



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



Universitatea
"POLITEHNICA"
din Timișoara

Ing. Maria - Roberta GRIDAN

TEZĂ DE DOCTORAT

FOLOSIREA METODELOR MODERNE DIN TOPOGRAFIE PENTRU URMĂRIREA COMPORTĂRII CONSTRUCȚIILOR SPECIALE

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT

Prof.Dr.Ing. Marin MARIN

TIMIȘOARA

2012

În contextul dinamicii dezvoltării urbane, înregistrate în România pe parcursul ultimilor 10 ani, cu realizarea unor construcții deosebite ca volum și concepție, se poate constata importanța deosebită a lucrărilor de urmărire a comportării în timp a acestor construcții. Prin metodele noi de proiectare și prin combinarea diferitelor materiale, au rezultat construcții cu structuri speciale, compuse, care pe lângă aspectul estetic deosebit al edificiului, prezintă particularități cu privire la comportamentul în timp pe care îl pot dezvolta.

Printr-o colaborare continuă a ramurilor ingineriei, activitatea de construcții se corelează și completează de foarte multe ori cu adoptarea și aplicarea unor metode și tehnologii geodezice care vin să înregistreze, prelucreze și reprezinte comportamentul clădirilor supuse diferiților factori perturbatori.

Actualitatea temei abordate este dată de faptul că în ultimele decenii schimbările climatice au produs dereglări ale precipitațiilor, astfel că pot apărea cantități mari de apă în unele zone, unde cu câțiva ani în urmă nu se întâmpla acest lucru. Astfel solicitările asupra barajelor pot fi mai mari decât cele calculate inițial, și deci, vor trebui monitorizate permanent pentru a preveni eventuale catastrofe.

Gradul mare de actualitate îl constituie situațiile recente la nivel mondial (accidentul de la hidrocentrala Sayano Shushenskaya – Rusia, 17 august 2009) și național (microfisuri la unele baraje - barajul Secu din zona Reșița, Caraș – Severin) cu influențele nefaste pe plan uman, social și economic.

În încercarea de a depăși problemele tehnice ivite, s-au creat legături interdisciplinare între domeniul ingineriei civile și cel al măsurătorilor terestre, prin care aportul inginerului geodez la aplicarea pe teren a proiectelor de construcții a devenit hotărâtor.

Cercetările efectuate au un pronunțat caracter multidisciplinar, ele înglobând atât elemente de meteorologie, geologie, dar mai ales topografie și tehnici moderne de urmărire în timp a construcțiilor.

Obiectul cercetării îl constituie deformațiile unei construcții hidrotehnice (baraj), mai exact urmărirea acestor deformații (atât orizontale cât și verticale), în timp, cu ajutorul tehnologiilor moderne.

În continuare sunt prezentate principalele aparate folosite de-a lungul timpului pentru monitorizarea construcțiilor speciale

- o Teodolitul;
- o Tahimetru;
- o Nivela;
- o Stația Totală;
- o Nivela Automată.

De asemenea sunt prezentate metodele moderne folosite în măsurarea și urmărirea deplasărilor construcțiilor speciale, și anume:

- o Metoda fotogrametrică;
- o Tehnologia GPS;
- o Metodele Electrice (Tehnica senzorilor)
- o Metoda scanării laser

Capitolul 3 - Metode topo-geodezice pentru studiul și urmărirea deplasărilor și deformațiilor construcțiilor. Aici sunt prezentate metodele prin care se studiază și se urmăresc deplasările orizontale și verticale ale construcțiilor, cu explicații grafice și matematice ale acestor metode. Sunt explicate și demonstrate cu ajutorul a 45 de formule și 21 de figuri, principiile matematice ce stau la bază și guvernează metodele microtriangulației, nivelmentelor, aliniamentelor intersectate, poligonometrică, materializarea reperilor de control, nivelmentului

geometric de înaltă precizie, nivelmentului trigonometric de precizie și nivelmentului hidrostatic. De asemenea sunt prezentate principalele erori ce pot apărea pe parcurs și posibilitățile de compensare a acestora.

Instrumentul principal de cunoaștere a lumii materiale îl constituie observarea și în cadrul acesteia, măsurarea. Operația de măsurare reprezintă un proces experimental de obținere a informației sub forma unui raport numeric, între valoarea mărimii fizice măsurate și valoarea unei alte mărimi de același gen considerată drept unitate de măsură.

Scopul unei cercetări științifice constă în descoperirea legilor care dirijează fenomenele naturale, spre a fi puse în slujba activității umane. Pentru aceasta, este necesară îmbinarea cercetării științifice cu aplicația tehnică – practică, fără de care orice speculație abstractă devine sterilă.

Informațiile, care constituie baza concretă de date necesară rezolvării problemelor geodezice, fotogrametrice și topografice, provin din observațiile efectuate asupra unor mărimi cu care se lucrează frecvent și care, în principal, sunt reprezentate de măsurătorile de unghiuri și distanțe. **Calitatea** informațiilor obținute din aceste măsurători este funcție directă de **volumul** observațiilor și de **precizia** instrumentelor de măsurat.

Teoria erorilor de măsurare prezintă o importanță deosebită pentru practica măsurătorilor terestre, datorită volumului impresionant de observații ce trebuie executate, prelucrate și compensate în vederea obținerii valorilor lor celor mai probabile, ca și pentru evaluarea cât mai corectă și mai completă a preciziei.

Cunoscându-se cât mai exact mărimile erorilor medii ale fiecărui argument măsurabil în parte, se poate determina eroarea medie a unei funcții de aceste argumente. În acest fel, se poate rezolva problema inversă a erorilor de măsurare, în cadrul căreia, față de o eroare maximă impusă apriori unei funcții ce urmează a se determina, se va stabili încă din faza de proiect, care trebuie să fie erorile maxime cu care se vor măsura pe teren argumentele componente.

Aceasta dă posibilitatea stabilirii preciziei optime de măsurare, cu avantaje economice importante. Astfel, la realizarea unei rețele de triangulație, necesară ridicărilor topografice, a unei rețele de microtriangulație, necesară pentru urmărirea comportării unei construcții, studiul preciziei de determinare a poziției punctelor rețelei se face încă din faza de proiectare, funcție de configurația rețelei și de precizia cu care se vor executa măsurătorile pe teren. Acest studiu va urmări ca erorile în poziția punctelor, să se încadreze în toleranțele impuse anticipat. La sfârșit, prin compararea erorilor post-compensare cu erorile stabilite anticipat, se va putea aprecia corectitudinea studiului realizat.

Studiul erorilor de măsurare prezintă o importanță cu totul deosebită în acele domenii ale măsurătorilor terestre (Geodezie, Fotogrametrie și Topografie inginerească), în care exigențele impuse în privința preciziei sunt deosebit de ridicate.

Toate lucrările de topografie și geodezie se bazează pe măsurători efectuate în scopul determinării poziției diferitelor obiecte și fenomene din spațiul terestru. Aceste măsurători se referă în special la mărimi liniare (lungimi) și la mărimi unghiulare (unghiuri).

Așa cum rezultă din definiție, orice proces de măsurare presupune, în primul rând, existența unei **unități de măsură** în raport de care să fie exprimată valoarea observată.

De-a lungul timpului s-au utilizat diferite unități de măsură, în prezent, majoritatea țărilor lumii, printre care și România, folosesc Sistemul Internațional de Unități (SI).

În urma unei măsurători se obține o valoare măsurată, numită și observație, care nu reprezintă altceva decât raportul dintre mărimea fizică măsurată și unitatea de măsură reprodusă de instrumentul folosit.

Proprietățile erorilor întâmplătoare sunt deduse din practică, ele permițând studierea științifică a erorilor prin aplicarea calculului probabilităților.

Efectuarea măsurătorilor topografice pentru determinarea variației pe verticală al unui element al construcției sau al întregului ansamblu construit, se realizează sub forma unor cicluri de observații.

Pe baza datelor obținute și a prelucrării acestora, se vor obține diferențele de nivel dintre reperii de control și mărcile de tasare, urmând să se calculeze ulterior tasările absolute ale punctelor "marcă" de pe construcție. Tasările obținute se pot raporta fie la ciclul de referință, astfel exprimându-se tasarea totală, fie între ciclurile intermediare de măsurători, obținând astfel tasarea parțială a uneia sau a tuturor mărcilor de tasare.

Determinarea valorilor absolute ale tasărilor unei construcții se poate realiza prin aplicarea procedurii de compensare și calcul al observațiilor condiționate sau indirecte.

Construcțiile hidrotehnice sunt lucrări ingineresti care intră în contact nemijlocit cu apa și care, împreună cu echipamentele și instalațiile cu caracter mecanic sau electric, cu care sunt dotate, servesc fie pentru folosirea în diverse scopuri a potențialului de care dispun sursele hidraulice, fie pentru combaterea efectelor, uneori dăunătoare ale apelor.

Acest gen de construcții care se realizează în cadrul amenajărilor hidrotehnice, ce pot fi constituite fie dintr-o lucrare hidrotehnică fie dintr-un ansamblu de construcții hidrotehnice, sunt : baraje, derivații, centrale hidroelectrice, diguri, prize de apă. În acest caz amenajarea poate avea un caracter complex, valorificând parțial sau total potențialul sursei de apă.

Într-o accepțiune mai largă, potențialul hidraulic reprezintă capacitatea unei surse hidraulice de a satisface la un moment dat necesitățile specifice ale dezvoltării materiale a societății umane. Construcțiile hidrotehnice valorifică potențialul hidraulic al surselor curgătoare, în prezent ajungându-se ca în multe țări să fie aproape în întregime folosit.

Construcțiile hidrotehnice au o serie de caracteristici și particularități prin care se diferențiază de celelalte construcții ingineresti.

Barajul Petrimanu (Fig.1) este amplasat pe râul Latorița, la cca. 25 km amonte de confluența acestuia cu râul Lotru, 5km aval de barajul Galbenul și face parte din bazinul hidrografic al râului Lotru (cod cadastral VIII – 1 – 135 – 13).

Accesul în amplasament este asigurat prin drumul forestier Ciunget – Petrimanu – Galbenul. Accesul la baraj se face de la Râmnicu Vâlcea pe drumul E15A până la Brezoi, apoi pe drumul 7A, cca. 30km și în direcția Ciunget la 25km amonte de confluența cu râul Lotru.

Lacul de acumulare asigură colectarea și compensarea debitelor derivate de ramura sud a sistemului de captări și aducțiuni secundare a UHE Lotru – Ciunget. Din lacul de acumulare Petrimanu apa va fi pompată în lacul Vidra, prin aducțiunea Petrimanu – Vidruța. [62]

Bazinul râului în secțiunea amplasamentului are o suprafață de 71 km^2 , debitul mediu al diferenței de bazin este de cca. $0,5 \text{ mc/s}$.



Fig.1 Barajul Petrimanu

Obiectul cercetării îl constituie deformările unei construcții hidrotehnice (baraj), mai exact urmărirea acestor deformări (atât orizontale cât și verticale), în timp, cu ajutorul tehnologiilor moderne.

Având în vedere retehnologizarea hidrocentralei Ciunget, este necesară monitorizarea construcțiilor hidrotehnice. Pe parcursul retehnologizării, barajul Petrimanu a fost golit, forțele ce acționează asupra acestuia fiind neobișnuite.

Măsurătorile pe care le-am efectuat la barajul Petrimanu au drept scop determinarea deplasărilor, atât orizontale cât și verticale, ale reperilor de urmărire. Pentru determinarea deplasărilor s-au folosit patru cicluri de măsurare: măsurătoarea "zero" (05.10.1976)- asigurată de către conducerea UHE Lotru - Ciunget, ciclul de măsurare 1 (01.09.2009), ciclul de măsurare 2 (01.08.2010) și ciclul de măsurare 3 (04.10.2011). Primul ciclu de măsurare l-am efectuat în condiții deosebite deoarece în această perioadă lacul a fost golit, în timpul celui de al doilea ciclu de măsurare lacul a fost reumplut, iar în timpul efectuării măsurătorilor din ciclul trei lacul a fost complet plin. În timpul efectuării măsurătorilor condițiile atmosferice au fost bune (nu au fost precipitații, temperatura mediului înconjurător a variat între 12°C și 15°C), asigurând condiții de lucru bune.

Procesul determinării deplasării punctelor de control pe barajul studiat cuprinde următoarele etape:

1. Măsurarea direcțiilor orizontale și compensarea acestora
2. Prelucrarea măsurătorilor
3. Generarea elipsei erorilor
4. Interpretarea rezultatelor

Pentru determinarea deplasărilor orizontale ale barajului (direcția amonte – aval și mal stâng – mal drept) se efectuează măsurători topografice la reperii de microtriangulație de pe paramentul aval al barajului și la reperii de nivelment de pe coronament. La barajul Petrimanu rețeaua de microtriangulație (Fig. 6.22) pentru urmărire topografică este formată dintr-un număr de 6 puncte de stație materializate prin pilaștrii de beton în care sunt încastrate bolțurile pentru centrarea forțată a aparatului și un număr de 20 de reperii de parament fixați pe paramentul aval al barajului în trei trepte: la cota 1109 – 5 reperii, la cota 1124 – 6 reperii, la cota 1134 – 9 reperii.

Pentru determinarea deplasărilor verticale ale barajului am efectuat măsurători în rețeaua de nivelment. Aceasta este formată din 12 reperii de nivelment montați la coronamentul barajului și 3 reperii ficși (puncte de stație materializați prin pilaștri de beton).

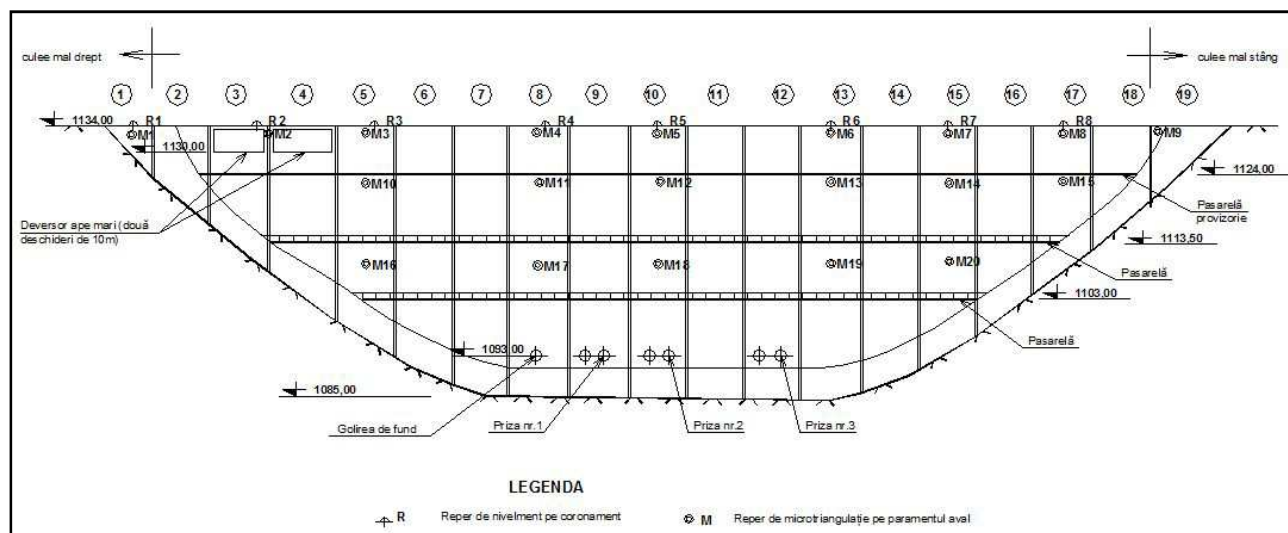


Fig.2 Barajul Petrimanu- Secțiune longitudinală prin axa coronamentului.
Amplasamentul reperilor pe coronament și pe parament

Măsurătorile au fost prelucrate pe calculator cu ajutorul programului APORT 2000.
Cu ajutorul graficelor și tabelor au fost evidențiate principalele deplasări și deformări ale barajului.

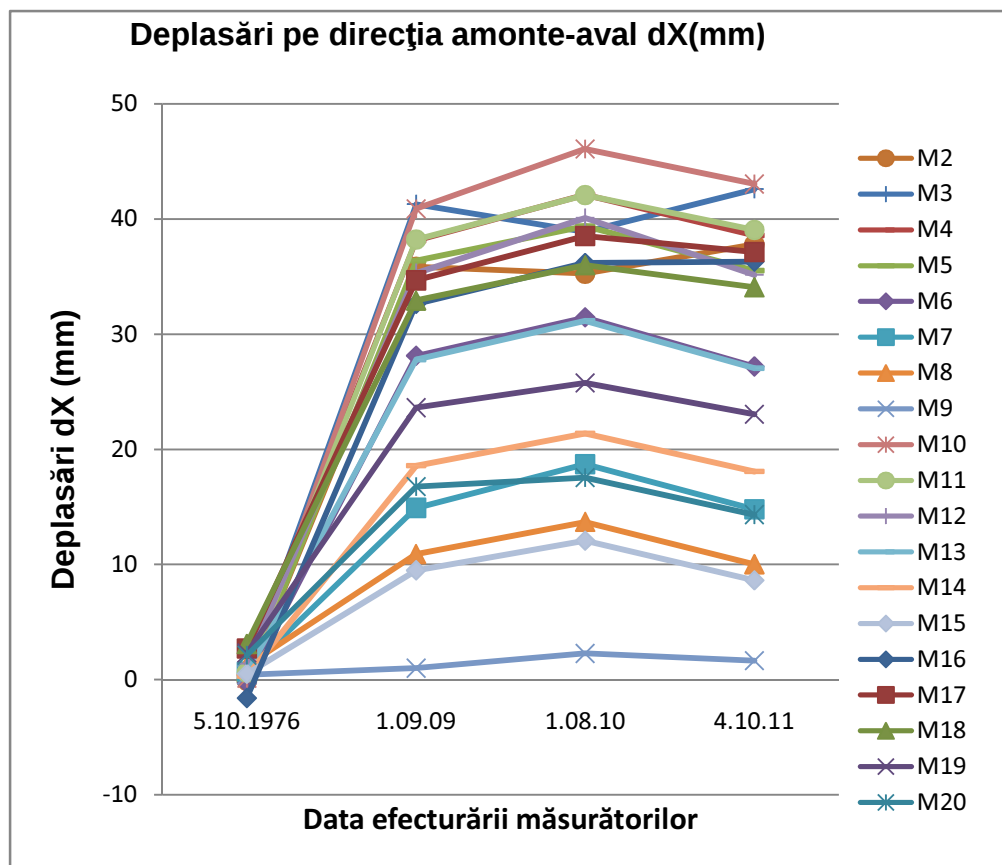


Fig.3. Evoluția deplasărilor reperilor de microtriangulație pe direcția amonte-aval

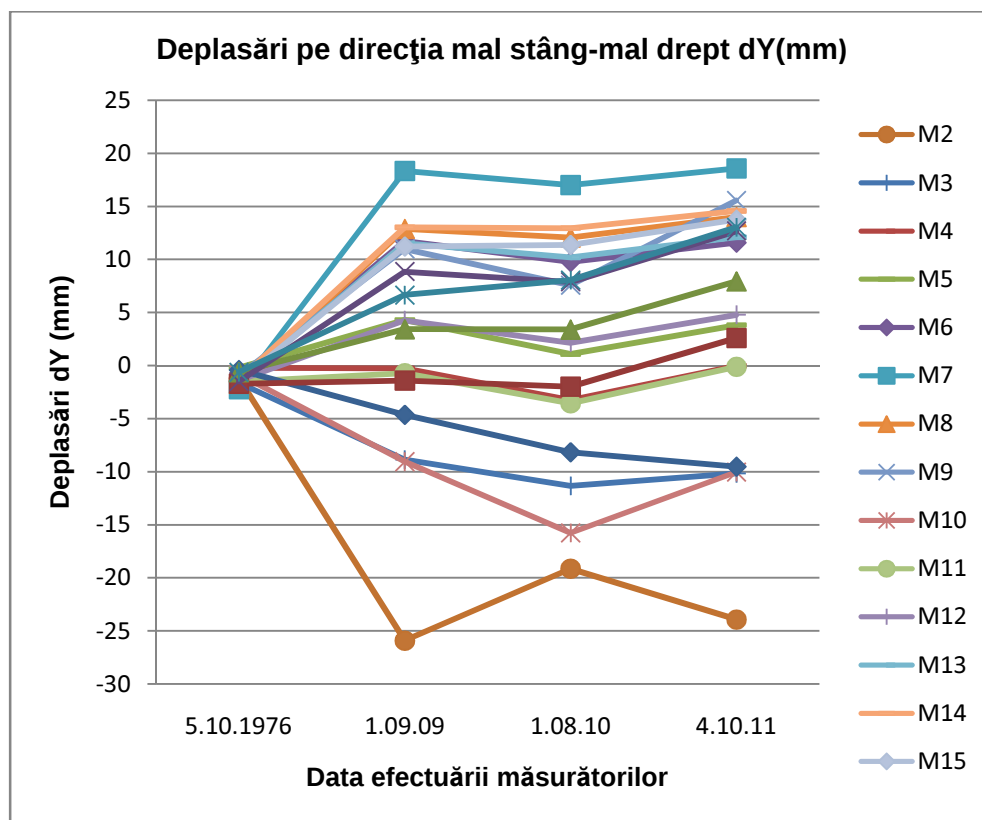


Fig.4. Evoluția deplasărilor reperilor de microtriangulație pe direcția mal stâng-mal drept

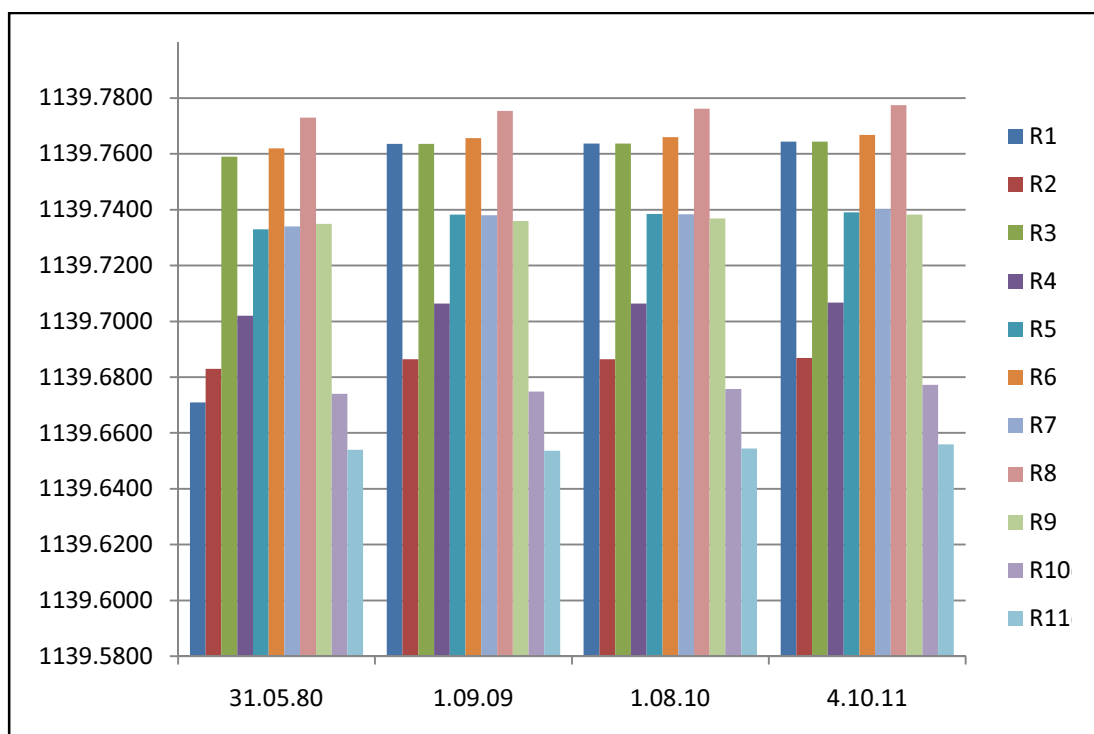


Fig.5. Evoluția deplasărilor verticale ale reperilor de nivelment

Principalele contribuții aduse prin elaborarea prezentei teze de doctorat sunt:

- ✚ O sinteză a metodelor topo - geodezice utilizate pentru urmărirea în timp a construcțiilor speciale;
- ✚ O sistematizare a metodelor de compensare și prelucrare a metodelor măsurare ale construcțiilor hidrotehnice;
- ✚ O structurare a tipurilor de reperi de teren și modul de materializare a acestora pentru țara noastră;
- ✚ Sinteza metodelor topo-geodezice utilizate pentru urmărirea comportării în timp, cu exemplificarea metodelor aplicate la determinarea deplasărilor orizontale și deplasărilor verticale (tasărilor) construcțiilor hidrotehnice specifice;
- ✚ Sinteza metodelor de compensare și prelucrare a observațiilor topo-geodezice, privite sub aspectul prelucrărilor observațiilor prin metoda măsurătorilor condiționate și indirecte;
- ✚ Studiul și sinteza cauzelor ce produc fenomenele de instabilitate și efectul pe care acestea îl au asupra construcțiilor speciale;
- ✚ Concretizarea conceptelor teoretice sub forma unui studiu de caz, asupra unui obiectiv de importanță deosebită, barajul de greutate Petrimanu;
- ✚ Efectuarea de măsurători de înaltă precizie a barajului Petrimanu și prelucrarea acestor măsurători într-o etapă deosebit de riscantă în ceea ce privește stabilitatea construcției și anume la golirea și reumplerea lacului de acumulare;
- ✚ Corelarea măsurătorilor topo-geodezice cu programul și frecvența măsurătorilor impuse de administrația barajului Petrimanu;
- ✚ Măsurarea, inventarierea, stocarea, prelucrarea, gestiunea datelor măsurate pe baza unor programe de compensare a măsurătorilor topo-geodezice;
- ✚ Calculul și evidențierea mărimii elementelor elipsei erorilor pentru fiecare reper de pe paramentul barajului Petrimanu;
- ✚ Evaluarea preciziei de determinare a poziției planimetrice a reperilor din rețeaua fixă de urmărire;
- ✚ Reprezentarea datelor obținute prin crearea unor diagrame de urmărire a tasărilor celor 11 reperi de nivelment ale obiectivului și celor 19 reperi de microtriangulație;
- ✚ Ca strategie de viitor într-un asemenea program de monitorizare precum studiul făcut pentru barajul Petrimanu, ca propunere personală, aș sugera continuarea acestui proiect prin amplasarea de senzori și stații de referință pentru monitorizare (GNSS) precum și urmărirea periodică 3D prin scanare laser a zonelor strategice ale amplasamentului. Dacă procesul de urmărire se continuă încă o perioadă pe linie clasică atunci în mod obligatoriu măsura de urgență impusă este de a se repune în funcțiune reperii M1 (reper de microtriangulație) și R1 (reper de nivelment), aceștia fiind dispuși în zone strategice ale barajului, pentru a se menține parametrii de precizie impuși.