



2020-02-21

JONAS ÅGREN, MARTIN LIDBERG, REBEKKA STEFFEN
FARAMARZ NILFOUROUSHAN (FÖR HÖGSKOLAN I GÄVLES RÄKNING)**RESERAPPORT****IUGG 2019 – 27th IUGG General Assembly**

Montreal, Kanada, 8-18 juli 2019

I. Syfte med mötet

IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) är en internationell organisation för forskning, samarbete och kommunikation rörande de jordrelaterade vetenskaperna, vilka på olika sätt behandlar jorden och jordsystemet ("the Earth system"). Organisation består av 8 olika associationer, en för varje vetenskap, exempelvis IAG (International Association of Geodesy), IASPEI (International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior) och IACS (International Association of Cryospheric Sciences).

Var fjärde år arrangerar IUGG och dess associationer allmänna möten (General Assemblies) tillsammans, vilket kallas för IUGG General Assembly. På denna har även de olika delassociationerna sina allmänna möten. I samband med det arrangeras också ett symposium med mängder av föredrag och postrar inom alla de olika vetenskapernas områden. För oss geodeter är vanligtvis IAG General Assembly mest intressant, men det är också givande att ta del av presentationer från de andra vetenskapernas områden. Det finns även ett större antal sessioner som arrangeras av två eller flera associationer.

Jonas Ågren är så kallad nationell korrespondent för Sverige i IAG/IUGG, vilket i praktiken innebär att han röstar för Sveriges del i det beslutande mötet för "IAG council", som hålls under IUGG, samt har rösträtt när det gäller val av högre IAG-funktionärer. "IAG council" består av de nationella IAG/IUGG-representanterna från alla medlemsländerna. Under årets konferens hoppade Jonas även in som en av Sveriges två representanter i "IUGG council", vilket mer eller mindre är samma sak för paraplyorganisationen IUGG.

Årets IUGG-konferens besöktes av ungefär 5000 deltagare från 100 länder. Sammanlagt hölls inte mindre än 4300 vetenskapliga presentationer/postrar (5000 abstracts, 2400 oral presentations, 1900 posters, 450 solicited presentations and 20 workshops). I samband med det hölls mängder med administrativa möten, alltifrån beslutande möten på hög nivå till informella möten i olika arbetsgrupper. Arrangemanget hölls i en för ändamålet väl anpassad konferenslokal i Montreals centrum.

Ett problem med årets konferens var att många (från framförallt Kina och Iran) inte hade fått visum för att komma in i Kanada. En hel del presentationer blev därför inställda på ett sent stadium, vilket fick till följd att programmet blev aningen stympt.

2. Presentationer och diskussioner

Det säger sig självt att det är omöjligt att ge en överblick över ett sådant här jättesymposium med så många olika delar. I denna reserapport kommer vi inte att försöka något dylikt. Istället inriktar vi oss på att redovisa våra viktigaste intryck och erfarenheter från de områden som ligger oss närmast, samt även på att sammanfatta de viktigaste formella beslut och resolutioner som antogs (framförallt sådant som är viktigt för Lantmäteriet och Sverige). Vi börjar med de formella bitarna.

2.1 Formella IAG-beslut och resolutioner

IAG council, som består av de nationella representanterna, däribland Jonas Ågren från Lantmäteriet, hade två möten. På det första presenterades frågeställningarna rörande de beslut som skulle tas och på det andra togs sedan besluten ifråga, efter diskussion. Minnesanteckningar från dessa möten kommer att publiceras senare på <http://iag.dgfi.tum.de>. Följande kan speciellt noteras:

- Mötena innehöll många formella delar: till exempel fastslogs stadgarna, revisionsberättelsen presenterades och antogs samt ny budget slogs fast.
 - Det kan nämnas att Jonas bidrog genom att delta i revisionskommittén.
 - Reglerna för val av IAG-funktionärer ändrades så att absolut majoritet krävs. I annat fall körs en valomgång till.
 - GGOS kommer från och med nu att ha en president och inte en ordförande. Oklart vem i nuläget.
- De nya IAG-funktionärerna för kommande 4-årsperiod presenterades. Dessa valdes inte vid sittande möte utan hade röstats fram i förväg av de nationella representanterna. Det kan nämnas att IAG:s president numera heter Zuheir Altamimi och att Markku Poutanen från Finland blir generalsekreterare. Vice president är Richard Gross, som normalt sedan blir president 2023.
- Två nya ”Inter Commission Committees” (ICC:s) har startats, en om klimatet och en om marin geodesi. Sedan tidigare finns ”Inter Commission Committee on Theory” (ICCT) och den fortsätter som tidigare.
- Nästa IAG ”Scientific Assembly” 2021 kommer att hållas i Peking.

IAG council antog fem resolutioner som är mycket viktiga för utvecklingen av referenssystem i Sverige i framtiden. De finns återgivna i sin helhet på <https://iag.dgfi.tum.de/en/iag-and-iugg-resolutions>. Flera av resolutionerna diskuteras i detalj i kapitel 2 nedan.

De tre IUGG council-möten innehöll mer eller mindre samma punkter på dagordningen som IAG-motsvarigheterna. Speciellt intressant ur geodetisk synvinkel är att

- Geodeten Michael Sideris avslutade sin period som IUGG-president. Han ersätts nu av Kathryn Whaler.
- Chris Rizos från Australien blev vald till vice president, vilket innebär att han om inget oförutsett inträffar blir vald till president 2023.
- Niels Andersen från Danmark blev kassör.
- Den förra IAG-presidenten Harald Schuh kom inte in i IUGG Bureau.
- Nästa IUGG General Assembly 2023 beslutades till Berlin.

Tre resolutioner antogs av IUGG council, en om att reducera ”carbon footprint”, en om att ITRF ska användas inom IUGG och en som tackade den lokala arrangören; se <http://www.iugg.org/resolutions>.

2.2 Status för arbetet med att realisera det internationella höjdsystemet IHRS (inklusive Coloradojämförelsen)

En för Lantmäteriet viktig del av konferensen handlade om utvecklingen av det nya internationella höjdsystemet, IHRS, vars realiseringar kommer att kallas IHRFXXXX i enlighet med gällande standard för referenssystemrealiseringar inom IAG. Det är första gången ett internationellt höjdsystem (världshöjdssystem) har definierats och arbetet med att realisera det har hög prioritet inom IAG och GGOS. Det är viktigt för många tillämpningar att det finns en global referensnivå i höjddled, inte minst för att kunna mäta in och ange havsytans läge i klimatarbetet.

Arbetet med att ta fram den första realiseringen av IHRS leds av Laura Sanchez från München. Under konferensen höll hon åtminstone tre presentationer som redovisade status för arbetet och diskuterade rekommendationer för hur det ska fortsätta. Från början var planen att det första IHRF skulle ha släppts nu till IUGG2019, men så har det nu inte blivit. Det är en stor uppgift och man har inte kommit ända fram.

Under den senaste fyraårsperioden har de involverade komponenterna inom IAG arbetat framförallt med följande uppgifter,

- *IHRF-nätet*: Ett globalt referensnät med IHRF-stationer har valts ut, som för närvarande består av ca 170 stationer. Eftersom den primära metoden för att realisera IHRS till en början kommer vara att använda satellitbaserade metoder (GNSS, VLBI, DORIS och SLR) tillsammans med fysikalisk modellering av tyngdkraftsfältet, så är stationerna i IHRF-nätet permanenta referensstationer för GNSS som om möjligt är samlokaliserade med andra tekniker som VLBI, SLR, DORIS, absolut- och supraledande gravimetri. Andra krav på stationerna är att de ska ha en bra anslutning till de nationella/ regionala höjdsystemen, mareografer samt ha bra tyngdkraftsdata inom en radie på ca 100–200 km.
- *Coloradojämförelsen*: Olika metoder för den regionala tyngdkraftsfältsbestämning som behövs för att realisera IHRS har jämförts och utvärderats i ett bergigt område i Colorado. Detta arbete, som gjorts i arbetsgruppen IAG JWG 2.2.2 (”The 1-cm geoid experiment”) har varit framgångsrikt. Inte mindre än 15 grupper har skickat in lösningar, däribland

Lantmäteriet. Efter två iterationer, överensstämmer 14 av lösningarna med varandra inom 2–3 cm (standardavvikelse relativt medelvärdet av alla lösningar längs den amerikanska GSVS17-profilen). Jämförelse har även gjorts mot ny noggrann GNSS/avvägning längs profilen. 14 av de 15 modellerna har här en standardavvikelse inom ca 2–4 cm. Vissa av modellerna är helt klart bättre än andra. (Lantmäteriets lösning har en standard-avvikelse på 2,7 cm, vilket är bra – men inte bäst). De individuella lösningarna presenterades i detalj i en egen session på konferensen både med ett större antal muntliga presentationer och några postrar.

- *Specifikation av realiseringen*: En mycket viktig uppgift är att ta fram ett specifikationsdokument som beskriver i detalj hur IHRS ska realiseras, dvs. alla de teorier, konventioner och parametrar som ska användas för att beräkna potentialvärden i IHRF utgående från de geodetiska mätningarna. Detta innefattar betydligt mer än själva definitionen (av IHRS) och motsvarar ”IERS conventions” för ITRF. Vad som har gjorts fram till nu är att skriva specifikationen för Coloradojämförelsen. Detta dokument utgör ett embryo för den mer omfattande specifikation som återstår att skriva. Det kan nämnas att Jonas Ågren 2015–2019 har varit ordförande i subkommission 2.2, ”Methodology for geoid and physical height systems”, som arbetat aktivt med att ta fram dessa specifikationer för realiseringen av IHRS, se Figur 1 (fel titel i denna bild).

Figur 1: Höjdpunkter i IAG:s subkommission för Metodologi för geoid- och fysikaliska höjdsystem.

Highlights of Sub-commission activities (2)

SC 2.2: Methodology for Geoid and Height Determination
Chair: Jonas Agren (Sweden)

- SC 2.2 contributed to the realization of the IHRS, and provided active support to the respective JWG 0.1.2, addressing open issues such as agreed standards for geoid computation, and fostering further methodological development related to geoid determination and physical height systems.
- The associated JWG 2.2.2 on the “1 cm geoid experiment” (Colorado experiment) was very active in benchmarking various regional geoid determination approaches and assessing them, with the goal to achieve high-accuracy gravity potential values at IHRS reference stations.
- Methods for merging and validating local and regional geoid models, which is performed by JW 2.2.1.

Arbetet med att realisera IHRS kommer att fortsätta under den kommande fyraårsperioden. Nu skärps kraven på att verkligen publicera en första realisering och ta fram den nödvändiga infrastrukturen. Det återspeglas bland annat i den resolution som antogs om saken av IAG.

En viktig uppgift kommer att vara att fortsätta Coloradojämförelsen och lära så mycket som möjligt av den. Konkreta planer finns på att publicera detta arbete i ett "special issue" i Journal of Geodesy.

IAG behöver även jobba vidare med en rad utmaningar och problem, exempelvis följande:

- För ett bra resultat krävs högkvalitativa tyngdkraftsdata i ett område runt varje IHRF-station (radie ca 100–200 km, tätare nära punkten om inte yttäckning eftersträvas, etc.). Det är en kritisk uppgift att förbättra tyngdkraftsdata runt hela världen. Jonas Ågren höll en inbjuden presentation om detta behov på konferensen.
- Arbetet med att beräkna potentialen görs fördelaktigast på regional/nationell nivå med lämplig regional tyngdkraftsfältsbestämningsmetod. Detta arbete behöver koordineras och kontrolleras på internationell nivå. Det föreslås nu att IGFS (International Gravity Field Service) tar sig an denna uppgift, men det kommer att vara lättare sagt än gjort.
- Ett stort problem är hur potentialens tidsberoende ska hanteras (och även modelleras).
- För närvarande används potentialvärdet W som vertikalkoordinat. I praktiken kommer riktiga höjder att efterfrågas och behövas. Det pågår fortfarande en livlig debatt inom IAG huruvida normalhöjder (enligt Molodensky) eller ortometriska höjder är att föredra. Det kommer sannolikt inte att gå smärtfritt att enas om den saken.
- Det verkar fortfarande inte helt klart hur den permanenta tidjorden ska hanteras (i alla de steg som behövs för att realisera IHRS).

2.3 Status inom landhöjningsmodellering

En hel dag var reserverad för presentationer rörande landhöjning och landhöjningsmodellering ("Interactions of Solid Earth, Ice Sheets and Oceans"). Denna session organiserades av IAG tillsammans med IACS (kryosfärsassociationen) och IASPEI (den seismologiska associationen) inom IUGG. Flera presentationer handlade om Antarktisk och landhöjningsmodellering i 3D. Man diskuterade effekten av horisontella hastigheter på landhöjningsmodeller och hur viktiga de är för att hitta laterala variationer i litosfären och manteln. Resultat från andra discipliner är nödvändiga för att lösa problemet med att bestämma viskositeten i manteln (t.ex. seismologi, geodynamik). Landhöjning spelade också en huvudroll på prisutdelningen av "Canadian Geophysical Union" (CGU) av Tuzo Wilson-medaljen, som gick till Patrick Wu från University of Calgary. Patrick var handledare vid Rebeckas disputation och handledare för Holger Steffen under hans postdoc-tid i Kanada. Under prisutdelningen höll Holger tillsammans med Wouter van der Wal (TU Delft) nomineringstalet för Patrick.

För att förbättra samarbetet med andra forskare har IAG förslagit en ny "Joint Study Group" tillsammans med IASPEI. Rebekka kommer att vara ledare för den gruppen tillsammans med Erik Ivins från NASA. Gruppen

ska ta itu med frågan om hur man bäst kan använda geodetiska resultat i landhöjningsmodellering och deras samspel med geofysikaliska modeller.

2.4 Om infrastruktur, ledarskap och resurser

En av de gemensamma sessionerna (U2d) behandlade hur geovetenskaperna bidrar till att minska riskerna vid jordbävningar, vulkanutbrott mm. Bl.a. diskuterades att vi globalt behöver säkerställa och förbättra den globala geodetiska infrastrukturen (där bl.a. Onsala rymdobservatorium är en viktig komponent). Arbete pågår inom UN-GGIM och Sub-Commission of Geodesy (SCoG) med mål att dels åstadkomma förbättrad global geodetisk infrastruktur, och dels att alla länder har tillgång till det globala geodetiska referenssystemet (i princip ITRF).

Noterades också att vi behöver samla på oss ”pärlor av formuleringar” som fungerar för kommunikation. Vad gäller naturolyckor är också sociala data extremt viktiga. Hela frågan kräver ett starkt och koordinerat globalt ledarskap.

Under diskussionsdelen reste sig IUGG:s president Michael Sideris upp och ställde den retoriska frågan: ”Varför är rummet så tomt?” Vårt vetenskapliga system främjar inte dessa typer av aktiviteter! Det är granskade artiklar som räknas!! T.ex. UNAVCO och ”Plate Boundary Observatory” (amerikanska initiativ) som är viktiga bärare av geodetisk infrastruktur har idag problem med finansiering eftersom de INITIALA vetenskapliga frågeställningarna nu har blivit besvarade!

Vi strävar efter att göra världen till en säkrare plats att bo på. Därför måste goda exempel göras kända! Som exempel gav Sideris jordbävningen i Anchorage, Alaska, 30 november 2018 med magnitud 7.1 där ingen omkom! Vetenskapen hade tagit fram realistiska värden på risker för specifika styrkor på jordbävningar. Husen var byggda baserade på detta och inget rasade. Vi måste visa för andra att det vetenskapliga systemet fungerar!

2.5 Pågående utveckling inom referenssystem och InSAR, IUGG:s guldmedalj

Faramarz deltog i flera olika sessioner, framförallt rörande referenssystem och InSAR, och lärde sig om nya framsteg inom dessa områden och deras tillämpningar. Han fick också nya kontakter med experter inom dessa områden och diskuterade med många kollegor. Faramarz träffade bland annat Thomas Fuhrmann från Geoscience Australia, som är forskare inom geodetisk SAR och diskuterade utmaningar inom detta område med honom, fördelar med s.k. kubhörnreflektorer och aktiva transpondrar, hur man kombinerar data från GNSS och SAR, etc. Han träffade också Jacques Hinderer från universitetet i Strasbourg, som hade en mycket intressant presentation om markrörelser i Iran på grund av vattenutarmning med absolutgravimetri, InSAR, precisionsavvägning och GNSS. Faramarz presenterade en poster om ett nytt geodetiskt ”strain rate”-fält och block-modellering av deforma-

tioner jordskorpan i Iran. Han deltog också i olika medaljföreläsningar inklusive guldmedaljförreläsningen av Richard Peltier.

3. Slutsatser och rekommendationer

De viktigaste slutsatserna och rekommendationerna är följande:

- IUGG General Assembly arrangeras vart fjärde år och är en viktig konferens för den internationella geodesin, dels därför att IAG där har sitt allmänna konstituerande möte, dels därför att det vetenskapligt sett är en intressant konferens som samlar forskare från hela världen inom de olika jordvetenskaperna. Ur Lantmäteriets synvinkel är det väsentligt att vara väl införstådd med det arbete som bedrivs inom IAG med de internationella referenssystemen. Det behövs för att kunna utforma de svenska motsvarigheterna på bästa sätt, både idag och i framtiden. Det är önskvärt att Lantmäteriet engagerar sig i arbetet med de internationella systemen, vilket gör det möjligt att påverka utvecklingen i en för oss gynnsam inriktning.
- Den första realiseringen av det internationella höjdsystemet, IHRS, gjordes aldrig färdigt till IUGG2019, vilket utlovades för fyra år sedan. Det finns nu en stark enighet om att det första IHRF måste släppas under den kommande fyraårsperioden, 2019–2023. Viktiga uppgifter är att etablera all den nödvändiga geodetiska infrastrukturen (inklusive tyngdkraftsdata, beräkningscentra, samordning, mm.) och enas om och göra klart en detaljerad specifikation. Dessutom behöver flera kvarvarande problem lösas, till exempel hur tidsberoendet ska hanteras. Det rekommenderas att Lantmäteriet om möjligt bidrar till detta arbete, förslagsvis genom att NKG blir ett regionalt centrum för beräkning av potentialvärden i Norden och Baltikum.
- IAG och IUGG:s konferenser ger också tillfälle att få en god överblick kring teknikutveckling inom geodesi och närliggande vetenskaper och få underlag till hur vi bör utveckla den geodetiska infrastrukturen i Sverige.

För mer information

Se den officiella hemsidan för IUGG 2019 för mer information:

<http://www.iugg2019montreal.com>

Proceedings för IAG kommer att publiceras som ”open access” av Springer förlag.