC = Space and Missile Systems Center

⁷ GPSOC = GPS Operations Center

⁸ FAA = Federal Aviation Administration

⁹ NOCC = National Operations Control Center

2.2 Statusen för GPS

För närvarande (december 2013) har GPS 31 aktiva satelliter. Under det senaste året har en GPS-satellit skjutits upp (15 maj 2013) och den blev aktiv 21 juni 2013. Den är den fjärde av den senaste modellen (block IIF), vilken sänder ut den nya L5-signalen. L5 är främst designad för att möta de ökade kraven vid s.k. safety-of-life-tillämpningar inom bl.a. luftfarten och det starkt skyddade signalbandet ARNS¹⁰ används. Signalen ger således möjlighet till större tillförlitlighet, men även till utveckling av nya tekniker med en positionsosäkerhet på centimeternivå, liksom till internationell interoperabilitet¹¹. L5-signalen kan även hjälpa till att förkorta initialiseringstiden vid RTK¹²-mätning. Tester har dock bl.a. påvisat en signalomkastning av L5-signalen på tre av de uppskjutna block IIF-satelliterna. En mjukvaruuppdatering är planerad att skickas upp till de drabbade satelliterna under december 2013, vilka annars skulle ge en noggrannhetsförsämring vid L5-mätning.

Ytterligare åtta block IIF-satelliter finns tillverkade (tre av dessa är inte färdigtestade), där den första av dessa efter förseningar är planerad att bli uppskjuten under december 2013. Inga konkreta uppskattningar av tidsramarna för framtida uppskjutningar gavs på mötet. Tidigare har man räknat med att tidigast 2023/2024 ha 24 satelliter som sänder L5 och att tidigast 2020 ha 24 satelliter som sänder L2C-signalen, som fanns med redan på block IIR-M-satelliterna. I samband med en full konstellation med satelliter som sänder L2C, så är intentionen att kodlös åtkomst av L2 ska upphöra, men det angivna datumet för detta (31 december 2020) är lite osäkert.

Block III-satelliter, med bl.a. en ny civil signal kallad L1C, kommer att skjutas upp med början 2015 och ungefär 2026 har i varje fall tidigare avsikten varit att ha 24 satelliter som sänder L1C. Den är skapad främst för att åstadkomma bättre interoperabilitet med andra GNSS än vad åtkomst av L1 via C/A-koden medger. Man vill dock säkra bakåtkompatibiliteten och det finns idag inga planer på att sluta sända C/A-koden. En första block III-satellit har redan tillverkats och på den har en hel del lyckade tester utförts. Satelliten kommer dock inte att skjutas upp.

¹⁰ ARNS = Aeronautical Radio Navigation Services

¹¹ Med interoperabilitet menas om systemen kan samverka och förbättra kvaliteten för användaren, jämfört med om endast ett system används. Med kompatibilitet menas om systemen överhuvudtaget kan användas ihop utan att orsaka störningar eller andra problem.

¹² RTK = Real Time Kinematic

I tabell 1 finns en sammanställning av alla uppskjutna GPS-satelliter och hur många som fortfarande är i drift.

Tabell 1: *Antalet hittills uppskjutna GPS-satelliter genom tiderna och hur många som är aktiva (december 2013).*

Block	Uppskjutningsår	Totalt antal	Antal aktiva
I	1978-1985	11	0
II	1989-1990	9	0
IIA	1990-1997	19	8
IIR	1997-2004	13	12
IIR-M	2005-2009	8	7
IIF	2010-	4	4
Summa	1978-	63	31

Kontrollsegmentet för GPS har moderniserats under de senaste åren och arbetet med det nya operationella kontrollsystemet kallat OCX¹³ fortskrider. Införandet av OCX kommer att ske i flera steg (kallade block) och det första steget som kommer att kunna hantera L1C och ge fullt stöd för L2C och L5 är planerat att bli genomfört 2016. Med OCX kommer även antalet satelliter som det teoretiskt är möjligt att använda att öka, då antalet PRN¹⁴-koder som systemet kan hantera kommer att gå från dagens 32 till troligen 64 stycken.

Finansiellt har det under senaste tiden skett en del nedskärningar och budgetåtstramningar för GPS. För att sänka kostnader och möjliggöra en snabbare uppskjutningstakt tas det nu fram specifikationer på hur block III-satelliterna ska kunna modifieras för att möjliggöra att två satelliter skjuts upp samtidigt. Denna modifiering är dock också drabbad av ekonomin och en uppskjutning av två satelliter samtidigt är inte förväntad förrän i och med de nionde och tionde block III-satelliterna, vilka kan tänkas bli uppskjutna runt 2019.

Informationen vid CGSIC-mötet om statusen för GPS-systemet gavs av både överste William T Cooley, chef för GPS Directorate och överstelöjtnant Thomas R Ste Marie, befälhavare för 2nd Space Operations Squadron.

¹³ OCX = Next Generation Operational Control System

¹⁴ PRN = Pseudo Random Noise

2.3 PNT-policyn

På liknande sätt som GNSS har blivit en etablerad term för GPS och liknande satellitsystem, så har PNT¹⁵ blivit en etablerad benämning för tillämpningarna med systemen. Det dokument som beskriver policyn för PNT i USA heter "2004 U.S. Space-Based PNT Policy" (hädanefter benämnd PNT-policyn) och den är framtagen av National Executive Committee for Space-Based PNT (hädanefter benämnd PNT-kommittén) som bildades samma år som PNT-policyn släpptes (2004).

PNT-kommittén leds av försvars- och transportdepartementen och det är här policybeslut och beslut om underhåll och vidareutveckling av GPS-systemet fattas. Ordförandeskapet delas av viceministrarna för försvars- och transportdepartementen, vilket understryker den vikt som PNT-kommittén har.

Samtliga organisationer som ingår i PNT-kommittén är:

- Försvarsdepartementet
- Transportdepartementet
- Utrikesdepartementet
- Handelsdepartementet
- Departementet för nationell säkerhet
- Inrikesdepartementet
- Jordbruksdepartementet
- JSC¹⁶
- NASA¹⁷

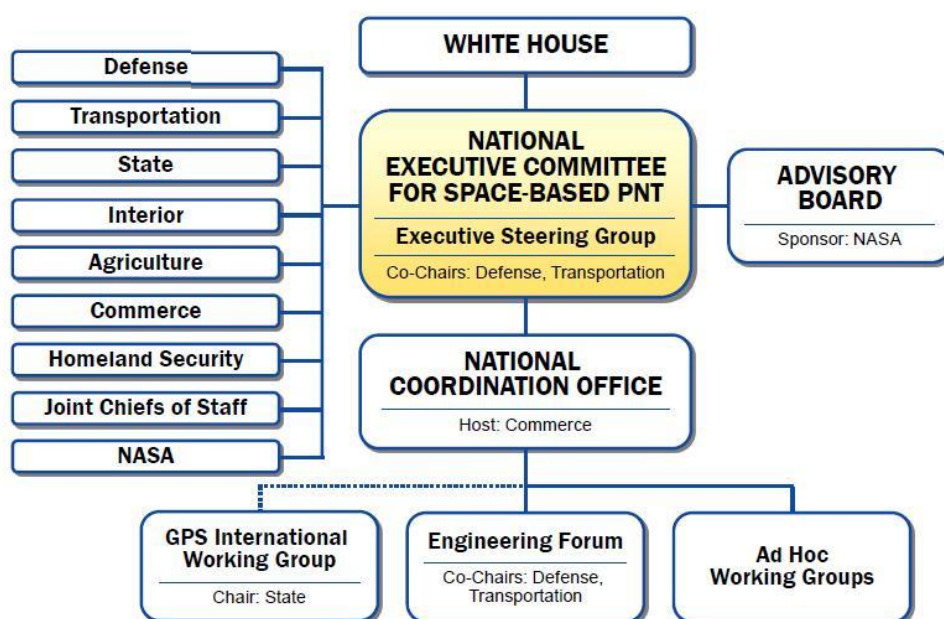
Vidare finns det ett Advisory Board som ger råd till USA:s regering och PNT-kommittén. Advisory Board har inrättats av NASA och består av upp till 25 experter inom olika områden knutna till PNT. Det första mötet hölls 29–30 mars 2007 och det senaste (det tolfte) hölls 4–5 december 2013. För närvarande (perioden 2013–2015) ingår 24 personer, där två är européer (en från Norge och en Schweiz) och fyra till är icke-amerikaner.

¹⁵ PNT = Positioning, Navigation and Timing

¹⁶ JSC = Joint Chiefs of Staff (den kommitté som består av försvarsgrenscheferna i den amerikanska försvarsmakten)

¹⁷ NASA = National Aeronautics and Space Administration

Den som vid CGSIC-mötet presenterade det arbete som pågår inom PNT-kommittén var *överste Harold W. Martin III, biträdande chef för NCO*¹⁸. Detta kontor kan ses som ett PNT-sekretariat som har till uppgift att i den löpande verksamheten stödja PNT-kommittén samt att vara den organisation som svarar på frågor om PNT-policyn (figur 5). Chefskapet för NCO (PNT-sekretariatet) har sedan 16 december 2012 innehafts av *Jan Brecht-Clark*.



Figur 5: Organisationen runt PNT-kommittén. Bild: www.gps.gov.

Andra policydokument och dylikt vid sidan av PNT-policyn som berör PNT är:

- **National Space-Based PNT Strategy;** ett strategidokument som tas fram av PNT-kommittén. Det implementerar visionen i PNT-policyn.
- **Five-Year National Space-Based PNT Plan;** en femårig plan som tas fram av PNT-kommittén. Den verkställer innehållet i PNT-policyn och ska bygga på PNT-strategin nämnd ovan. Den släpptes i en första versionen 2007 och ska uppdateras årligen för att ge information om planerade behov av PNT-tjänster, internationell samverkan samt investeringar inom olika myndigheter (och även innehålla budgetuppgifter).

¹⁸ NCO = National Coordination Office for Space-Based PNT

- **National Space Policy**; ett policydokument som beskriver USA:s alla rymdaktiviteter. Policyn fastslogs av president Obama i juni 2010 och berör PNT en hel del. Den fastslår bl.a. att USA ska behålla sin ledande position inom GNSS-området och att signalerna från GPS ska vara tillgängliga utan kostnad.
- **National IDM¹⁹ Plan**; en plan från 2007 som klargör möjligheterna att kunna identifiera källor som kan störa GPS och hur effekterna kan mildras. I sammanhanget har ett system kallat Patriot WatchTM skapats för att hitta, analysera och informera om störningar.
- **Den federala radionavigeringsplanen**; en plan som är den officiella källan för policyn för radionavigering i USA. Den senaste versionen är från 2012.

Webb-baserad information om GPS, CGSIC och PNT-kommitténs arbete finns sedan 2012 samlad på www.gps.gov (Figur 6). NCO (PNT-sekretariatet) ansvarar för informationen, medan NOAA²⁰ driver själva hemsidan, som numera även finns i en mobil version.



Figur 6: Information om GPS, CGSIC och PNT-kommitténs arbete finns på hemsidan på www.gps.gov.

2.4 Internationell samverkan

Utrikesdepartementet ansvarar för USA:s internationella samverkan inom PNT-området. Vid CGSIC-mötet poängterade Jeffrey Auerbach, Utrikesdepartementet, Office of Space and Advanced Technology, att USA uppmuntrar såväl civil användning av GPS världen över som utveckling av egna stödsystem och tjänster kring GPS. Det betonas att kompatibilitet mellan olika GNSS är ett minimikrav och att interoperabilitet eftersträvas.

¹⁹ IDM = Interference Detection and Mitigation

²⁰ NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration

- **EU²¹**: 2004 undertecknades en överenskommelse mellan GPS och Galileo om bl.a. en gemensam civil signal på L1. Efter att EU-rådet slutligen i december 2011 bekräftade att överenskommelsen är gällande så här flera möten hållits.
- **Ryssland**: Det senaste mötet hölls hösten 2012 i Washington DC. Ryssland har önskemål om att förlägga kontrollstationer för Glonass i USA.
- **Kina**: Möten hålls. Av politiska skäl sker förhandlingar för att samordna frekvensanvändningen genom ITU²². Ett beslut om att koordinera signalkompatibiliteten slöts i september 2010.
- **Japan**: Det hålls årliga möten i positiv anda, det senaste i juli 2013.
- **Indien**: Samverkan har återupptagits och några möten hart hållits under det senaste året.

För att stärka utvecklingen och främja användningen av GNSS, särskilt i utvecklingsländer, har ICG²³ bildats. Kommittén har sitt ursprung i den tredje FN²⁴-konferensen om " Exploration and Peaceful Uses of Outer Space" som hölls 1999. I kommittén ingår länder som tillhandahåller GNSS, andra medlemsstater i FN och olika internationella organisationer. Sedan 2006 har åtta möten hållits och det senaste mötet hölls i Dubai, Förenade Arabemiraten, 9-14 november 2013 (Lilje, 2013). Nästa ICG-möte kommer att hållas i Prag, Tjeckien, 10-14 november 2014.

2.5 WAAS

WAAS²⁵ är ett amerikanskt satellitbaserat stödsystem för GPS (s.k. SBAS²⁶), som sänder ut GPS-data från geostationära satelliter på en GPS-liknande signal. WAAS används främst för flygtillämpningar och har varit helt operationellt sedan juli 2003.

Deborah Lawrence, Transportdepartementet, FAA, kunde vid CGSIC-mötet informera om att WAAS använder 38 referensstationer, vilket

²¹ EU = Europeiska Unionen

²² ITU = International Telecommunication Union

²³ ICG = International Committee on GNSS

²⁴ FN = Förenta Nationerna

²⁵ WAAS = Wide Area Augmentation System

²⁶ SBAS = Satellite Based Augmentation System

det gjort sedan 2007. Referensstationerna är belägna inom USA, Mexico och Canada. Tre geostationära satelliter används för att sända ut data. Dessa är belägna på 133° W, 107° W samt 98° W och avtal för dem finns t.o.m. 2016 respektive 2018.

Utvecklingen för en övergång till tvåfrekvensmätningar med L1/L5 har inletts och beräknas bli operationellt runt 2019.

2.6 NDGPS

Transportdepartementet ansvarar tillsammans med U.S. Coast Guard och Army Corps of Engineers för NDGPS²⁷, som är en amerikansk DGPS-tjänst där korrektionerna sänds ut från fasta referensstationer via radiosändare. *Jim Arnold, Transportdepartementet, RITA*²⁸, gav vid CGSIC-mötet en statusrapport för tjänsten som sedan starten 1998 har byggts ut till nästan nationell täckning.

Efter några år med problem med finansiering ser den nu stabilare ut för både drift och uppdatering av utrustning. En Program Manager anställdes i början av 2013.

3 Status för övriga GNSS

3.1 Glonass

Det nya federala Glonass-programmet blev slutligen antaget 3 mars 2012 och det löper under åren 2012–2020. Det innehåller budgetuppgifter. Finansieringen för fortsatt utveckling och drift ser således stabil ut och den kommer från både Russian Space Agency och försvarsdepartementet. Ryssland påtalar ofta att de civila tjänsterna är fritt tillgängliga globalt och att Glonass är prioriterat.

Utvecklingen av nästa satellitmodell efter Glonass-M som kallas Glonass-K fortsätter. Det kommer att bli två testsatelliter för Glonass-K. Modellen för dessa bägge testsatelliter kallas Glonass-K1 och den första av dem sköts upp 26 februari 2011. Den andra har funnits tillverkad ett tag, men är nu inplanerad att bli uppskjuten först under andra halvan av 2014.

²⁷ NDGPS = Nationwide Differential Global Positioning System

²⁸ RITA = Research and Innovative Technology Administration

Den senaste uppskjutningen av en Glonass-M-satellit skedde 26 april 2013, medan en uppskjutning av tre stycken sådana satelliter 2 juli 2013 misslyckades.

Att interoperabiliteten mellan olika GNSS är viktig påtalas ofta. I linje med detta sänder Glonass-K1-satelliterna förutom signalerna L1 och L2 även ut en helt ny signal kallad L3. Emedan L1- och L2-signalerna sänds ut med s.k. frekvensåtskillnad (FDMA²⁹), så sänds L3-signalen ut med s.k. kodåtskillnad (CDMA³⁰), som GPS använder för samtliga signaler. För den första av de operationella satelliterna (modellen kallas Glonass-K2) kommer L1- och L2-signalerna att sändas ut med både frekvensåtskillnad och kodåtskillnad.

Uppskjutningstakten av kommande satelliter kommer mer att styras av behovet och från 2014 kommer även kvarvarande Glonass-M-satelliter att sända ut L3-signalen. ICD³¹ för L3 beräknas bli släppt vid slutet av 2013.

Annars blir kvaliteten på Glonass-signalerna allt bättre med de moderniseringar av systemet som har genomförts och närmar sig den för GPS. De fortsatta förbättringarna som planeras rör bl.a. en utbyggnad av kontrollstationer på flera håll i världen. Man har också börjat titta på att ha en signal i L5-bandet.

Sammanfattningsvis har Glonass i dag (december 2013) 24 aktiva satelliter, tre satelliter som tillfälligt är ur drift eller i reserv samt en testsatellit (av modellen Glonass-K1).

3.2 Galileo

Det europeiska Galileo befinner sig i en valideringsfas (IOV³²) bestående av fyra fullt operationella satelliter. De två första satelliterna sköts upp 21 oktober 2011 och de efterföljande två sköts upp 12 oktober 2012. Uppskjutningarna gjordes med ryska Soyuz-raketer från Kourou i Franska Guyana (figur 7). En första mätt position baserad på fyra satelliter blev bestämd 12 mars 2013.

IOV-satelliterna opereras från de två markstationerna i Oberpfaffenhofen i Tyskland och Fucino i Italien. Oberpfaffenhofen sköter kontroll och banpositionering av satelliterna, medan Fucino står för

²⁹ FDMA = Frequency Division Multiple Access

³⁰ CDMA = Code Division Multiple Access

³¹ ICD = Signal In Space Interface Control Document

³² IOV = In Orbit Validation

själva signalhanteringen. Tidigare har det även funnits två testsatelliter i bana runt jorden kallade Giove-A och Giove-B, men de togs helt ur bruk under 2012 efter att i princip ha varit det sedan 2009.



Figur 7: Två Galileo-satelliter sköts upp från Kourou i Franska Guyana 12 oktober 2012. Bild: ESA³³ – S. Corvaja, 2012.

Planerna är nu att genomföra fem ytterligare Soyuz-uppskjutningar (tio satelliter) med en uppskjutning varje kvartal. Påbörjandet av uppskjutningarna av dessa FOC³⁴-satelliter har blivit försenat p.g.a. att satellittester har blivit utdragna. Därefter planeras en uppskjutning med en fransk Ariane 5-raket, vilken kan ta fyra Galileo-satelliter. En konstellation med 18 satelliter skulle då kunna uppnås 2014–2015. Kontrakt på åtta ytterligare satelliter skrevs 2 februari 2012 och dessa är planerade att tas upp genom två Ariane 5-uppskjutningar tidigast 2015. En full konstellation med 30 satelliter förväntas runt 2018-2020 och fram till dess kommer det att vara vissa begränsningar i Galileos tjänster.

Horizon 2020 är EU:s nya "Framework Programme for Research and Innovation" och det har en GNSS-del. Allmän info om Horizon 2020 finns på <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en> och info om GNSS-delen finns på <http://www.gsa.europa.eu/r-d/h2020>.

³³ ESA = European Space Agency

³⁴ FOC = Full Operational Capability

3.3 BeiDou

Kinas utveckling av ett fullt utbyggt GNSS kallat BeiDou fortsätter enligt fastlagda planer och den formella versionen (version 1.0) av BeiDous ICD släpptes 27 december 2012. Framöver är det BeiDou som gäller som namnet på Kinas GNSS. BeiDou har sedan starten varit namnet på det kinesiska satellitnavigeringsprogrammet, medan Compass mest har använts som namnet för det slutliga globala systemet. Namnet Compass har dock använts i allt mindre utsträckning under de senaste åren. I samband med att den formella versionen av ICD släpptes så förklarade Ran Chengqi, chef för China Satellite Navigation Office, officiellt att namnet Compass är "pensionerat".

Under 2012 sköts hela sex satelliter upp. BeiDou är uppdelat i tre steg:

- **Steg 1:** Ett regionalt demonstrationssystem utvecklades under åren 1994–2000, där fyra experimentsatelliter sköts upp 2000–2007.
- **Steg 2:** Ett regionalt operativt system med täckning över Kina blev klart 2011. Täckning över delar av östra Asien och Pacific-området färdigställdes 2012 och tjänsterna tillhandhålls fr.o.m. 2013. Under åren 2007–2012 har 16 satelliter skjutits upp (5 i global bana, 6 geostationära och 5 geosynkrona). Den äldsta från 2007 (går i global bana) är dock bara en testsatellit och den äldsta geostationära från 2009 är ur drift.
- **Steg 3:** Ett globalt system med 35 satelliter ska vara klart 2020. Tidigare har det meddelats att detta ska bestå av 27 satelliter i global bana, 5 geostationära satelliter och 3 geosynkrona satelliter. Nu är de geosynkrona borttagna ur planerna och det planeras i stället för 30 satelliter i global bana. Det meddelades att åtminstone en testsatellit kommer att skjutas upp under 2014.

Systemet har påvisat god prestanda och det jobbas nu på att föra ut det till användare. Det har också skett en markant ökning av de internationella aktiviteterna, inklusive överläggningar med andra länder.

3.4 QZSS

Någon mer japansk QZSS³⁵-satellit har inte skjutits upp efter den första som sköts upp 11 september 2010 (geosynkron). QZSS är inte ett separat system, utan är ett tilläggsystem som ska "bättra på" GPS-konstellationen i Japan med omkringliggande områden. De inledande testerna med den uppskjutna satelliten har varit lyckosamma och den förklarades aktiv för alla signaler 14 juli 2011. Planerna är nu att forcera utbyggnaden och ha en tjänst med ytterligare tre satelliter klar 2018 (en geostationär och två geosynkrona) samt att längre fram ha en slutlig konstellation bestående av sju satelliter.

3.5 IRNSS

IRNSS³⁶ är ett indiskt system som ska bli ett oberoende GNSS, men bara med regional täckning. Systemet förväntas bli klart 2015 med en konstellation av sju satelliter (3 geostationära och 4 geosynkrona). En satellit (geosynkron) har hittills skjutits upp. Det skedde 1 juli 2013 och satelliten, som är belägen på 55 grader östlig longitud, kallas IRNSS-1A.

4 CGSIC

4.1 Aktuellt inom CGSIC

Det civila inflytandet över GPS sker främst via transportdepartementet och för informationsutbytet med civila GPS-användare har CGSIC bildats. CGSIC handhas av Navigation Center, vars uppgift är att ge civilt användarstöd till bl.a. navigations- och transportsektorn (framförallt marin användning), jämför avsnitt 2.1 och figur 4. Navigation Center ligger administrativt under U.S. Coast Guard inom departementet för nationell säkerhet.

CGSIC håller ett årligt möte som en integrerad del av den årliga konferensen ION GNSS+. 2013 års CGSIC-möte, det 53:e, hölls i Nashville, Tennessee, USA, 16-17 september 2013. Det föregående CGSIC-mötet hölls även det i Nashville, i september 2012 (Norin, 2012a och Norin, 2012b).

CGSIC har fyra underkommittéer:

³⁵ QZSS = Quasi-Zenith Satellite System

³⁶ IRNSS = Indian Regional Navigation Satellite System

- **International Information Subcommittee (IISC³⁷)**
- **Surveying, Mapping and Geosciences Subcommittee**
- **Timing Subcommittee**
- **U.S. States and Local Government Subcommittee**

Underkommittén IISC verkar bl.a. för att främja det internationella utbytet av information om olika GNSS. IISC anordnar egna möten vid sidan av CGSIC-mötena, dels ett vanligtvis årligt europeiskt möte, dels möten i Asien och Australien/Oceanien. Det senaste europeiska mötet hölls i London 28 november 2011.

Lantmäteriet är svensk kontaktorganisation för både CGSIC och IISC.

Fyra poster i CGSIC är alltid bemannade på samma vis. Ordföranden representerar transportdepartementet, vice ordföranden och verkställande sekreteraren kommer från Navigation Center och dessutom finns det en vice ordförande från någon organisation utanför USA.

Den aktuella bemanningen inom CGSIC är:

- **Ordförande:** *Karen Van Dyke, transportdepartementet, RITA*
- **Vice ordförande:** *Commander Pat DiBari, departementet för nationell säkerhet, U.S. Coast Guard, Navigation Center*
- **Verkställande sekreterare:** *Rick Hamilton, departementet för nationell säkerhet, U.S. Coast Guard, Navigation Center*
- **Internationell vice ordförande:** *John Wilde, DW International, Winchfield, Storbritannien*

CGSIC:s verkställande utskott består av ovannämnda poster (verkställande sekreteraren undantagen) tillsammans med de fyra ordförandena för underkommittéerna och representanter för olika transportområden.

Aktuell bemanning i underkommittéerna är:

- **Ordförande i IISC:** *John Wilde, DW International, Reading, Storbritannien*
 - **Regional vice ordförande i IISC för Europa:** *František Vejražka, Czech Technical University, Prag, Tjeckien*
 - **Regional vice ordförande i IISC för Asien:** *Hiroshi Nishiguchi, Japan GPS Council, Tokyo, Japan*

³⁷ IISC = International Information Subcommittee

- **Regional vice ordförande i IISC för Australien/Oceanien:** Tillfälligt vakant
- **Regional vice ordförande i IISC för Nordamerika:**
Mike Swiek, U.S. GPS Industry Council
- **Ordförande i Surveying, Mapping and Geosciences Subcommittee:** *Giovanni Sella, handelsdepartementet, NOAA, NGS³⁸*
- **Ordförande i Timing Subcommittee:** *Włodzimierz Lewandowski, BIPM³⁹, Paris, Frankrike*
- **Tillförordnad ordförande i U.S. States and Local Government Subcommittee:** *James Arnold, transportdepartementet, RITA*

4.2 Allmänt om det 53:e CGSIC-mötet

Det 53:e CGSIC-mötet hölls på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 16–17 september 2013 (figur 8–9). Mötet hade samlat runt 200 deltagare, där en stor del kom från olika departement, myndigheter och organisationer i USA.



Figur 8: Det 53:e CGSIC-mötet hölls på Nashville Convention Center, Tennessee, USA, 16–17 september 2013, vilket var i samma lokaler som hela ION GNSS+ 2013 hölls i. Bild: Peter Wiklund.

Powerpoint-presentationerna från mötet finns utlagda på www.gps.gov/cgsic/meetings/2013.

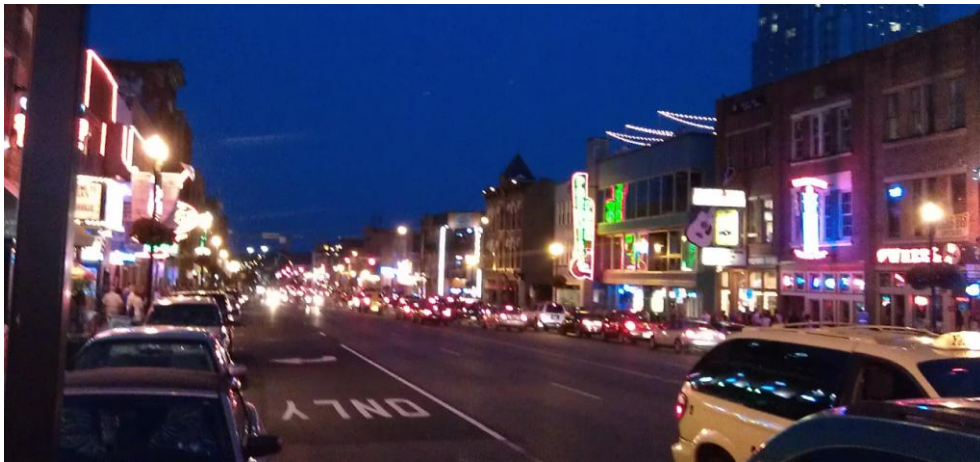
Under mötets första dag hölls parallella sessioner för de fyra underkommittéerna. Mötet öppnades andra mötesdagen av CGSIC:s

³⁸ NGS = National Geodetic Survey

³⁹ BIPM = Bureau International des Poids et Mesures (internationella byrån för vikt och mått)

ordförande, som även tackade Navigation Center för anordnandet av mötet. Därefter gick CGSIC:s vice ordförande i genom agendan för dagen. Under denna andra dag gavs främst presentationer kring policy, status och framtidsplaner för GPS (se kapitel 2 om detta). De fyra underkommittéerna lämnade även korta rapporter denna dag.

Sedan 2012 finns all webb-baserad information om CGSIC på www.gps.gov. Det ska dock sägas att Navigation Center fortsätter att handha CGSIC och att ge den civila operationella användarsupporten för GPS.



Figur 9: Nashville, där 2013 års CGSIC-möte hölls, ligger i Tennessee och anses vara den mest musikaliska staden i världen. Bild: Peter Wiklund.

4.3 Avhandlat vid underkommittéernas sessioner under det 53:e CGSIC-mötet

Sessionerna för de fyra underkommittéerna hölls under mötets första dag.

4.3.1 International Information Session

Denna session är en session för underkommittén IISC. Ingen av presentationerna under sessionen behandlade status m.m. för något enskilt GNSS, men från Australien och Japan gavs lite mer allmänna rapporter om GNSS-användningen där. Bl.a. kommer såväl start, inflygning och navigation att kunna genomföras mera noggrant tack vare den noggrannare GNSS-positionen. Australiensarna ser stora fördelar i minskad bränsleåtgång och miljöpåverkan samt minskat buller vid inflygning samt även att flygplanen vid start kan flyga runt hinder i terrängen istället för över vilket även medför att de kan

lastas mera optimalt. I övrigt gavs föredrag som belyste olika GNSS-aspekter i olika delar av världen.

Charles Curry, Chronos Technology Ltd, gav i ett av dessa ett föredrag om störning av främst fordonsburen GPS-användning. Sådana störningar har studerats i ett brittiskt projekt som heter SENTINEL⁴⁰.

4.3.2 Surveying, Mapping and Geosciences Session

Denna session är en session för underkommittén Surveying, Mapping and Geosciences Subcommittee. Sessionen är bl.a. ett forum för frågor som rör fasta referensstationer. Sessionen och även underkommittén kallades tills för några år sedan även för "CORS⁴¹ User Forum". Det nordamerikanska (huvudsakligen USA) nätet av fasta referensstationer för GNSS kallas också för CORS och det förvaltas av NOAA och dess NGS. Nätet används främst för efterberäkningstillämpningar samt tjänster kopplade till den automatiska beräkningstjänsten OPUS⁴². 86 nya referensstationer har tagits in i nätet under det senaste året och det totala antalet stationer är nu strax under 2000.

Sessionen brukar främst ha geodetiskt inriktade föredragshållare från NGS, men till i år hade man lyckats med ambitionen att ha flera föredrag från externa användare. Bl.a. gav *löjtnant Luke Byrd, departementet för nationell säkerhet, U.S. Coast Guard*, en mer ingående beskrivning av statusen och framtiden för NDGPS, se vidare avsnitt 2.6. *Jim Waters, Tennessee Department of Transportation*, berättade om deras nät av fasta referensstationer för GNSS och fördelarna med tekniken, att arbetet blir mera effektivt och att många olika användargrupper kan nyttja samma system.

4.3.3 Timing Session

Denna session är en session för underkommittén Timing Subcommittee. Rörande tidsskalor så infördes den senaste skottsekunden för UTC⁴³ 30 juni 2012, vilket gör att tidsskillnaden mellan UTC och internationell atomtid, TAI⁴⁴, nu är 35 sekunder. Då skottsekunder medför problem i en hel del tillämpningar har det

⁴⁰ SENTINEL = GNSS Services Needing Trust In Navigation, Electronics, Location & timing

⁴¹ CORS = Continuously Operating Reference Station

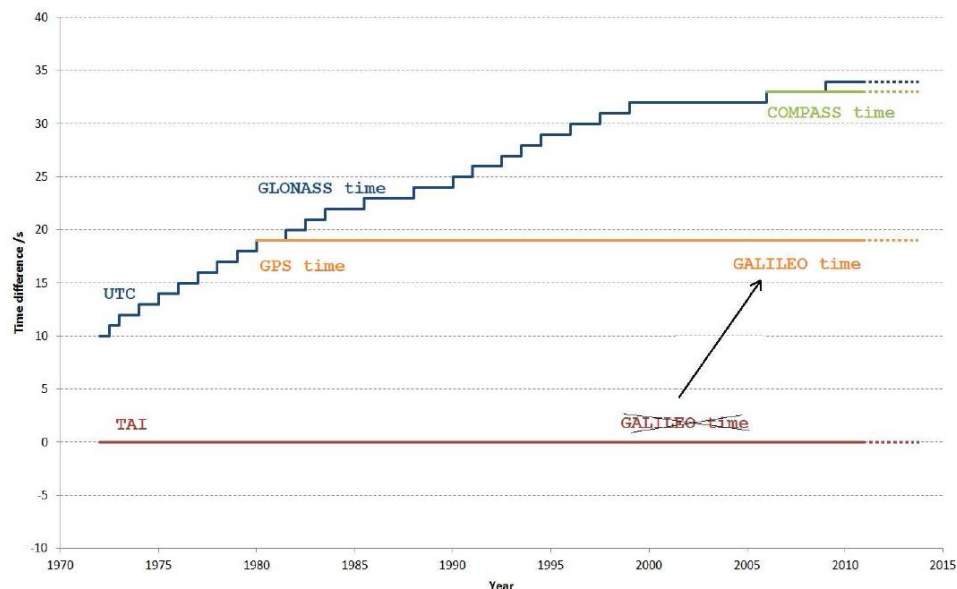
⁴² OPUS = Online Positioning User Service

⁴³ UTC = Coordinated Universal Time

⁴⁴ TAI = International Atomic Time

ända sedan år 2000 diskuterats om UTC ska upphöra med att tillämpa dessa. Diskussionerna runt ett förslag att genomföra detta har blivit utdragna, då vissa konservativa länder motsätter sig förändringen. Förhoppningen är att ett beslut ska fattas vid nästa "World Radiocommunication Conference" (WRC-15), som hålls 2–27 november 2015 i Geneve, Schweiz.

Det enda GNSS som har en tidsskala som följer UTC är Glonass, men med vissa problem. Tidsskalorna för Galileo, QZSS och IRNSS följer GPS-tid, vilken har 19 sekunders skillnad mot TAI (figur 10). Till för sex år sedan var det dock tänkt att Galileo skulle använda TAI. Tidsskalan för BeiDou har 33 sekunders skillnad mot TAI.



Figur 10: Illustration av relationerna mellan de olika tidsskalorna. Observera att ytterligare två skottsekunder för UTC har införts, så att skillnaden mellan UTC och TAI nu är 35 sekunder. Bild: Włodzimierz Lewandowski, BIPM.

I juli 2013 infördes en förbättrad daglig beräkning av UTC kallad UTCr⁴⁵. Denna kan underlätta synkroniseringen av tidsskalorna för de olika GNSS och det ägnas en hel del fokus på omdefinitionen av UTC inom GNSS-världen.

4.3.4 U.S. States and Local Government Session

Denna session är en session för underkommittén U.S. States and Local Government Subcommittee. Underkommittén behandlar

⁴⁵ UTCr = Rapid Coordinated Universal Time

amerikanska frågeställningar och den är ganska aktiv med vanligtvis två egna möten i USA varje år. Dock blev det enda mötet som var inplanerat under 2013 inställt p.g.a. den amerikanska budgetkrisen i oktober 2013.

5 Noteringar från ION GNSS+ 2013

Symposiet ION GNSS+ 2013 hölls på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 16–20 september 2013, vilket var det 26:e året i rad som ION:s satellitdivision arrangerade detta internationella tekniska möte. Symposiet hade samlat 1061 anmälda deltagare från 36 olika länder från världens alla sex kontinenter.

Från Lantmäteriet deltog Peter Wiklund, Gunnar Hedling och Martin Håkansson. Övriga svenska deltagare var Erik Axell (FOI), Erika Emilsson (FOI), Joakim Rydell (FOI), Björn Ågårdh (Satlab GeoSolutions AB), Birol Gucluer (Satlab GeoSolutions AB) samt Bo Gustafson (Datagrid). Från övriga nordiska länder fanns det elva anmälda från Norge (varav tre från Statens Kartverk), fyra från Finland samt en från Danmark.

ION GNSS+ 2013 inleddes de två första dagarna med CGSIC-mötet. Den andra dagen hölls även inledningssessionen för ION GNSS+ 2013.

Den tredje till den femte dagen hölls parallella sessioner med föredrag. Under dessa dagars förmiddagar respektive eftermiddagar hölls även paneldiskussioner, vilka bl.a. behandlade statusen för och utvecklingen av olika GNSS (se kapitel 2 och 3 om detta). På mässan som hölls under symposiet fanns 74 utställande företag och organisationer representerade (figur 11).



Figur 11: ION GNSS+ 2013 hölls på Nashville Convention Center, Tennessee, USA, 16–20 september 2013. Mässan som hölls under symposiet hade samlat 74 utställande företag och organisationer. Bild: Peter Wiklund.

Noteras kan att ett svensk företag i form av Satlab GeoSolutions AB deltog på mässan. Även DataGrid, Leica Geosystems och Trimble har svenska intressen.

Vid sidan av föredragen vid paneldiskussionerna, några utställarföredrag och några interna föredrag hölls sammanlagt 288 föredrag under symposiet och många var intressanta. Lantmäteriet medverkade inte med något föredrag i år, vilket man gjort under de två senaste åren. 2011 höll Gunnar Hedling föredraget "Error sources in network RTK" (Emardson et al., 2011) och 2012 höll Dan Norin föredraget "Test of RTCM Version 3.1 Network RTK Correction Messages (MAC) in the Field and on Board a Ship for Uninterrupted Navigation" (Norin et.al., 2012).

Två föredrag vid årets symposium var svenska, där bägge kom från FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. Det ena handlade om inomhusnavigering med en kombination av bildbehandling och tröghetsteknik (Rydell & Emilsson, 2013) och det andra redogjorde för en utvärdering av utrustningar för att detektera störningar (Axell et al., 2013).

Flera bra föredrag handlade om jonosfären. Huvudpersoner i flera av dessa var som vanligt Susan Skone (University of Calgary), Anthea Coster (MIT⁴⁶ Haystack Observatory) samt Seebany Datta-Barua (Illinois Institute of Technology), så här kan man prata om en kvinnlig forskargrupp. Deras forskning är baserad på speciella GNSS-mottagare som är anpassade för att bestämma jonosfären genom att bl.a. mäta med mycket höga frekvenser som 100 eller 200 Hz.

Med sådana GNSS-mottagare kan man se "bubblor" i jonosfären med storlekar på 10–100 m, medan normal GNSS-sampling på 1 Hz begränsar storleken på de observerbara bubblorna till några kilometer eller så. Seebany Datta-Barua rapporterade om ett litet jonosfärsobservatorium i Calgary i Kanada bestående av tre 100 Hz-mottagare placerade i en triangel. Det är lite tråkigt dock att man satsar så mycket pengar på jonosfärsforskning på ett jonosfärs-mässigt rätt ointressant ställe som Calgary. Calgary ligger på 51:a breddgraden. I Europa motsvarar det ungefär Frankfurt am Main i Tyskland. Tänk om vi haft något liknande i Kiruna som ligger på 67:e breddgraden? 100 Hz-GNSS-mottagare kostar inte så mycket idag och det går även att få Internetförbindelser på 1 Gbit för en inte så stor penning.

⁴⁶ MIT = Massachusetts Institute of Technology

Många föredrag behandlade även möjligheten att kombinera flera GNSS på olika sätt samt PPP⁴⁷ i olika former. PPP bygger på att beräknade banddata, satellitklockkorrektioner, jordrotationsparametrar m.m. samt korrektioner för fördröjningar genom atmosfären sänds till mottagaren via geostationära satelliter eller mobilt Internet. PPP ger en något högre mätosäkerhet än vanlig RTK och kräver en konvergenstid, men har fördelen att det inte alls behövs ett så tätt nät av referensstationer samt att korrektionerna tar mycket mindre plats än vanliga RTK-korrektioner. Användning av positioneringstjänster baserade på PPP i Sverige är inte så vanlig eftersom vi ligger så långt norrut och geostationära satelliter då ligger nära horisonten och lätt blir skymda.

Trimble hade inte med ett enda föredrag, medan Leica Geosystems hade ett om att utnyttja nya GNSS och nya signaler med speciellt fokus på BeiDou (Fairhurst et al., 2013).

6 Nästa CGSIC-möte

Nästa CGSIC-möte, det 54:e, kommer även det att hållas i Tampa, Florida, 8-9 september 2014 som en integrerad del av ION GNSS+ 2014, vilket hålls 8-12 september 2014.

Nästa europeiska IISC-möte är inte inplanerat.

7 Slutord

GNSS och PNT har en bred användning inom Sverige och då utvecklingen inom området är snabb finns det ett stort informationsbehov. Deltagande i CGSIC-mötena/ION GNSS+ ger möjlighet att få informationen direkt från "källan". Mötena ger även en möjlighet till ett brett kontaktnät och tillfälle att föra ut svenska GNSS-tillämpningar.

8 Referenser

Axell E, Eköf F M, Alexandersson M, Johansson P, Akos D M (2013): *Jamming Detection in GNSS Receivers: Performance Evaluation of Field Trials*. ION, ION GNSS+ 2013, 16-20 september 2012, sid 2542-2551, Nashville Tennessee, USA.

⁴⁷ PPP = Precise Point Positioning

- Emardson R, Jarlemark P, Johansson J, Bergstrand S, Hedling G (2011): *Error Sources in Network RTK*. ION, ION GNSS 2011, 19–23 september 2011, sid 2175–2178, Portland, Oregon, USA.
- Fairhurst P, Luo X, Aponte J (2013): *New Systems, New Signals, New Positions – Providing BeiDou Integration*. ION, ION GNSS+ 2013, 16–20 september 2012, sid 3214–3220, Nashville Tennessee, USA.
- Hedling G (2013): *Reserapport från RTCM SC-104-mötet i Nashville 2013-09-16 till 2013-09-17*. Lantmäteriet, PM, Gävle.
- Lilje M (2013): *The Eighth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG-8)*. FIG⁴⁸, reserapport.
- Norin D (2012a): *Reserapport från CGSIC:s 52:a möte vid ION GNSS 2012, Nashville, Tennessee, USA, 17–21 september 2012*. Lantmäteriet, reserapport, Gävle.
- Norin D (2012b): *Noteringar från 2012 års CGSIC-möte*. Radionavigeringsnämnden, RNN bulletinen, nr 1 2012.
- Norin D, Sunna J, Lundell R, Hedling G, Olsson U (2012): *Test of RTCM Version 3.1 Network RTK Correction Messages (MAC) in the Field and on Board a Ship for Uninterrupted Navigation*. ION, ION GNSS 2012, 17–21 september 2012, sid 1147–1157, Nashville Tennessee, USA.
- Rydell J & Emilsson E (2013): *CHAMELEON v2: Improved Imaging-Inertial Indoor Navigation*, ION, ION GNSS+ 2013, 16–20 september 2012, sid 737–745, Nashville Tennessee, USA.

⁴⁸ FIG = Fédération Internationale des Géomètres (International Federation of Surveyors)