

CONTIBUȚII LA INFRASTRUCTURA GEODEZICĂ PENTRU SISTEMUL DE POZIȚIONARE CU SATELIȚI MOLDPOS

Autori: prof. univ., dr. Jäger Reiner (Universitatea Științe Aplicate, Karlsruhe, Germania), conf. univ. dr. Chiriac Vasile, conf. univ., dr. Livia Nistor-Lopatenco, conf. univ. Grama Vasile, lector superior, drd. Iacovlev Andrei

Universitatea Tehnică a Moldovei

Cuvinte cheie: serviciu de poziționare, sistem de referință, baze de date geodezice, sisteme de altitudini, MOLDREFF 99, MOLDPOS, transformări de coordonate, poziționare în timp real, sistem informațional geografic național.

Rezumat: În prezenta lucrare sunt descrise unele rezultate obținute în cadrul proiectului de cercetare “Dezvoltarea serviciului de poziționare GNSS în timp real de mare capacitate pentru Moldova (MOLDPOS)” realizat de Universitatea Tehnică a Moldovei în comun cu Universitatea Științe Aplicate, Karlsruhe, Germania. În cadrul acestui proiect a fost creată și testată baza de date DFHRS. Diferențele de altitudini normale obținute din măsurători GNSS și modelul HRS nu au depășit 1-2 cm în zona de centru a țării, ceea ce demonstrează că bazele de date geodezice DFHRS pot fi utilizate de serviciul de poziționare MOLDPOS pentru asigurarea conversiei altitudinilor în sistemul național de altitudini, ceea ce va permite înlocuirea lucrărilor de nivelment de ordin inferior cu măsurători GNSS.

1. Introducere

Consolidarea proceselor economice de piață în Republica Moldova, dictează necesitatea dezvoltării infrastructurii regionale pe întreg teritoriul țării. Accelerarea proceselor de implementare a tehnologiilor informaționale și comunicații în țară presupune utilizarea sistemelor globale de navigație cu sateliți GNSS (Global Navigation Satellite Systems). Punerea în funcțiune a sistemului de poziționare național MOLDPOS necesită crearea bazelor de date pentru transformarea altitudinilor elipsoidale obținute din măsurători GNSS în sistemul de altitudini Marea Baltică 1977 sau Marea Baltica utilizat în municipiile Chișinău și Bălți și unele orașe.

Dezvoltarea serviciului MOLDPOS în timp real prevede configurarea arhitecturii de comunicații, implementarea algoritmului și a structurii de date conform standardului RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services) care vor fi valabile pentru toți utilizatorii receptoarelor GNSS din țară.

În cadrul proiectului “Dezvoltarea serviciului de poziționare GNSS în timp real de mare capacitate pentru Moldova (MOLDPOS)” realizat de Universitatea Tehnică a Moldovei în comun cu Universitatea Științe Aplicate, Karlsruhe, Germania, a fost creată baza de date geodezică pentru transformarea coordonatelor obținute prin observații GNSS automat în sistemul de referință MOLDREF99 și sistemul național de altitudini. Aceste realizări va asigura sistemul de poziționare MOLDPOS cu o bază de date geodezice unică pentru întreg teritoriu al țării. În final baza de date geodezică, software și sistemul de transmitere a mesajului de transformare RTCM au fost testate prin măsurători în teren pentru o zonă pilot.

Ca urmare rezultatele obținute urmează a fi utilizate pentru dezvoltarea rețelei de stații permanente GNSS pe întreg teritoriul țării, care în ansamblu cu baza de date geodezică vor fi integrate în Sistemului Informațional Geografic Național (SIGN), ceea ce va servi o contribuție esențială în cadrul programelor de integrare europeană pentru infrastructura informației spațiale INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) și subcomisiei Asociației Internaționale a Geodezilor pentru Rețele de Referință în Europa EUREF (Reference Frame Sub commission for Europe).

2. Obiective principale

În vederea creării infrastructurii datelor geodezice pentru asigurarea determinării altitudinilor normale în timp real din măsurători GNSS în cadrul sistemului MOLDPOS au fost stabilite următoarele obiective:

- proiectarea și dezvoltarea BD geodezice pentru teritoriul RM în conformitate cu specificările programului de Infrastructură a datelor spațiale în Europa INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe);

- modelarea suprafeței de referință a altitudinilor HRS (Height Reference Surface) și a procedurilor numerice de conversie a altitudinilor elipsoidale determinate din măsurători GNSS în altitudini normale prin metoda digitală a elementelor finite DFHRS (Digital Finite Element Height Reference Surface);
- configurarea arhitecturii de comunicații pentru asigurarea transmiterii utilizatorului a mesajului de transformare RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services);
- testarea finală a bazelor de date DFHRS create în baza modelelor matematice elaborate de Universitatea Științe Aplicate, Karlsruhe, Germania.

3. Metode utilizate

La realizarea obiectivelor propuse se a fost aplicată metoda matematica a transformărilor de coordonate cu algoritme si structuri de date în vederea automatizării obținerii datelor. Transformările de coordonate 1D/2D/3D includ crearea bazelor de date cu parametrii de transformare a coordonatelor plane, precum și modele a potențialului (modelul gravimetric satelitar EIGEN, modelul clasic al geoidului bazat pe formula lui Stokes, modelul parametric al geoidului obținut prin aplicarea metodelor de interpolare).

Pentru modelarea 3D a suprafeței de referință a altitudinilor HRS (Height Reference Surface) pentru teritoriul țării a fost utilizata metoda elementelor finite FEM (Finite Element Metod). Metoda dezvoltată DFHRS (Digital Finite Element Height Reference Surface), ce ii sunt proprii instrumente avansate de modelare a fost utilizată la conversia altitudinilor elipsoidale în sistemului național de altitudini.

4. Rezultatele testării bazelor de date geodezice

Analiza statistică a diferențelor altitudinilor normale și a valorilor calculate din modelul HRS pentru punctele caracteristice de control a arătat că diferențele obținute nu depășesc 6 cm pentru întreg teritoriul al țării în sistemul Marea Baltica 1977 (Fig.1) și 4 cm pentru municipiile Chișinău Bălți, și alte orașe în sistemul de altitudini Marea Baltica.

Bazele de date au fost instalate pe serverul stației de referință GNSS a Universității Tehnice din Moldova si cu ajutorul mesajului RTCM 3.0 au fost transmise datele receptorului GNSS mobil in teren prin intermediul Internet.

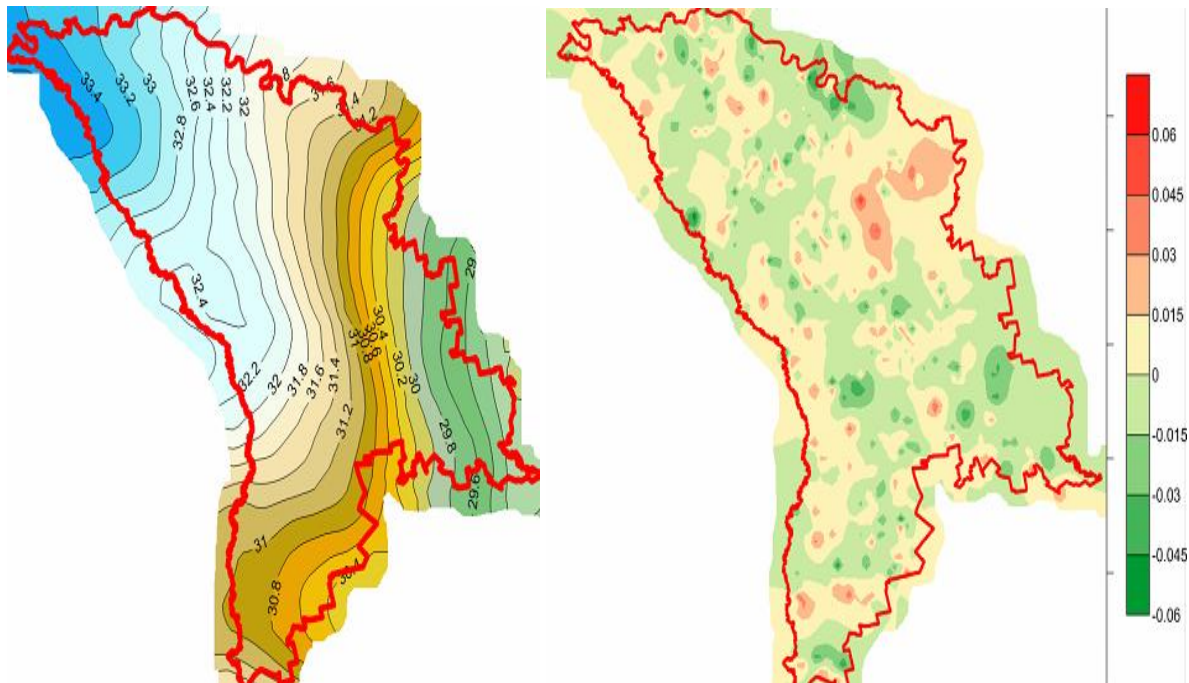


Fig.1. Modelul suprafeței de referință al altitudinilor HRS și diferențele de altitudini obținute.

Testarea bazelor de date a fost efectuată prin măsurătorile GNSS de control în punctele geodezice și reperele de nivelment care nu au fost incluse în model. Diferențele de altitudini normale obținute din măsurători GNSS și modelul HRS nu au depășit 1-2 cm în zona de centru a țării.

Concluzii:

Crearea sistemului de poziționare în timp real MOPDPOS va permite înlocuirea rețelelor geodezice clasice cu rețele GNSS bazate pe Rețeaua de Referință Terestră Internațională ITRF (International Terrestrial Reference Frame).

Bazele de date geodezice DFHRS pot fi utilizate de serviciul de poziționare MOLDPOS pentru asigurarea conversiei altitudinilor în sistemul național de altitudini, ceea ce va permite înlocuirea lucrărilor de nivelment de ordin inferior, cu măsurători GNSS și integrarea datelor în Sistemul Informațional Geografic .

Ca urmare rezultatele proiectului S vor fi utilizate la extinderea rețelei de stații permanente GNSS pe întreg teritoriul și dezvoltarea serviciului MOLDPOS, care în ansamblu cu bazele de date DFHRS, va servi o contribuție esențială în cadrul programelor de integrare europeană pentru infrastructura informației spațiale INSPIRE.

Totodată MOLDPOS va fi util pentru aplicații științifice în scopuri de cercetare precum monitorizarea alunecărilor de teren, cercetări ale mediului înconjurător, predicția hazardelor geologice, urmărirea comportării construcțiilor etc.

Calitatea de poziționare absolută în rețeaua stațiilor de referință GNSS poate fi monitorizată cu ajutorul sistemului de monitorizare geodezică elaborat de Universitatea Științe Aplicate, Karlsruhe, Germania MONIKA care va asigura controlul coordonatelor în serviciul de poziționare MOLDPOS, precum și soluționarea problemelor geodinamice și de prevenire a calamităților naturale.

Bibliografie:

1. Jäger, R., Schneid, S., Kälber, S. and Seiler, S. (2006): Precise Transformation of Classical Networks to ITRF by CoPaG and Precise Vertical Reference Surface Representation by DFHRS – General Concepts and Realisation of Databases for GIS, GNSS and Navigation Applications. (Milan Talich, Ed.): Proceedings to the 1st International Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics. Prague, Czech Republic. 16.03.2006 - 18.03.2006. ISBN 80-85881-25-X;
2. Jäger, R. and S. Kälber (2008): The New RTCM 3.1 Transformation Messages – Declaration, Generation from Reference Transformations and Implementation as a Server-Client-Concept for GNSS Services. Proceedings of GeoSiberia 2008 (22.04.2006 – 24.04.2006). Volume 1. S. 50-75. Novosibirsk, Russia. ISBN 978-5-87693-271-6;
3. Jäger, R. and R. Gyenes (2009): Deformation Integrity Monitoring for GNSS-positioning services including a scalable hazard monitoring by the Karlsruhe approach (MONIKA). Proceedings of the International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications. Berlin, 11-14 November 2008. Berlin Senate Department for Urban Development. Berlin. ISBN 978-3-938373-99-6. p 106-107;
4. Jäger, R. and R. Kälber (2008): The New RTCM Transformation Messages. RTCM Paper No. 110-2008-SC104-508 www.rtcml.info/scdgnss/110-2008-SC104-508.pdf.
5. Chiriac V. Determinarea înălțimii geoidului din măsurători gravimetrice prin metoda transformărilor Fourier. Rezumatele Conferinței tehnico-științifice UTM, Chișinău, Mai 2000, v. 2, p. 168-172;
6. Chiriac V. Establishing of Geodetic Reference Frame in the Republic of Moldova. Materials of the Geospatial Symposium, Prague, Mai 2002, 9 p.;
7. Chiriac V. The principals of the National Geospatial Data Infrastructure creation. Materials of the Geospatial Symposium, Prague, Mai 2003, 7 p.;
8. Chiriac V. Determinarea anomaliilor altitudinilor pentru teritoriul Republicii Moldova. Materialele Conferinței științifice privind crearea și monitorizarea sistemelor de coordonate regionale utilizând tehnologiile moderne. Agenția de Stat Resurse Funciare și Cadastru. Chișinău, Iunie 2003, 5 p.;
9. Chiriac V., Grama V. The GIS Educational Concept in the Republic of Moldova. Materials of the Geospatial Symposium, Chișinău, Mai 2005, 18 p.;
10. Chiriac, V. Pantikin, V. Krauterbluth, K.W. Ilies, I. Crețu, I. First Order Gravity Network of Republic of Moldova. Proceeding of the 1-st International Gravity Field Service “Gravity Field of the Earth”, Istanbul, September, 2006, ISSN 1300-5790, 420-423;
11. Chiriac, V. Continuously Operating Reference Station Network - A Future Strategy for Republic of Moldova. Proceeding of EUREF Symposium, Riga, 2006 <http://www.euref.eu/symposia/2006Riga/03-03.pdf>;
12. Jäger, R. and R. Gyenes (2009): Deformation Integrity Monitoring for GNSS-positioning services including a scalable hazard monitoring by the Karlsruhe approach (MONIKA). Proceedings of the International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications. Berlin, 11-14 November 2008. Berlin Senate Department for Urban Development. Berlin. ISBN 978-3-938373-99-6. p 106-107;
13. Jäger, R. and R. Kälber (2008): The New RTCM Transformation Messages. RTCM Paper No. 110-2008-SC104-508 www.rtcml.info/scdgnss/110-2008-SC104-508.pdf.
14. Chiriac, V. National Report of Republic of Moldova. Proceeding of EUREF Symposium, Riga, 2006 <http://www.euref.eu/symposia/2006Riga/07-16.pdf>;