

RESERAPPORT

2012-12-06

## Reserapport från CGSIC:s 52:a möte vid ION GNSS 2012, Nashville, Tennessee, USA, 17–21 september 2012

### 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 52:a CGSIC-mötet anordnades i Nashville, Tennessee, USA, 17–18 september 2012 och det hade samlat ca 220 deltagare (figur 1). Lantmäteriet är svensk kontaktorganisation för CGSIC och var på mötet representerat av undertecknad.



**Figur 1:** 52:a CGSIC-mötet arrangerades på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 17–18 september 2012. Bild: Dan Norin.

#### Dan Norin

Lantmäteriet Informationsförsörjning Geodesi 801 82 Gävle  
Tfn: 026-63 37 45 Fax: 026-61 06 76  
E-post: dan.norin@lm.se Internet: www.lantmateriet.se

För närvarande (december 2012) har **GPS** 31 aktiva satelliter. Under det senaste året har det skjutits upp en GPS-satellit (oktober 2012) och den blev aktiv 14 november 2012. Den är den tredje av den senaste modellen (block IIF), vilken sänder ut den nya L5-signalen. Ytterligare 9 block IIF-satelliter håller på att tas fram och en är planerad att bli uppskjuten under maj 2013. Tidigast 2023/24 räknar man med att ha 24 satelliter som sänder L5 och tidigast 2020 uppskattar man att det finns 24 satelliter som sänder L2C-signalen, som fanns med redan på block IIR-M-satelliterna. 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 budgetåstramningar, vilket skulle kunna bidra till en negativ påverkan på bl.a. satellitkonstellationen och planerna på att kunna skjuta upp två block III-satelliter samtidigt.

Det ryska **Glonass** fick 8 december 2011 återigen (efter en kortare period under 1996) en full konstellation med 24 aktiva satelliter. Ett nytt federalt Glonass-program som löper under åren 2012–2020 har tagits fram och det blev slutligen antaget 3 mars 2012. Utvecklingen av nästa satellitmodell efter Glonass-M som kallas Glonass-K fortsätter. Efter två testsatelliter kommer den första operationella Glonass-K-satelliten att skjutas upp under 2014.

Det europeiska **Galileo** befinner sig i en valideringsfas bestående av fyra fullt operationella satelliter. De två första satelliterna sköts upp 21 oktober 2011 och de efterföljande två sköts upp 12 oktober 2012. Tidigare har det även funnits två testsatelliter i bana runt jorden kallade Giove-A och Giove-B, men dessa är numera tagna ur bruk. Planerna är nu att skjuta upp ytterligare 14 satelliter med början under andra kvartalet 2013, så att en konstellation med 18 satelliter kan uppnås under slutet av 2014 och vara i full drift 2015–2016. Ytterligare åtta satelliter planeras sedan under 2015 och en full konstellation med 30 satelliter förväntas runt 2018–2020.

Kinas utveckling av ett fullt utbyggt GNSS kallat **Compass** fortsätter enligt fastlagda planer. Inom BeiDou-programmet som ska leda till detta har sex satelliter skjutits upp under 2012 och systemet består nu av 16 satelliter. Ett regionalt system med täckning över delar av östra Asien och Pacific-området blev klart 2012 (tjänsterna tillhandhålls under 2013).

## 1 Bakgrund

Det amerikanska satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystemet GPS<sup>1</sup> 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 CGSIC<sup>2</sup> bildats. CGSIC håller varje år i september ett internationellt möte i anslutning till och sedan 2010 även som en integrerad del av det stora årliga symposiet ION<sup>3</sup> GNSS<sup>4</sup>.

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 2012 års CGSIC-möte och ION GNSS 2012, 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 2012 av David Blanchard, Europeiska kommissionen (Galileo) Sergey Rezniviykh, Russian Federal Space Agency (Glonass), John Betz, MITRE Corporation (moderator för paneldiskussionen), överste Bernard J Gruber, GPS Directorate (GPS), Qiaohua Huang, China Satellite Navigation Office (Compass), Xiancheng Ding, China Beidou Management Office (Compass), och Satoshi Kogure, Japan Space Exploration Agency (QZSS). Bild: Dan Norin.

<sup>1</sup> GPS = Global Positioning System

<sup>2</sup> CGSIC = Civil GPS Service Interface Committee

<sup>3</sup> ION = Institute Of Navigation

<sup>4</sup> GNSS = Global Navigation Satellite Systems

En kortare rapport från 2012 års CGSIC-möte finns även publicerad hos Radionavigeringsnämnden (Norin, 2012b). En annan organisation som brukar passa på att hålla möte i anslutning till ION GNSS är RTCM SC-104<sup>5</sup> och så skedde även 2012 (Hedling, 2012b).

## 2 Status, policy och framtidsplaner för GPS

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

### 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 SMC<sup>6</sup> 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 (se även figur 4):



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

<sup>5</sup> RTCM SC-104 = Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committee 104

<sup>6</sup> SMC = Space and Missile Systems Center

- **Militärt:** *Försvarsdepartementet, Flygvapnet, Schriever Air Force Base, GPSOC<sup>7</sup> (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, FAA<sup>8</sup>, NOCC<sup>9</sup>*



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

## 2.2 Statusen för GPS

För närvarande (december 2012) har GPS 31 aktiva satelliter. Under det senaste året har en GPS-satellit skjutits upp (4 oktober 2012) och den blev aktiv 14 november 2012. Den är den tredje 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 ARNS<sup>10</sup> används. Signalen ger således möjlighet till större tillförlitlighet, men även till utveckling av nya tekniker med en positionsosäkerhet på centimeternivå, liksom till internationell interoperabilitet<sup>11</sup>. L5-signalen kan även hjälpa till att förkorta initialiseringstiden vid RTK<sup>12</sup>-mätning.

Ytterligare nio block IIF-satelliter håller på att tas fram och alla kommer att vara tillverkade till sommaren 2013, där den första av dessa är planerad att bli uppskjuten under maj 2013. Datumet då man räknar med att ha 24 satelliter som sänder L5 är förskjutet till tidigast 2023/24 och tidigast 2020 uppskattar man att det finns 24

<sup>7</sup> GPSOC = GPS Operations Center

<sup>8</sup> FAA = Federal Aviation Administration

<sup>9</sup> NOCC = National Operations Control Center

<sup>10</sup> ARNS = Aeronautical Radio Navigation Services

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> RTK = Real Time Kinematic

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 kommer möjligheten till kodlös åtkomst av L2 att upphöra och det exakta datumet för detta är satt till 31 december 2020.

Block III-satelliter, med bl.a. en ny civil signal kallad L1C, kommer att skjutas upp med början 2015 och ungefär 2026 är avsikten att det kommer att finnas 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.

I figur 5 finns en sammanställning av alla uppskjutna GPS-satelliter och hur många som fortfarande är i drift.

Block	Uppskjutningsår	Totalt antal	Antal aktiva
<b>I</b>	1978-1985	11	0
<b>II</b>	1989-1990	9	0
<b>IIA</b>	1990-1997	19	9
<b>IIR</b>	1997-2004	13	12
<b>IIR-M</b>	2005-2009	8	7
<b>IIF</b>	2010-	3	3
<b>Summa</b>	1978-	63	31

**Figur 5:** Antalet hittills uppskjutna GPS-satelliter genom tiderna och hur många som är aktiva (december 2012).

Kontrollsegmentet för GPS har moderniserats under de senaste åren och vad som är aktuellt nu är att arbetet med det nya operationella kontrollsystemet kallat OCX<sup>13</sup> har kommit till en mer aktiv fas. Införandet 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 bl.a. antalet satelliter som det teoretiskt är möjligt att använda att öka, då antalet PRN<sup>14</sup>-koder som systemet kan hantera kommer att gå från dagens 32 till troligen 64 stycken.

Finansiellt har GPS under senaste tiden drabbats av en del nedskärningar och budgetåtstramningar. Detta har bidragit till att

<sup>13</sup> OCX = Next Generation Operational Control System

<sup>14</sup> PRN = Pseudo Random Noise

det verkar finnas en viss oro för att GPS framöver inte ska klara av att vidmakthålla en satellitkonstellation på dagens nivå (31 satelliter). Oron verkar finnas trots att OCX är på gång och trots att det för närvarande finns fyra satelliter i omlopp som inte är aktiva. Budgetåtstramningar är inte den enda anledningen till glesare satellituppskjutningar, det råder även generellt en viss brist på bärraketer och möjliga uppskjutningstillfällen. En fråga som det kanske skulle kunna gå att ställa sig, under förutsättning att OCX inte blir försenat, är då om alla tillverkade block IIF-satelliter kommer att bli uppskjutna. En annan anledning till att ställa en sådan fråga skulle kunna vara faktumet att block III-satelliterna är klart bättre än block IIF-satelliterna rörande t.ex. signalkvalitet och beräknad livslängd (15 mot 12 år).

För att sänka kostnader och möjliggöra 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 den nionde och tionde block III-satelliten, vilka är planerade att bli uppskjutna runt 2019.

Informationen vid CGSIC-mötet om statusen för GPS-systemet gavs av både *överste Bernard J Gruber, chef för GPS Directorate* och *överstelöjtnant Thomas R Ste Marie, chef för 2nd Space Operations Squadron*.

## 2.3 PNT-policyn

På liknande sätt som GNSS har blivit en etablerad term för GPS och liknande satellitsystem, så har PNT<sup>15</sup> 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.

---

<sup>15</sup> PNT = Positioning, Navigation and Timing

Samtliga organisationer som ingår i PNT-kommittén är:

- Försvarsdepartementet
- Transportdepartementet
- Utrikesdepartementet
- Handelsdepartementet
- Departementet för nationell säkerhet
- Inrikesdepartementet
- Jordbruksdepartementet
- JSC<sup>16</sup>
- NASA<sup>17</sup>

En insats PNT-kommittén gjort under 2012 är att sammanställa och vidarebefordra rekommendationer i interferens- och spektrumfrågor kopplade till LightSquared, se vidare kapitel 5 om LightSquared.

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 tionde) hölls 14–15 augusti 2012. För närvarande (perioden 2011–2013) ingår 24 personer, där två är européer (en från Norge och en Schweiz) och två till är icke-amerikaner.

Den som vid CGSIC-mötet presenterade det arbete som pågår inom PNT-kommittén var *överste Harold W. Martin III, biträdande chef för NCO*<sup>18</sup>. 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 6). Chefskapet för NCO (PNT-sekretariatet) har för de tre senaste åren innehafts av Anthony Russo, men fr.o.m. 16 december 2012 kommer det att övertas av Jan Brecht-Clark.

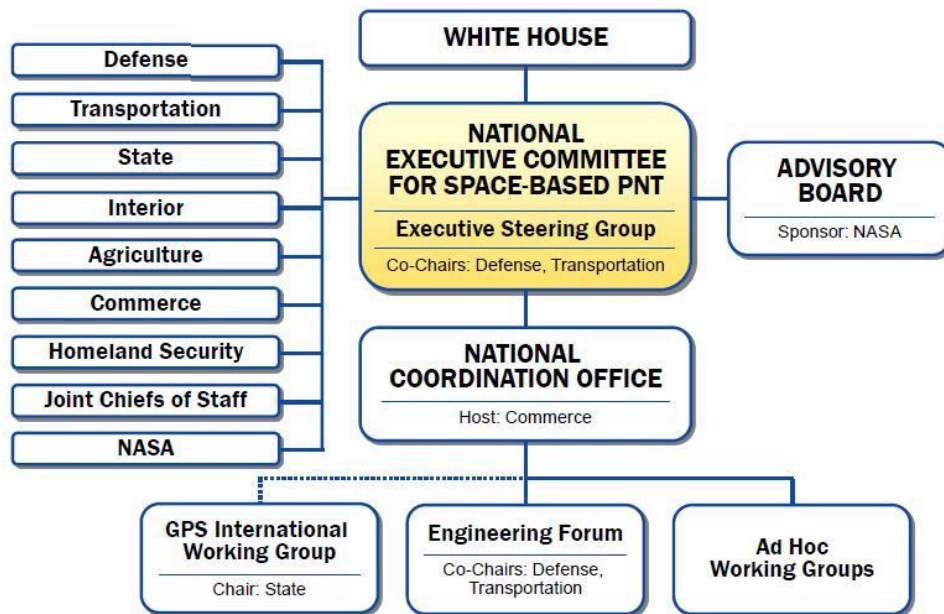
---

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

<sup>17</sup> NASA = National Aeronautics and Space Administration

<sup>18</sup> NCO = National Coordination Office for Space-Based PNT





**Figur 6:** Organisationen runt PNT-kommittén. Bild: *www.gps.gov*.

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

- **National Space-Based PNT Strategy;** ett strategidokument som tas fram av PNT-kommittén. Det implementerar visionen i PNT-policy.
- **Five-Year National Space-Based PNT Plan;** en femårig plan som tas fram av PNT-kommittén. Den verkställer innehållet i PNT-policy 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).
- **National Space Policy;** ett policydokument som beskriver USA:s alla rymdaktiviteter. Policy 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 IDM<sup>19</sup> 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

<sup>19</sup> IDM = Interference Detection and Mitigation

system kallat Patriot Watch™ 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 2010.

Tidigare var den webb-baserade informationen om GPS och om PNT-kommitténs arbete m.m. spridda på några olika hemsidor. Fr.o.m. 2012 är dock all information samlad på [www.gps.gov](http://www.gps.gov) (Figur 7). NCO (PNT-sekretariatet) ansvarar för informationen, medan NOAA<sup>20</sup> driver själva hemsidan, som är väl värd ett besök. Här finns även numera all information om CGSIC, vilken tidigare fanns på hemsidan för Navigation Center.



**Figur 7:** Hemsidan på [www.gps.gov](http://www.gps.gov) har fått en rejäl ansiktslyftning, där den webb-baserade informationen om GPS och informationen om PNT-kommitténs arbete m.m. numera är samlad.

## 2.4 Internationell samverkan

Utrikesdepartementet ansvarar för USA:s internationella samverkan inom PNT-området. Vid CGSIC-mötet poängterade *Ray E Clore, 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.

- **EU<sup>21</sup>:** 2004 undertecknades en överenskommelse mellan GPS och Galileo om bl.a. en gemensam civil signal på L1. Det har pågått arbete för att säkerställa att överenskommelsen är gällande och EU-parlamentet lämnade sitt godkännande av

<sup>20</sup> NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration

<sup>21</sup> EU = Europeiska Unionen

detta 26 oktober 2011 och EU-rådet bekräftade det i december 2011.

- **Ryssland:** Gemensamma uttalanden som avser fortsatt samarbetet undertecknades i september 2011 och i juni 2012. Ryssland har önskemål om att förlägga kontrollstationer för Glonass i USA.
- **Kina:** Möten hålls. Av politiska skäl sker förhandlingar för att samordna frekvensanvändningen genom ITU<sup>22</sup>. Ett beslut om att koordinera signalkompatibiliteten slöts i september 2010.
- **Japan:** Det hålls årliga möten i positiv anda.
- **Indien:** Vid ett möte i juli 2011 beslutades det att återuppta samverkan, som dock går långsamt.

För att stärka utvecklingen och främja användningen av GNSS, särskilt i utvecklingsländer, har ICG<sup>23</sup> bildats. Kommittén har sitt ursprung i den tredje FN<sup>24</sup>-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 sju möten hållits och det senaste mötet hölls i Peking, Kina, 4–9 november 2012 (Lilje, 2012). Nästa ICG-möte kommer att hållas i Dubai, Förenade Arabemiraten, 10–14 november 2013.

## 2.5 WAAS

WAAS<sup>25</sup> är ett amerikanskt satellitbaserat stödsystem för GPS (s.k. SBAS<sup>26</sup>), 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 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.*

<sup>22</sup> ITU = International Telecommunication Union

<sup>23</sup> ICG = International Committee on GNSS

<sup>24</sup> FN = Förenta Nationerna

<sup>25</sup> WAAS = Wide Area Augmentation System

<sup>26</sup> SBAS = Satellite Based Augmentation System

En övergång till tvåfrekvensmätningar med L1/L5 inleds 2014 och beräknas bli operationellt 2019.

## 2.6 NDGPS

Transportdepartementet ansvarar tillsammans med U.S. Coast Guard och Army Corps of Engineers för NDGPS<sup>27</sup>, som är en amerikansk DGPS-tjänst där korrektionerna sänds ut från fasta referensstationer via radiosändare. *Timothy A Klein, Transportdepartementet, RITA*<sup>28</sup>, 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. Avsikten är också att anställa en Program Manager under 2012.

## 3 Status för övriga GNSS

### 3.1 Glonass

Utvecklingen för det ryska Glonass har varit god den senaste tiden:

- Systemet fick 8 december 2011 återigen (efter en kortare period under 1996) en full konstellation med 24 aktiva satelliter (bestående av Glonass-M-satelliter).
- Ett nytt federalt Glonass-program har tagits fram och det blev slutligen antaget 3 mars 2012. Det löper under åren 2012–2020 och innehåller även budgetuppgifter. Finansieringen för fortsatt utveckling och drift, vilken kommer från både Russian Space Agency och försvarsdepartementet, ser således stabil ut.
- 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 är planerad för slutet av 2012.

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-

<sup>27</sup> NDGPS = Nationwide Differential Global Positioning System

<sup>28</sup> RITA = Research and Innovative Technology Administration

signalerna sänds ut med s.k. frekvensåtskillnad (FDMA<sup>29</sup>), så sänds L3-signalen ut med s.k. kodåtskillnad (CDMA<sup>30</sup>), som GPS använder för samtliga signaler. Den första av de operationella satelliterna (modellen kallas Glonass-K2) kommer att skjutas upp under 2014 och för dessa kommer L1- och L2-signalerna att sändas ut med både frekvensåtskillnad och kodåtskillnad.

Den senaste Glonass-M-satelliten sköts upp 28 november 2011 och ett bakslag kom när det upptäcktes ett fel på levererade satelliter. Därför har sex satelliter skickats tillbaka till fabrik för att få ett chip utbytt. 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 2012) 23 aktiva satelliter, fem 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 (IOV<sup>31</sup>) 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 8).

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

---

<sup>29</sup> FDMA = Frequency Division Multiple Access

<sup>30</sup> CDMA = Code Division Multiple Access

<sup>31</sup> IOV = In Orbit Validation



**Figur 8:** Två Galileo-satelliter sköts upp från Kourou i Franska Guyana 12 oktober 2012. Bild: ESA<sup>32</sup> – S. Corvaja, 2012.

Planerna är nu att genomföra fem ytterligare Soyuz-uppskjutningar (tio satelliter) med en uppskjutning varje kvartal fr.o.m. andra kvartalet 2013 och t.o.m. andra kvartalet 2014. Därefter planeras en ytterligare uppskjutning under fjärde kvartalet 2014, vilken dock kommer att ske med en fransk Ariane 5-raket, vilken kan ta fyra Galileo-satelliter. En konstellation med 18 satelliter kan då uppnås under slutet av 2014 och vara i full drift 2015–2016. Kontrakt på åtta ytterligare satelliter skrevs 2 februari 2012 och dessa kommer att tas upp genom två Ariane 5-uppskjutningar under 2015. En full konstellation med 30 satelliter förväntas runt 2018–2020 och fram till dess kommer det att vara vissa begränsningar i Galileos tjänster. Den föreslagna budgeten för Galileo och stödsystemet Egnos<sup>33</sup> för EU:s nästa finansiella perspektiv (2014–2020) ligger på ca 1 miljard Euro per år.

### 3.3 Compass

Kinas utveckling av ett fullt utbyggt GNSS kallat Compass fortsätter enligt fastlagda planer. Satellituppskjutningarna i BeiDou-programmet som ska leda till detta fortsätter därvid i oförminskad

<sup>32</sup> ESA = European Space Agency

<sup>33</sup> Egnos = European Geostationary Navigation Overlay Service

skala, under 2012 har hela sex satelliter skjutits 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 (tjänsterna tillhandhålls under 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 (27 i global bana, 5 geostationära och 3 geosynkrona) ska vara klart 2020.

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. Den 27 december 2011 släpptes en andra version av dokumentet "Development of BeiDou Navigation Satellite System" samt en preliminär version av ICD<sup>34</sup>. En formell version av ICD väntas bli släppt i slutet av 2012.

### 3.4 QZSS

Någon mer japansk QZSS<sup>35</sup>-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 ytterligare tre satelliter 2018 (en geostationär och två geosynkrona) samt att längre fram ha en slutig konstellation bestående av sju satelliter.

---

<sup>34</sup> ICD = Interface Control Document

<sup>35</sup> QZSS = Quasi-Zenith Satellite System

### 3.5 IRNSS

IRNSS<sup>36</sup> är ett indiskt system som ska bli ett oberoende GNSS, men bara med regional täckning. Våldigt lite har hörts om utvecklingen av systemet, men planerna var att ha sju satelliter (3 geostationära och 4 geosynkrona), där den första skulle bli uppskjuten under 2012.

## 4 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. 2012 års CGSIC-möte, det 52:a, hölls i Nashville, Tennessee, USA, 17-18 september 2012. Det föregående CGSIC-mötet hölls i Portland, Oregon, i september 2011 (Norin, 2012a och Norin, 2011).

CGSIC har fyra underkommittéer:

- **International Information Subcommittee (IISC<sup>37</sup>)**
- **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. För ett antal år sedan togs ordet "Information" bort i namnet och förkortning var ISC, men numera har man återgått till det ursprungliga namnet och den ursprungliga förkortningen. 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 och där innan arrangerade Lantmäteriet tillsammans med AJ Geomatics ett i Stockholm 27 oktober 2009. IISC organiserade även en av sessionerna vid 2011 års Munich Satellite Navigation Summit i München 3 mars 2011.

<sup>36</sup> IRNSS = Indian Regional Navigation Satellite System

<sup>37</sup> IISC = International Information Subcommittee



Lantmäteriet är svensk kontaktorganisation för både CGSIC och IISC.

## 4.1 Aktuell bemanning i CGSIC

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:** *Captain William Burns, 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, tre representanter för tre olika transportområden (luftfart (FAA), land (FHWA<sup>38</sup>) och sjöfart (U.S. Coast Guard)) samt en representant för GIAC<sup>39</sup>.

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*
  - **Regional vice ordförande i IISC för Australien/Oceanien:** Tillfälligt vakant
  - **Regional vice ordförande i IISC för Nordamerika:** *Mike Swiek, U.S. GPS Industry Council*

<sup>38</sup> FHWA = Federal Highway Administration

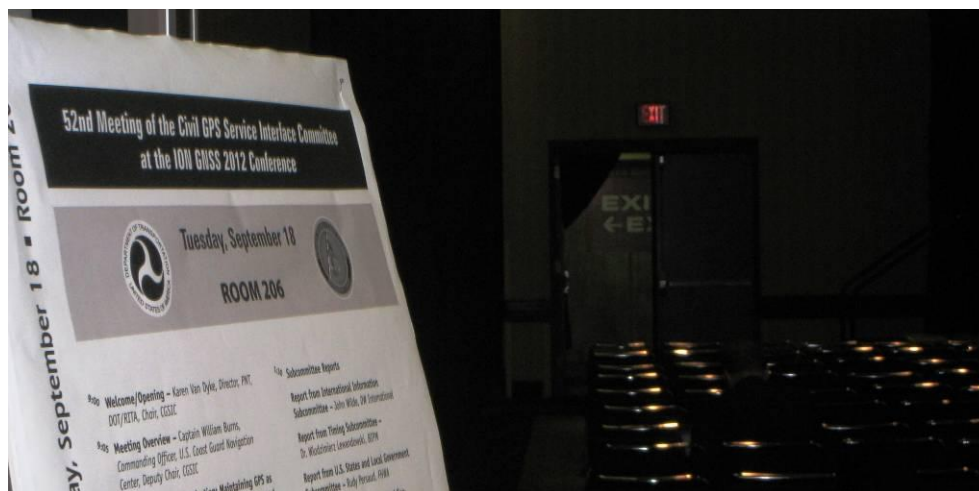
<sup>39</sup> GIAC = GPS Interagency Advisory Council

- **Ordförande i Surveying, Mapping and Geosciences Subcommittee:** *Giovanni Sella, handelsdepartementet, NOAA, NGS<sup>40</sup>*
- **Ordförande i Timing Subcommittee:** *Włodzimierz Lewandowski, BIPM<sup>41</sup>, Paris, Frankrike*
- **Ordförande i U.S. States and Local Government Subcommittee:** *Rudy Persaud, transportdepartementet, FHWA*

## 4.2 Allmänt om det 52:a CGSIC-mötet

Det 52:e CGSIC-mötet hölls på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 17–18 september 2012 (figur 9–10). Mötet hade samlat ca 220 deltagare, varav huvuddelen kom från olika departement, myndigheter och organisationer i USA.

Uppskattningsvis kom 30-talet deltagare från Europa (en hel del från Ryssland) och ungefär lika många kom från Asien/Pacific-området. Undertecknad var den enda svenske deltagaren. Från Norden fanns det åtminstone en deltagare från Danmark och tre–fyra från Norge närvarande.



**Figur 9:** Det 52:a CGSIC-mötet hölls på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 17–18 september 2012, vilket var i samma lokaler som hela ION GNSS 2012 hölls i. Bild: Dan Norin.

Powerpoint-presentationerna från mötet finns utlagda på [www.gps.gov/cgsic/meetings/2012](http://www.gps.gov/cgsic/meetings/2012).

<sup>40</sup> NGS = National Geodetic Survey

<sup>41</sup> BIPM = Bureau International des Poids et Mesures (internationella byrån för vikt och mått)

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

En nyhet för 2012 är att all webb-baserad information om CGSIC, vilken tidigare fanns på den tämligen dåligt uppdaterade hemsidan för Navigation Center, numera finns på [www.gps.gov](http://www.gps.gov) (se vidare avsnitt 2.3). Det ska dock sägas att Navigation Center fortsätter att handha CGSIC och att ge den civila operationella användarsupporten för GPS.



**Figur 10:** Nashville, där 2012 års CGSIC-möte hölls, ligger i Tennessee och anser sig vara den mest musikaliska staden i världen. Bild: Dan Norin.

### **4.3 Avhandlat vid underkommittéernas sessioner under det 52:a 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. 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 uppskattat föredrag om störning av fordonsburen GPS-användning. Sådana störningar har studerats i ett brittiskt projekt som heter SENTINEL<sup>42</sup>.

### 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 "CORS<sup>43</sup> 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 OPUS<sup>44</sup>.

Sessionen brukar främst ha geodetiskt inriktade föredragshållare från NGS. Även om ambitionen inför årets möte var att ha föredrag från externa användare, så var samtliga föredragshållare från NGS.

*Giovanni Sella, Handelsdepartementet, NOAA, NGS*, berättade främst om CORS-nätet, där nu ca 1900 referensstationer ingår. Han redogjorde för resultatet av den uppdatering av koordinaterna som skedde inför föregående års CGSIC-möte och som gör att alla NGS-produkter nu baseras på IGS08 2005.00 samt för en ny hastighetsmodell för Alaska.

*Neil Weston, Handelsdepartementet, NOAA, NGS*, behandlade OPUS.

*Dave Doyle, Handelsdepartementet, NOAA, NGS*, gav en beskrivning av uppdateringarna av USA:s geodetiska referenssystem (NAD83) och geoidmodell (Geoid12).

### 4.3.3 Timing Session

Denna session är en session för underkommittén Timing Subcommittee. Rörande tidsskalor så infördes den senaste skottsekunden för UTC<sup>45</sup> 30 juni 2012, vilket gör att tidsskillnaden mellan UTC och internationell atomtid, TAI<sup>46</sup>, nu är 35 sekunder. Då

<sup>42</sup> SENTINEL = GNSS Services Needing Trust In Navigation, Electronics, Location & timing

<sup>43</sup> CORS = Continuously Operating Reference Station

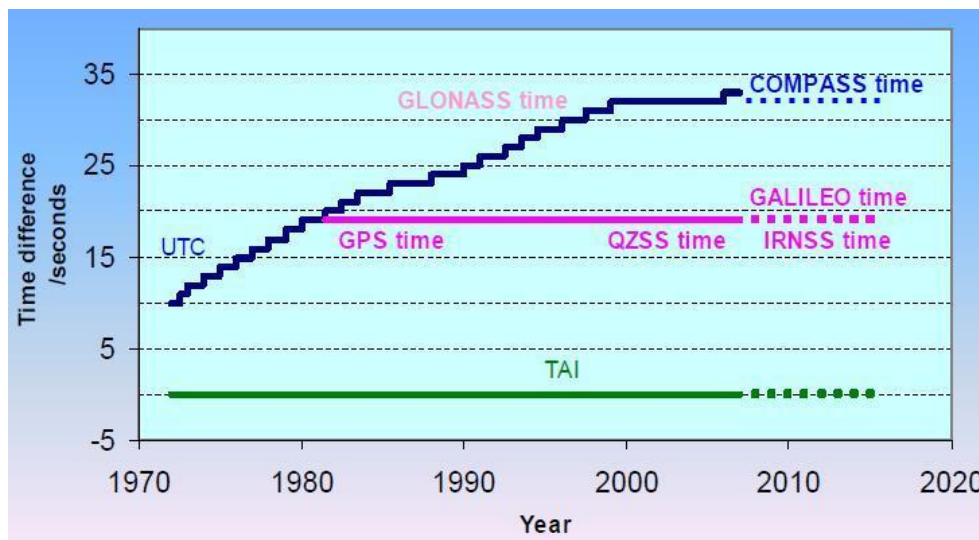
<sup>44</sup> OPUS = Online Positioning User Service

<sup>45</sup> UTC = Coordinated Universal Time

<sup>46</sup> TAI = International Atomic Time

skottsekunder medför problem i en hel del tillämpningar har det 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 det. Förhoppningen är att ett beslut ska fattas vid 2015 års "World Radio Conference".

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 11). Till för fem år sedan var det dock tänkt att Galileo skulle använda TAI. Tidsskalan för Compass har 33 sekunders skillnad mot TAI.



**Figur 11:** 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.

Det kan även nämnas att 2012 års upplaga av det årliga internationella symposiet EFTF<sup>47</sup> hölls i Sverige, närmare bestämt 23–27 april i Göteborg. Arrangörer var Chalmers Tekniska Högskola och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (Hedling, 2012a).

#### 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 amerikanska frågeställningar och den är ganska aktiv med vanligtvis

<sup>47</sup> EFTF = European Frequency and Time Forum

två egna möten i USA varje år. Sessionen tog bl.a. upp trafikrelaterade system i Tennessee.

## 5 Noteringar från ION GNSS 2012

Symposiet ION GNSS 2012 hölls på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 17–21 september 2012. I år var det lite av ett jubileum, eftersom det var 25:e året i rad som ION:s satellitdivision arrangerade detta internationella tekniska möte. Symposiet hade samlat 1274 anmälda deltagare från 33 olika länder från hela världen.

Från Lantmäteriet deltog Dan Norin, Gunnar Hedling och Martin Håkansson. De svenskanknutna deltagarna i övrigt var Mickey Nasiri från CSR och Bo Gustafson från Datagrid. Från övriga nordiska länder fanns det tio anmälda från både Norge och Finland (varav en från Geodetiska institutet) samt tre från Danmark.

ION GNSS 2012 inleddes de två första dagarna med CGSIC-mötet. Den andra dagen hölls även inledningssessionen för ION GNSS 2012.

Den tredje till den femte dagen hölls parallella sessioner med föredrag. Under dessa dagars förmiddagar respektive eftermiddagar hölls även paneldiskussioner, vilka huvudsakligen behandlade statusen för och utvecklingen av olika GNSS (se kapitel 2 och 3 om detta). På mässan som hölls under symposiet fanns 78 utställande företag och organisationer representerade (figur 12).



**Figur 12:** ION GNSS 2012 hölls på Nashville Convention Center i Nashville, Tennessee, USA, 17–21 september 2012. Mässan som hölls under symposiet hade samlat 78 utställande företag och organisationer. Bild: Dan Norin.

Vid sidan av föredragen vid paneldiskussionerna och några utställarföredrag hölls sammanlagt 294 föredrag under symposiet

och många var intressanta. Som vid föregående symposium 2011, då Gunnar Hedling höll föredraget "Error sources in network RTK" (Emardson et al., 2011), så medverkade Lantmäteriet även i år med ett föredrag. Det var Dan Norin som höll detta och det hade titeln "Test of RTCM Version 3.1 Network RTK Correction Messages (MAC) in the Field and on Board a Ship for Uninterrupted Navigation" (figur 13).



**Figur 13:** Vid sessionen "Geodesy, Surveying & RTK for Civil Applications" under ION GNSS 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". Bild: Martin Håkansson.

Föredraget och den tillhörande artikeln behandlade den metod för att utnyttja nätverks-RTK-tekniken som kallas nätverks-RTK-meddelande (Norin et al., 2012). Innehållet var till stor del baserat på ett nyligen genomfört examensarbete (Lundell, 2012) och på testmätningar genomförda tillsammans med Sjöfartsverket i farvattnen utanför Öregrund.

Företaget LightSquared behandlades under föredragen inte alls i samma utsträckning som vid 2011 års ION GNSS. Samma oro finns inte längre (i varje fall tillfälligt), efter beslut under det senaste året, för dess planer att i USA bygga upp ett markbaserat nät för mobilkommunikation (4G) med upp till 40 000 basstationer. LightSquared hade begärt att få använda ett spektrum ursprungligen avsett för kommunikation med satelliter som ligger strax under GPS (och Glonass) L1-signal. Tester under sommaren/hösten 2011 hade

påvisat att nätet skulle kunna ge störningar på en majoritet av dagens GPS-mottagare.

Många föredrag behandlade PPP<sup>48</sup> i olika former och störningar från jonosfären var också ofta på tapeten. 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 konvergens-tid, 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. Flera föredrag behandlade metoder för att förkorta konvergenstiden. 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.

En intressant utveckling presenterades av *Javad Ashjaee, Javad GNSS*. I den senaste modellen av den GNSS-mottagare som heter Delta finns det en digital spektrumanalysator inbyggd. Detta skulle kunna vara användbart nu när en stor mängd nya frekvensområden kommer att börja användas i och med utbyggnaden av befintliga och införandet av nya GNSS. Spektrumanalysatorn kan analysera om det finns någon främmande signal (störning) som är överlagrad på de kända GNSS-signalerna.

*Trimble* höll sammanlagt tre föredrag (*Ken Doucet, Herbert Landau och Rodrigo Leandro*) kopplade till den nya tekniken RTX™ och dess globala tjänst kallad Centerpoint™ RTX™. RTX bygger på PPP-tekniken och ett globalt nät av mer än 100 fasta referensstationer används, där en station ligger i Sverige (Linköping). Tjänsten kan även användas tillsammans med ett tätare nät av stationer som en kombination av PPP och RTK, men detta finns ännu bara tillgängligt i ett område i USA:s Mellanvästern. Tjänsten finns både som realtidstjänst och för efterberäkning. Realtidsdata sänds ut i Trimbles proprietära format CMRx via geostationära satelliter eller mobilt Internet. I november 2012 lanserade Trimble även en teknik där RTX kan stötta vanlig RTK då fixlösning ej erhålls, en teknik som kallas xFill™. Efterberäkningstjänsten har testats av SWEPOS på SWEPOS-data och fungerade bra.

*Frank Takac, Leica Geosystems*, höll ett uppmärksammat föredrag där han tog upp det problem som Glonass s.k. Inter-frequency carrier

---

<sup>48</sup> PPP = Precise Point Positioning



phase biases medför, speciellt när referensstationsdata kommer från en GNSS-mottagare med ett annat fabrikat än programvaran som hanterar data. Han ansåg att förståelsen för problemet är dålig, att RTCM-formatet är otillräckligt att hantera det samt att det förslag på lösning som har presenterats har åsidosatts.

Det australiensiska bolaget Locata Corporation, som är ett företag som har samarbete med Leica Geosystems, presenterade för några år sedan en ny teknik som främst är tänkt att användas där tillgången till GPS eller andra navigationssystem är dålig. På årets ION GNSS redogjordes det för tester med systemet, vilka utförts hos det amerikanska flygvapnets 746th Test Squadron i samband med något som heter UHARS<sup>49</sup>. Locata™ fungerar genom utplacering av lokala sändare, som sänder ut signaler liknande dem från en GPS-satellit. Positionering kan då utföras i svåra miljöer, t.ex. i dagbrott med höga bergväggar och till och med inomhus. Tanken bygger på att sändarna, kallade LocataLite™, utplaceras i ett nätverk, LocataNet™. Systemet kan användas i kombination med GPS eller fristående. Mätosäkerheten ligger enligt Locata själva på "centimeternivå."

## 6 Nästa CGSIC-möte

Nästa CGSIC-möte, det 53:e, kommer även det att hållas i Nashville, Tennessee, 16–17 september 2013 som en integrerad del av ION GNSS 2013, vilket hålls 16–20 september 2013.

Nästa europeiska IISC-möte är planerat att hållas under våren 2013, eventuellt i samband med ENC<sup>50</sup> 2013 i Wien, Österrike, 23–25 april 2013.

## 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.

---

<sup>49</sup> UHARS = Ultra High Accuracy Reference System

<sup>50</sup> ENC = European Navigation Conference

## 8 Referenser

- 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.
- Hedling G (2012a): *Reserapport från 2012 European Frequency and Time Forum i Göteborg 24–26 april 2012*. Lantmäteriet, reserapport, Gävle.
- Hedling G (2012b): *Reserapport från RTCM SC-104-mötet i Nashville 2012-09-17 till 2012-09-18*. Radionavigeringsnämnden, RNN bulletinen, nr 1 2012.
- Lilje M (2012): *The Seventh Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG-7)*. FIG<sup>51</sup>, Reserapport.
- Lundell R (2012): *Undersökning av nätverks-RTK-meddelande tillsammans med olika GNSS-mottagare – vid nätverks-RTK-mätning i SWEPOS nät av fasta referensstationer*. Lantmäteriet, Rapportserie: Geodesi och Geografiska informationssystem, 2012:3, Gävle.
- Norin D (2011): *Noteringar från 2011 års CGSIC-möte*. Radionavigeringsnämnden, RNN bulletinen, nr 1 2011, sid 11–13.
- Norin D (2012a): *Reserapport från CGSIC:s 51:a möte vid ION-GNSS 2011, Portland, Oregon, USA, 19–23 september 2011*. 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, 9 sidor, Nashville Tennessee, USA.

---

<sup>51</sup> FIG = Fédération Internationale des Géomètres (International Federation of Surveyors)