

## TRANSFORMĂRI DE DATUM ÎN SISTEMELE INFORMAȚIONALE GEOGRAFICE

C. CHIRILĂ<sup>1</sup>, A. DUMITRAȘCU<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** – Datum Transformations in the Geographic Information Systems. Within the Geographic Information Systems the execution of the digital cartographic support is based on the numeric representation of geographic entities integrated in a reference system. From the practical point of view, the fundamental issue in constituting the cartographic database consists in defining the position of a point in the space, as related to the chosen reference system, respectively in establishing a geodetic datum.

In practice it is often necessary to operate with one, two or several data, as the Geographic Information Systems comprise thematic pieces of information coming from various sources with distinct reference systems. For this purpose, one presents an information model of the datum transformations to ensure a large range of data conversion and transformation operations within a GIS, with a precision according to the requirements specific for a territory information system.

\*

Se prezintă un model informatic al transformărilor de datum, care să asigure o paletă cât mai largă de operații de conversie și transformare a datelor din cadrul unui GIS, cu o precizie corespunzătoare cerințelor specifice unui sistem informațional al teritoriului

### 1. INTRODUCERE

Cadrul de referință pentru reprezentările cartografice îl constituie datumul geodezic, care definește poziția spațială a unui punct în baza unui sistem de coordonate și care descrie caracteristicile de bază ale suprafeței de referință. În accepțiunea clasică, determinările planimetrice ale poziției punctelor se efectuau separat de cele ale determinărilor altimetrice, rezultând niște rețele distincte, cu precizii specifice cerințelor de poziționare în plan, respectiv pe verticală. Astfel se definesc datumuri geodezice orizontale, pe baza trecerii de la măsurătorile efectuate pe suprafața topografică, pe modelul matematic a unui elipsoid și apoi în planul unei proiecții cartografice, respectiv datumuri geodezice verticale, prin stabilirea suprafeței de nivel zero, față de care se vor exprima cotele ortometrice. Prin noile tehnologii de integrare a datelor provenite din măsurători satelitare, s-a ajuns la o unificare a celor două componente ale poziției spațiale (planimetrice și altimetrice) a unui punct, într-un datum geodezic spațial, definit în raport cu un sistem de coordonate global.

Datumul geodezic este un concept matematic. De aceea, teoretic putem defini o multitudine de datumuri, care să acopere o anumită regiune geografică. Ideal, este de dorit să existe un singur datum, care să fie folosit pentru o anumită regiune sau stat, astfel încât toate datele să fie referite la același sistem de coordonate.

În practică, adesea este necesar să se opereze cu mai multe tipuri de datum, așa cum este cazul Sistemelor Informaționale Geografice, care conțin informații tematice, ce provin

<sup>1</sup> "Gh. Asachi" Technical University, Faculty of Hydrotechnics, Iași, Romania.

<sup>2</sup> "Al. I. Cuza" University, Faculty of Computer Science, Iași, Romania.

din diferite surse cu sisteme de referință distincte. La modul general, putem da exemplu un datum local pentru integrarea informației cartografice de pe hărți și planuri, respectiv, un datum geocentric folosit pentru navigația prin sateliți.

În prezent, există un număr foarte mare de datumuri geodezice (figura 1), care permit transformări de coordonate în vederea trecerii informației geodezice și cartografice dintr-un sistem în alt sistem de coordonate, utilizând parametri de transcalcul specifici. Aceste datumuri sunt incluse ca sisteme predefinite de coordonate în structura unor programe specializate de tip GIS, care pot fi completate și cu datumuri introduse de către utilizator. Este important de reținut că valorile coordonatelor pentru un punct sunt dependente de datumul din care acestea fac parte. Latitudinea, longitudinea și înălțimea elipsoidală a unui punct definit într-un datum diferă în mod sigur de cele definite în alt datum, datorită diferențelor ce provin fie din caracteristicile diferite ale elipsoizilor (forma, dimensiunea, deplasarea centrelor geometrice, uneori până la valori de mii de metri), ori din faptul că axele sistemului de coordonate carteziane ale celor două datumuri nu sunt paralele sau sunt într-un anumit raport de scară. Așadar se cere o atenție sporită în alegerea corectă a datumului, pentru a nu introduce erori în folosirea coordonatelor și pentru a nu conduce la poziționări greșite, mai mici sau chiar foarte mari.

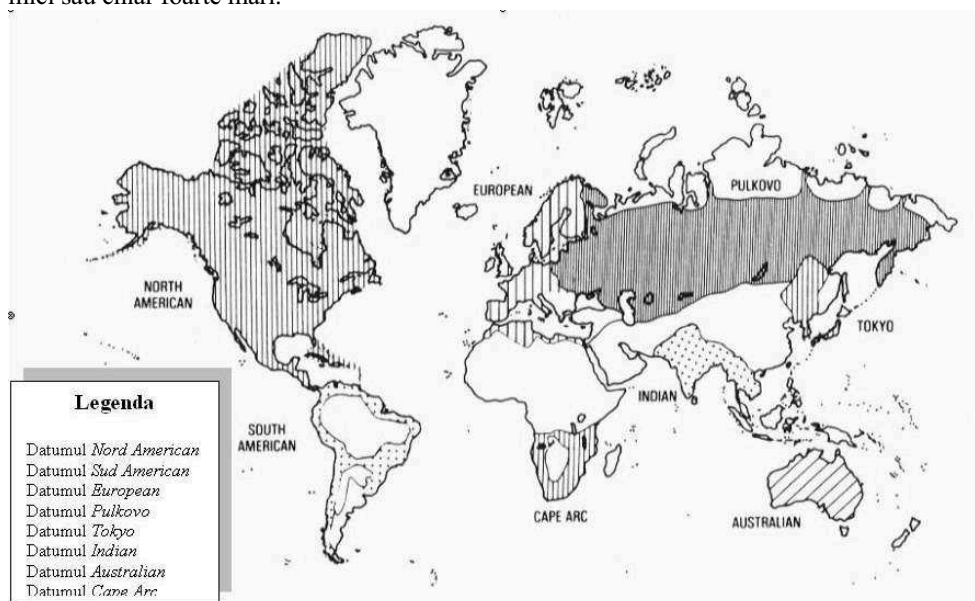


Fig. 1. Principalele datumuri geodezice ale lumii

## 2. TRANSFORMĂRI DE DATUM

În general, în cazul unor parametri definiți pe baza unor relații matematice, transcalculul coordonatelor între două datumuri poartă denumirea de conversie, așa cum este cazul conversiei cartezian/geografic a coordonatelor pe un elipsoid de rotație sau în cazul ecuațiilor hărții, prin care coordonatele geografice elipsoidale sunt transcalculate în coordonatele rectangulare plane ale hărții. Atunci când folosim parametri rezultați din prelucrarea unor măsurători specifice unei anumite zone, transcalculul este o transformare, așa cum este cazul datumurilor geodezice locale.

În cazul daturilor orizontale, modelul complet de transformare necesită cunoașterea a cinci parametri pentru transformarea coordonatelor dintr-un sistem de referință în altul, reprezentați de componentele celor două translații, a celor două rotații și a factorului de scară. În cazul transformării coordonatelor între două datumuri verticale, este necesară adăugarea unei singure constante de altitudine. Transformările între datumurile spațiale necesită folosirea a șapte parametri, având drept componente, trei elemente de translație, trei de rotație și un factor de scară. În cazul transformării spațiale a coordonatelor dintr-un datum local și unul global - geocentric, este necesară cunoașterea altitudinii elipsoidale a punctelor, care se obține din altitudinea ortometrică și ondulația geoidului. Ondulația geoidului se extrage dintr-un model digital al terenului, iar dacă acesta nu este disponibil s-a arătat că efectul transformării coordonatelor geografice în coordonate plane (2D), fără aportul înălțimii este neglijabil. Astfel eliminând componenta verticală, pentru puncte situate între 0 și 8 000 metri altitudine, eroarea de poziționare planimetrică se încadrează în toleranța de  $\pm 15$  cm. Datumul geocentric global (3D) se prezintă prin aspectul cartezian sau geografic spațial al coordonatelor, între care există formule de conversie bine definite. Modelul spațial geografic, la rândul său, se diferențiază în ceea ce privește altitudinea, prin raportarea sa la elipsoidul de referință sau la geoid, prin aplicarea translației componentei verticale, cu ajutorul constantei „ondulației geoidului”. În continuare, se disting două direcții de transformare a coordonatelor, fie către o determinare planimetrică a punctelor prin aplicarea ecuațiilor hărții, fie prin eliminarea componentei orizontale către o determinare doar pe verticală a punctelor. Prin transformări de datum specifice sau prin ecuații polinomiale se obțin coordonate într-un datum local orizontal – 2D. În cazul unui datum local vertical – 1D, transformarea se realizează printr-o aplicare a unei constante altimetrice. Aceste datumuri împreună, definesc datumul local spațial – 3D (figura 2).

### 3.PREZENTAREA PROGRAMULUI „TRANSDATUM – VER. 1.0”

Conform schemei de transformare a daturilor s-a conceput în limbaj de programare Java, aplicația „*Transdatum*” – *ver. 1.0*. Java este o tehnologie inovatoare lansată de compania Sun Microsystems în 1995, care a avut un impact remarcabil asupra întregii comunități a creatorilor de software, impunându-se prin calități deosebite cum ar fi simplitate, robustețe și nu în ultimul rând portabilitate. Denumită inițial OAK, tehnologia Java este formată dintr-un limbaj de programare de nivel înalt pe baza căruia sunt construite o serie de platforme destinate implementării de aplicații pentru toate segmentele industriei software. Java este un limbaj orientat-obiect, eliminând complet stilul de programare procedural. De asemenea este un limbaj de programare foarte sigur, furnizând mecanisme stricte de securitate a programelor, concretizate prin: verificarea dinamică a codului pentru detectarea secvențelor periculoase, impunerea unor reguli stricte pentru rularea proceselor la distanță etc.

Interfața grafică a programului prezintă următoarea bară de meniu:

- Sistem
- Editare
- Operații
- Ajutor

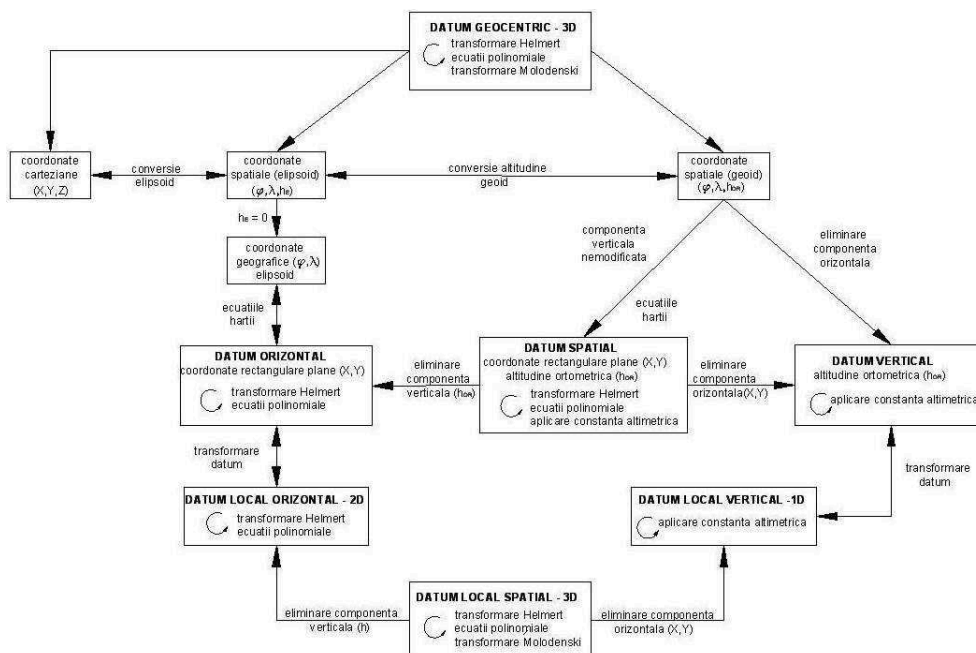


Fig. 2. Transformări de coordonate între datumuri geodezice geocentrice și locale

Meniul „Sistem” (figura 3) permite introducerea datelor pentru un nou sistem, prin selectarea datumului / elipsoidului sau a proiecției cartografice, funcție de care se permite mai departe operarea cu un anumit tip de coordonate (spațiale geoid, spațiale elipsoid, geografice sau carteziene). Un nou elipsoid poate fi introdus de utilizator prin specificarea parametrilor geometrici principali (semiaxa mare –  $a$  și prima excentricitate la pătrat –  $e^2$ ) și poate fi salvat, fiind adăugat listei de elipsoizi deja existenți în program. Pentru proiecțiile cartografice, programul face referire doar la proiecțiile de actualitate folosite în țara noastră:



Fig. 3. Meniul „Sistem”

proiecția stereografică – 1970, Gauss – Kruger și U.T.M. În cazul în care sistemul există, fiind salvat dintr-o sesiune de lucru anterioară, atunci acesta se poate apela, prin funcția „deschide”. Salvarea pentru sistemul curent se efectuează prin funcția „salvează”, iar în cazul în care se dorește salvarea într-un alt fișier cu nume nou, aceasta se realizează prin funcția „salvează ca”.

Ieșirea din program, la sfârșitul sesiunii de lucru, se face cu ultima opțiune din meniul bară, respectiv comanda „Ieșire”

Meniul „Editare” (figura 4) permite anularea unei comenzi greșite (funcția „Înapoi”) și revenirea la comanda anterioară (funcția „Înainte”). În cazul introducerii datelor de tip coordonate ale unui punct, meniul accesează operația „adaugă punct”, care completează la lista de puncte existentă, noile date înscrise de utilizator. În această listă se

poate șterge o înregistrare prin funcția „șterge punct(e)” și de asemenea se pot face editări de date, în cazul introducerii greșite a unor puncte în listă („modifică punct”).

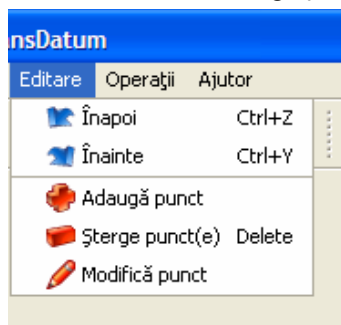


Fig. 4. Meniul „Editare”

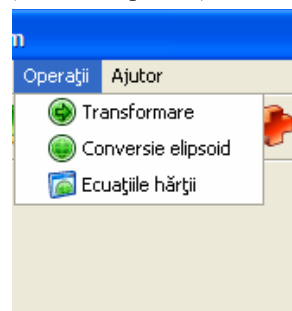


Fig. 5. Meniul „Operații”

Meniul de bază „Operații” (figura 5) reprezintă ansamblul de operații pe care programul le efectuează atât în ceea ce privește problemele de conversie (conversie elipsoid și ecuațiile hărții) cât și de transformare a coordonatelor.

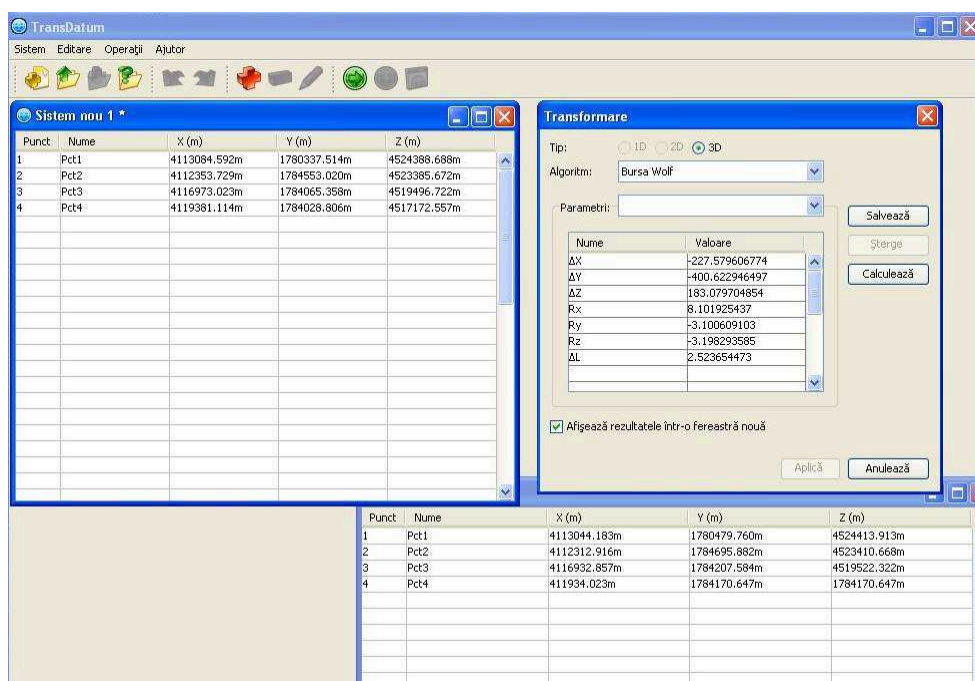


Fig. 6. Transformarea 3D – algoritmul Bursa Wolf din meniul „Operații”

Transformarea coordonatelor este condiționată de tipul de coordonate selectat în fereastra activă. În funcție de aceasta, se poate opta pentru transformări de tip 3D, la care se alege între algoritmi Bursa – Wolf, Molodenski – Badekas, conformă specială cu 10 parametri sau afină cu 12 parametri.

Parametrii de transformare pot fi introduși de la tastatură sau pot fi apelați dintr-un fișier salvat într-o sesiune anterioară. În cazul în care ei sunt necunoscuți și necesită a fi calculați, programul permite aflarea acestora pe baza unor puncte comune de coordonate cunoscute atât în sistemul inițial, cât și în cel final (figura 6).

Dacă transformarea este de tip 2D, programul oferă posibilitatea de a selecta între transformarea conformă, afină, polinomială de gradul II sau III, funcție de precizia urmărită de utilizator.

În cazul „conversiei elipsoid”, se tratează problema trecerii coordonatelor spațiale geografice ale punctelor de pe elipsoidul de referință la coordonatele carteziene și invers. Acest lucru este posibil și pentru coordonatele geografice elipsoidale, cu observația că în acest caz, se consideră altitudinea elipsoidală ca fiind egală cu zero.

Pentru opțiunea „Ecuatiile hărții” se oferă posibilitatea de rezolva atât problema directă, de trecere a coordonatelor geografice în coordonatele rectangulare plane, cât și problema inversă a conversiei coordonatelor rectangulare plane în coordonate geografice, în cazul proiecțiilor cartografice de actualitate în țara noastră: Stereografică – 1970, Gauss – Krüger și U.T.M. (Universal Transversal Mercator).

Ultimul meniu („Ajutor”) oferă date despre program și modul său de utilizare.

#### 4.CONCLUZII

Transformările de datum reprezintă o problemă de actualitate în practica măsurătorilor terestre și implicit în sistemele informaționale geografice, care utilizează surse de date diverse în constituirea bazei de date cartografice. Deși programele de tip GIS au incluse în componența lor meniuri de transformare a coordonatelor, pentru aplicații specifice cu datele existente, se impune utilizarea unui program specializat.

Conceput în limbaj Java, programul „Transdatum” – ver. 1.0, oferă posibilitatea efectuării principalelor tipuri de transformări și conversii ale datelor, având la bază o interfață grafică foarte ușor de utilizat. Printre avantajele programului se remarcă lucrul cu mai multe fișiere de date deschise simultan din care pentru diverse operații intră în transformare doar fereastra activă, introducerea datelor pe baza unui sistem de validare a acestora și logica accesării diferitelor operații, doar în cazul în care ele corespund tipului de coordonate selectat.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Bofu, C., Chirilă C., (2005), *Sisteme Informaționale Geografice. Curs postuniversitar de perfecționare*, Ed. Performantica, Iași.
2. Chirilă C., (2006), *Culegerea și prelucrarea datelor geodezice și topografice necesare întocmirii planurilor și hărților digitale*, Referatul nr. 2 doctorat, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași.
3. Frăsinaru C., (2005), *Curs practic de Java*, Ed. Matrix Rom, București.