

# UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR GEODEZICE LA MONITORIZAREA ALUNECĂRILOR DE TEREN

Ana-Maria TOPOREȚ, Livia NISTOR-LOPATENCO

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În acest studiu au fost analizate tehnologiile geodezice pentru monitorizarea alunecărilor de teren în scopul combaterii acestor hazarduri naturale. Pentru determinarea gradului de accidentare în zona de risc din or. Codru mun. Chișinău a fost creată rețeaua de monitorizare și efectuate două cicluri de măsurători. Măsurătorile au fost compensate după metoda procedurii măsurătorilor condiționate, iar după obținerea tuturor datelor compensante, cu ajutorul diferențelor de coordonate s-a concluzionat că zona studiată este activă din punct de vedere a alunecărilor și necesită intervenții pentru ameliorare.

**Cuvinte cheie:** monitorizarea, alunecări de teren, tehnologii geodezice, coordonate.

## 1. Introducere

Tendința globală de creștere a temperaturilor medii datorată efectului de seră are ca impact direct desfășurarea hazardurilor naturale, în special a celor geomorfologice, în această categorie fiind încadrate și alunecările de teren, iar Republica Moldova nu este deloc exceptată de la incidența dezastrelor și catastrofelor naturale. Hazardele geomorfologice pot fi privite ca grupuri de amenințări asupra resurselor umane care rezultă din instabilitatea formelor suprafeței Pământului. Amenințările derivă din răspunsul proceselor geomorfologice, chiar dacă procesele respective își au originea la mare distanță de zona afectată.

Odată cu evoluția tehnologică, societatea umană a devenit capabilă să producă modificări majore pentru împiedicarea acestor hazarde. Totodată a apărut necesitatea dezvoltării tehnologiilor geodezice care să asigure asistența tehnică la monitorizarea alunecărilor de teren. Monitorizarea alunecărilor de teren este o acțiune de o importanță radicală pentru inginerie și societate, deoarece poate preveni eventuale situații catastrofice. În cadrul proiectelor de monitorizare se obțin date privind starea alunecărilor de teren și despre eventuale fenomene atipice de comportare a acestora, informații care permit luarea deciziilor corespunzătoare în timp util, înainte ca acestea să devină periculoase.

În studiul dat se cercetează metodele geodezice de monitorizare alunecărilor de teren și implementarea lor în practică în zonele cu risc de alunecări de teren pentru determinarea gradului de accidentare și siguranța exploatarea ulterioară a acestor versanți.

Scopul principal al studiului îl reprezintă determinarea gradului de accidentare în zona cu risc de alunecări de teren din or. Codru, mun. Chișinău, prin monitorizarea versanților în două cicluri de măsurători.

Obiectivele studiului sunt:

- analiza celor mai importante metode de monitorizare;
- alegerea metodelor și utilajului geodezic pentru efectuarea măsurătorilor
- satisfacerea cerințelor tehnice pentru monitorizările de teren;
- prelucrarea datelor obținute din teren;
- analiza datelor obținute în urma monitorizării alunecărilor de teren din diferite zone de risc ale municipiului Chișinău.

## 2. Crearea rețelei geodezice

Pentru determinarea volumului de lucru, metodologia de lucru și instrumentele cu care să fie efectuate lucrările se studiază documentația de proiect a versantului avariat și condițiile din teren.

În caietul de sarcini au fost specificate următoarele cerințe pentru crearea rețelei de monitorizare, determinarea poziției punctelor caracteristice rețelei de monitorizare cu o precizie de  $\pm 3\text{mm}$  în plan orizontal și  $\pm 5\text{mm}$  pe verticală (determinarea cotelor bornelor de control) și prezentarea analizei valorilor deplasărilor maselor de pământ în urma efectuării a două cicluri de măsurători. Luând în considerare aceste cerințe s-a decis ca rețeaua de monitorizare să fie proiectată după metoda poligonometrică, iar măsurătorile să fie executate cu stația totală Nikon NPR-352.

La crearea rețelei geodezice pentru monitorizarea alunecărilor de teren s-a luat decizia de a proiecta 3 repere fixe (R1,R2,R3) și 32 puncte de control.

Reperele fixe reprezintă rețeaua de referință față de care se determină deplasările punctelor de control de aceea este necesară amplasarea lor în zone care nu sunt supuse deplasărilor cauzate de alunecări de teren, astfel după efectuarea cercetărilor la fața locului acestea au fost proiectate la aproximativ 110 m de zona instabilă .

Punctele de control au fost proiectate după metoda poligonometrică pentru a simplifica compensarea. Bornele au fost îndesite pe tot teritoriul studiat supus deplasărilor maselor de pământ, astfel ca la finalizarea elor două cicluri de măsurători sa putem face concluzii legate de deplasările maselor de pământ declanșate de alunecările de teren.

În teren toate punctele caracteristice au fost materializate cu ajutorul bornelor de beton la adâncime de 3m

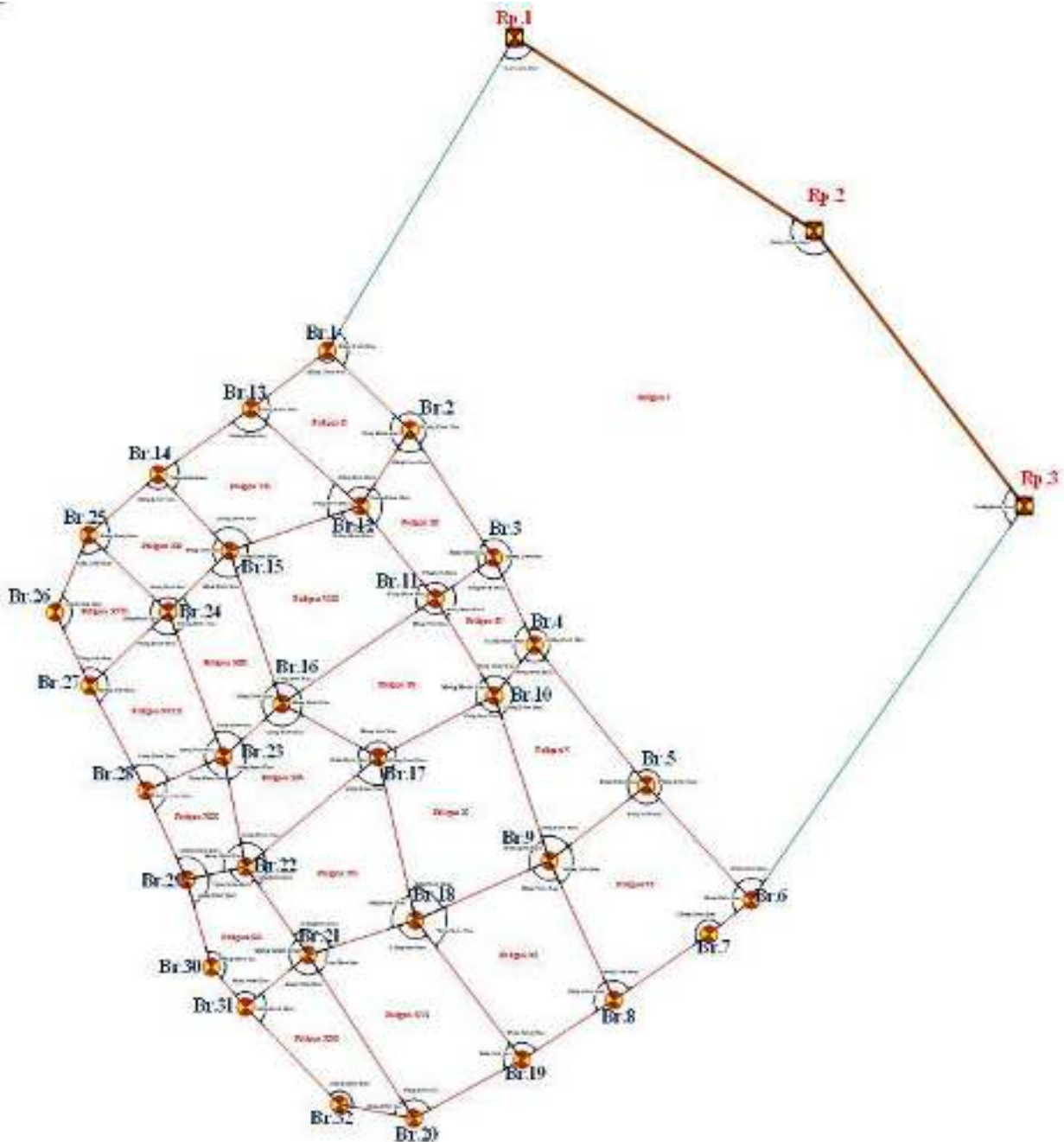


Fig.1 Schema rețelei de monitorizare [sursa autor]

### 3. Executarea măsurătorilor și compensarea lor

Pentru determinarea coordonatelor punctelor caracteristice ale rețelei de monitorizare la fața locului s-au executat măsurători liniare, unghiulare de înaltă precizie cu ajutorul stației totale Nikon NPR-352.

Măsurătorile unghiulare și liniare efectuate între punctele rețelei de monitorizare se compensează utilizând procedeul măsurătorilor condiționate. Pentru aceasta au fost parcurși următorii pași:

- se calculează unghiurile orizontale din direcțiile orizontale măsurate și se grupează pe poligoane;
- se calculează neînchiderile unghiulare în toate poligoanele, foarte important este ca acestea să nu depășească abaterea maximă admisibilă;
- se scriu ecuațiile sistemului normal al corelatelor și se rezolvă sistemul prin metoda matricială;
- se calculează valorile corelatelor după formula:

$$k = -N^{-1} \cdot W \quad (1)$$

- se calculează și compensează valorilor unghiulare;
- se trece la calculul creșterii de coordonate provizorii și determinăm coordonatele relative pentru fiecare poligon în parte;
- se trece la calculul și compensarea creșterilor de coordonate;
- se calculează coordonatele definitive ale rețelei trasate provizoriu.

Aceeași metodă de compensare se aplică și la al doilea ciclu de măsurători.

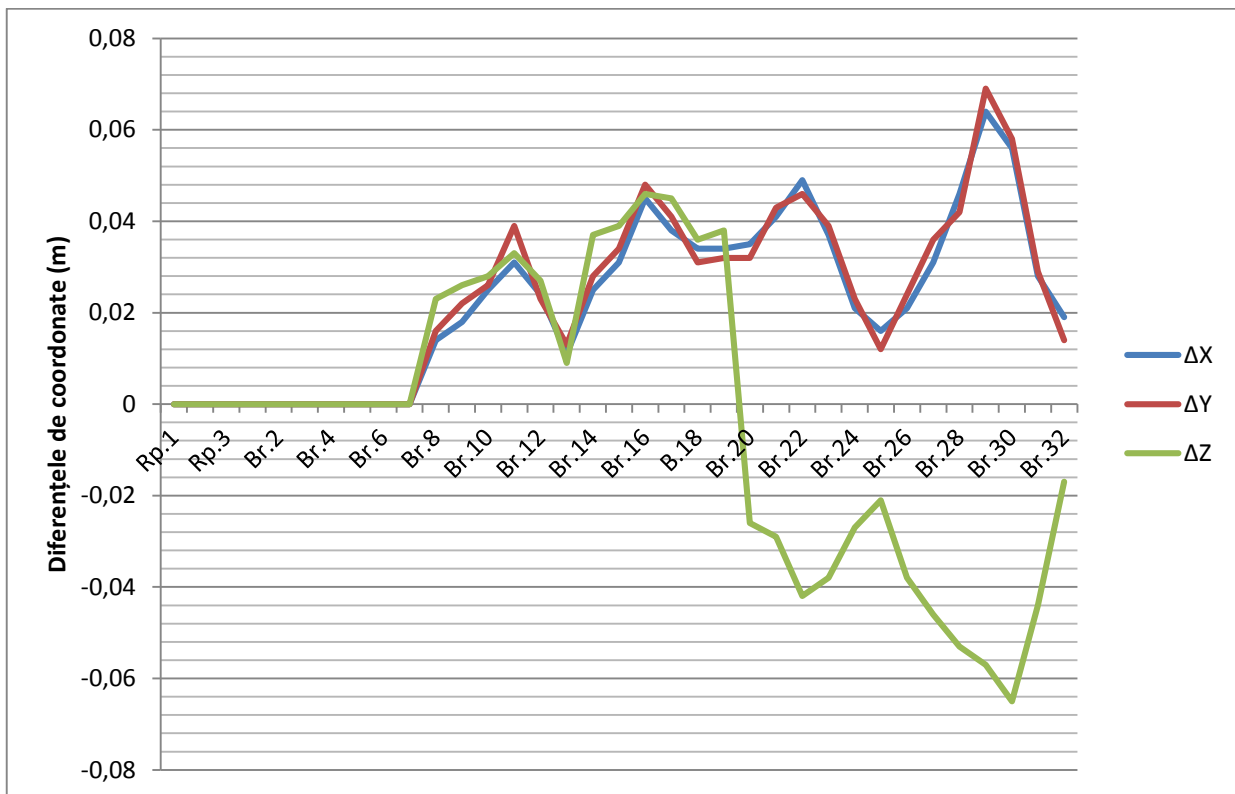
Aprecierea stabilității punctelor de control, prin măsurători geodezice cu stația totală, se face prin compararea valorilor coordonatelor din cele două cicluri de măsurători și obținem diferențele, astfel obținem schimbările cauzate de alunecările de teren pe perioada studiată.

Pe baza măsurătorilor efectuate în două cicluri se prezintă tabelul cu diferențe de coordonate.

**Tabelul 1** Diferențele de coordonate în cele două cicluri de măsurători. [sursa autor]

| PUNCT | $\Delta X$ (m) | $\Delta Y$ (m) | $\Delta H$ (m) | PUNCT | $\Delta X$ (m) | $\Delta Y$ (m) | $\Delta H$ (m) |
|-------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|
|       | DIFERENȚE      |                |                |       | DIFERENȚE      |                |                |
| Rp.1  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.16 | 0.045          | 0.048          | 0.046          |
| Rp.2  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.17 | 0.038          | 0.041          | 0.045          |
| Rp.3  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | B.18  | 0.034          | 0.031          | 0.036          |
| Br.1  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.19 | 0.034          | 0.032          | 0.038          |
| Br.2  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.20 | 0.035          | 0.032          | -0.026         |
| Br.3  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.21 | 0.041          | 0.043          | -0.029         |
| Br.4  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.22 | 0.049          | 0.046          | -0.042         |
| Br.5  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.23 | 0.037          | 0.039          | -0.038         |
| Br.6  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.24 | 0.021          | 0.023          | -0.027         |
| Br.7  | 0.000          | 0.000          | 0.000          | Br.25 | 0.016          | 0.012          | -0.021         |
| Br.8  | 0.014          | 0.016          | 0.023          | Br.26 | 0.021          | 0.024          | -0.038         |
| Br.9  | 0.018          | 0.022          | 0.026          | Br.27 | 0.031          | 0.036          | -0.046         |
| Br.10 | 0.025          | 0.026          | 0.028          | Br.28 | 0.046          | 0.042          | -0.053         |
| Br.11 | 0.031          | 0.039          | 0.033          | Br.29 | 0.064          | 0.069          | -0.057         |
| Br.12 | 0.024          | 0.023          | 0.027          | Br.30 | 0.056          | 0.058          | -0.065         |
| Br.13 | 0.011          | 0.013          | 0.009          | Br.31 | 0.028          | 0.029          | -0.044         |
| Br.14 | 0.025          | 0.028          | 0.037          | Br.32 | 0.019          | 0.014          | -0.017         |
| Br.15 | 0.031          | 0.034          | 0.039          |       |                |                |                |

În urma efectuării a două cicluri de măsurători și compensării acestora au fost obținute coordonatele punctelor de control în urma analizării deplasărilor de coordonate în primul rând observăm că reperele au fost amplasate corect în zone neexpuse alunecărilor de teren dat fiind că deplasările sunt egale cu 0. Dacă analizăm deplasările de coordonate a punctelor de control observăm că bornele 1-7 de asemenea nu au fost influențate de alunecări de teren, deci zona cuprinsă de acestea nu este zonă de risc. Celelalte borne de control toate au suferit deplasări atât în plan orizontal, cât și vertical. Bornele 8-19 au cota de nivel mai mare ca anterior, iar celelalte dimpotrivă au o scădere a nivelului. Aceste fenomene sunt prezentate în figura de mai jos.



Fig, 2 Schema diferențelor de coordonate [sursa autor]

#### 4. Concluzie

În concluzie, se poate de menționat faptul că prezentul proiect de cercetare este unul actual, deoarece la nivel național crește necesitatea monitorizării terenurilor afectate de alunecări de teren. Realizarea unui proiect de monitorizare a zonelor afectate de alunecări de teren este important pentru siguranța exploatării terenurilor din zone de risc. Putem considera ca în cadrul studiului de caz obiectivele propuse au fost realizate, prin determinarea deplasărilor maselor de pământ din zona afectată din or Codru mun. Chișinău. Totodată este important de precizat necesitatea studierii a mai multor zone de risc din municipiul Chișinău. În urma analizei acestor date am puteam obține un tablou concret cu precizie înaltă a zonelor cu risc de alunecări din municipiu, care ar asigura la exploatarea sigură a terenurilor și construcțiilor aflate pe ele.

#### Bibliografie

1. TRIFAN, *Contribuții în domeniul analizei deformațiilor și deplasărilor construcțiilor și terenurilor*, București 2014;
2. HERBAN, *Măsurarea și urmărirea deformațiilor în construcții*, București 2013;
3. ONOSE, SAVU, NEGRILĂ, RĂBOJ, *Topografie*, București, 2014;
4. DRAGOMIR P. I. *Bazele măsurătorilor inginerești*, 2009;
5. MANEA, „*Topografie*”, București 2013;