

Teză de doctorat (Rezumat scurt)

**STUDIU PRIVIND STABILITATEA CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE
DIN ZONA OLTENIEI**

Conducător Științific:

Prof.univ.dr.ing. ARAD VICTOR

Doctorand:

Drd.ing. CARAGEA VIOREL SALVADOR

CUVINTE CHEIE: Geologie, geotehnică, geomecanică, infrastructură, căi de comunicații, metode matematice, terasamente, stabilitate, alunecare, aluviuni, impact, lighnit, analiză, structuri rutiere, roci, agregate, factori, bazine, râuri, cercetări.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	4
CAPITOLUL I	
STADIUL ACTUAL AL CUNOATERII PE PLAN NAȚIONAL.....	5
1.1. Generalități.....	5
1.2. Stadiu actual privind stabilitatea căilor de comunicații terestre și perspectiva dezvoltării sistemului rutier.....	5
1.3. Starea căilor de comunicație terestre de interes județean și local din județul Gorj.....	6
CAPITOLUL II	
CARACTERIZAREA GEOLOGICĂ ȘI GEOTEHNICĂ A TERENULUI DE FUNDARE PENTRU INFRASTRUCTURA CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE.....	8
2.1. Generalități privind încadrarea geografică și geologică a rocilor din bazinele râurilor Jiu și Gilort.....	8
2.2. Morfologia bazinului hidrografic al Jiului și al afluentului acestuia, Gilortul.....	8
2.3 Impactul exploatării la suprafață a lighnitului asupra căilor de comunicații terestre.....	9
2.4. Caracteristicile geotehnice ale terenului de fundare - studiu de caz: DJ 675C.....	11
CAPITOLUL III	
CARACTERIZAREA GEOMECHANICĂ A ROCILOR UTILIZATE LA INFRASTRUCTURA CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE.....	15
3.1. Caracterizarea mineralogo-petrografică.....	15
3.2. Caracteristici mecanice.....	17
3.3. Caracteristici tehnologice.....	17
CAPITOLUL IV	

METODE MATEMATICE DE ANALIZĂ ALE FENOMENELOR DE INSTABILITATE.....	19
4.1. Factorii care influențează stabilitatea terasamentelor și versanțiilor.....	20
4.2. Analiza stabilității terasamentelor.....	22
4.3. Analiza stabilității terasamentelor. Studiul de caz terasament DJ 675C.....	26
4.4. Stabilitatea terasamentelor. Studiul de caz DC 29.....	31
CAPITOLUL V	
CERCETĂRI PRIVIND CREȘTEREA STABILITĂȚII TERASAMENTELOR ȘI INFRASTRUCTURII CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE.....	35
5.1. Ranforsarea structurilor rutiere existente.....	35
5.2. Reciclarea în situ a structurilor rutiere.....	36
5.3. Reabilitarea DJ 675C - Studiu de caz.....	39
CAPITOLUL VI	
CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII.....	48
6.1. Concluzii.....	48
6.2. Contribuții originale.....	48
6.3. Propuneri.....	51
BIBLIOGRAFIE.....	52

REZUMATUL TEZEI

Scopul tezei, reprezintă construirea căilor de comunicații terestre CCT și întreținerea structurilor rutiere ce implică utilizarea unor importante cantități de materiale, dintre care agregatele naturale și a celorlalte materiale rutiere, ce sunt determinante în realizarea unor lucrări de calitate în sectorul CCT. Diversitatea tipurilor de rocă, posibilitățile de exploatare și numărul unităților producătoare este foarte mare în cazul agregatelor naturale, de aceea este necesar să stabilim parametri tehnici și condițiile de admisibilitate cu privire la utilizarea acestora.

În capitolul I intitulat, **STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PE PLAN NAȚIONAL**, am realizat determinarea calității agregatelor utilizate în sectorul rutier, cu periodicități stabilite de standardele în vigoare. În funcție de caracteristicile geomecanice ale agregatelor naturale, de clasele de admisibilitate care stabilesc și domeniul de utilizare a acestora în sectorul rutier al căilor de comunicații terestre.

În capitolul II intitulat, **CARACTERIZAREA GEOLOGICĂ ȘI GEOTEHNICĂ A TERENULUI DE FUNDARE PENTRU INFRASTRUCTURA CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE**, am descris încadrarea geografică și geologică a rocilor din bazinele Râul Jiu și Gilort.

Aria sursă monotonă este alcătuită din roci magmatice, metamorfice, sedimentare, iar o arie sursă diversificată va avea o alcătuire mineralo-petrografică complexă cu diverse tipuri de roci. Bazinul hidrografic al Jiului traversează o zonă vastă în care aflorază simultan roci magmatice, metamorfice și sedimentare.

Diversitatea mineralo - petrografică a ariei sursă este reflectată în natura granoclastelor și litoclastelor din compoziția agregatelor balastierelor luate în studiu de pe râul Jiu: Iezureni, Capu Dealului, Rovinari, Răchiți, Meri, Valea Sadului.

În continuare se regăsește, morfometria și morfologia de ansamblu a regiunii în care este încadrat bazinul hidrografic Gilort, în corelație cu elementele structurale și

litologice și cu evoluția paleogeografică. Acesta se grefează pe unități morfostructurale distincte din punct de vedere genetic, evolutiv, morfologic, morfometric și biopedoclimatic.

De asemenea, în acest capitol am descris, impactul exploatării la suprafață a lignitului asupra căilor de comunicații terestre și caracteristicile geotehnice ale terenului de fundare determinate în laboratorul de "Analize și încercări în construcții", de la Universitatea din Petroșani, prezentate sub formă de tabele.

În capitolul III intitulat, **CARACTERIZAREA GEOMECANICĂ A ROCILOR UTILIZATE LA INFRASTRUCTURA CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE**, descriu caracterizarea mineralogo-petrografică pe diferite sorturi de roci utilizate la infrastructura căilor de comunicații terestre.

Studiul comparativ mi-a permis repartizarea litoclastelor din balastierele studiate în trei clase de angularitate: subrotunjit, rotunjit și foarte rotunjit.

Din balastierele studiate s-au recoltat și probe de rocă pe care s-a determinat compoziția mineralogică a agregatelor. Pentru probele de roci analizate am determinat conținutul de argilă.

Rocile din cele 11 balastiere sunt constituite din litoclaste de cuarțite, pegmatite, granite pegmatitice, șisturi cuarțito-grafitoase și cuarțito-cloritoase, amfibolite rubanate, granite, amfibolite cu migmatizări, granite gnaise, pegmatite cu filonașe milimetrice de cuarț, cuarțite, granitoide prehercinice.

Din punct de vedere petrografic, granitoidele cuprind pe lângă varietăți de granite: granite, granite porfiroide, granite cu biotit, granite gnaise, și granodiorite sau chiar separații de diorite și diorite cuarțifere.

Pentru rezolvarea temei impuse de teza de doctorat, am descris tipurile de rocă, caracteristicile mineralogo-petrografice, caracteristicile fizice, mecanice și tehnologice pentru cele 11 balastiere studiate.

În capitolul IV intitulat, **METODE MATEMATICE DE ANALIZĂ ALE FENOMENELOR DE INSTABILITATE**, am realizat analiza stabilității terasamentelor, pe baza factorului de stabilitate pentru profile caracteristice cu posibilitatea variației unor parametri până la găsirea situației celei mai defavorabile, furnizează în general o imagine discontinuă a zonei, care însă permite definirea unui model coerent pe baza căruia se obține o imagine globală a stabilității terenului de fundare.

Factorii principali care influențează stabilitatea sunt: caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor din terasament și din terenul de fundare; granulometria rocilor din terenul de fundare și ale rocilor din terasament; caracteristicile constructive ale terasamentului; configurația suprafeței terenului de fundare; caracteristicile fizico-mecanice și elastice ale terenului de fundare; regimul pluviometric din zonă; și gradul de seismicitate naturală sau indusă.

În următoarele rânduri am descris factorul hidrogeologic, ce are un rol extrem de important în formarea suprafețelor de alunecare, factori geotehnici și geomecanici, factori antropogeni și factorul seismic, terminând capitolul cu activitatea de prospectare-explorare și exploatare a hidrocarburilor care se desfășoară în zonă ce reprezintă alte fenomene de instabilitate.

În capitolul V intitulat, **CERCETĂRI PRIVIND CREȘTEREA STABILITĂȚII TERASAMENTELOR ȘI INFRASTRUCTURII CĂILOR DE COMUNICAȚII TERESTRE.**

Acest capitol, are ca obiect degradările produse de traficul rutier, ce pot fi tratate doar prin activități de întreținere și de aceea necesită măsuri de reabilitate. Am stabilit gradul de deteriorare și natura deteriorării, profunzimea degradării, dacă este limitată la suprafață sau dacă este o problemă de structură, dacă se dorește o reabilitate pe termen lung sau o menținere pe termen scurt, ce resurse sunt disponibile. Ranforsarea cu straturi bituminoase este inclusă în activitatea de reparații curente a drumurilor publice și se execută pentru sporirea capacității portante. Soluția de ranforsare se stabilește în raport cu tipul de structură existentă, categoria drumului și calculele de dimensionare.

Dimensionarea infrastructurilor rutiere se realizează prin mai multe metode: deflectometrul Benkelmann, deflectograful Lacroix, AASHO și metoda Asphalt Institute.

În continuare am descris soluții tehnice aplicate pentru realizarea reabilitării structurilor rutiere, reciclarea în situ a structurilor rutiere, reciclarea la rece și reciclarea la cald, frezarea la rece, încălzirea cu raze infraroșii, termoreprofilarea, termoregenerarea și reabilitarea drumului 675 C cu lungimea reală de 43+830 km, starea tehnică. Pe o lungime de circa 60 m, s-a produs o alunecare a versantului de pe partea dreaptă a drumului, care a afectat acostamentul și supralărgirea din curbă, astfel încât dalele din beton în zonă alunecării stau în consolă pe lățime de 5 ÷ 60 cm.

Capitolul VI intitulat, **CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII.**

CONCLUZII

o. Construcția, întreținerea și reabilitarea căilor de comunicații terestre necesită utilizarea unor importante cantități de materiale de construcții, din care agregatele naturale din balastiere și cariere ocupă o pondere mare. Calitatea agregatelor naturale asigură realizarea unor lucrări de calitate în sectorul căilor de comunicații terestre.

o. Determinarea calității agregatelor naturale utilizate în sectorul infrastructurilor rutiere este strict necesară. Determinarea caracteristicilor geomecanice ale rocilor se realizează la perioade stabilite de standardele în vigoare. În funcție de caracteristicile geomecanice ale agregatelor acestea se încadrează în clase de admisibilitate care stabilesc și domeniul de utilizare a acestora în sectorul căilor de comunicații terestre.

o. Rocile utilizate la infrastructura căilor de comunicații terestre trebuie să îndeplinească următoarele caracteristici mineralo-petrografice: să fie omogene în ceea ce privește culoarea și compoziția mineralogică, să nu prezinte urme vizibile de alterare fizică sau chimică, să nu conțină pirită, limonită sau săruri solubile, să nu conțină silice amorfă, care reacționează cu alcaliile din ciment.

o. Clasificarea drumurilor publice, după gradul de perfecționare al îmbrăcăminții, este următoarea: 52,1 % îmbrăcămințe modernă din asfalt, sau beton 35,5 % drumuri pietruite și 12,4 % drumuri din pământ.

o. Îmbrăcămințile moderne sunt reprezentate prin 91 % îmbrăcămințe bituminoasă, 8 % îmbrăcămințe din beton și 1 % îmbrăcămințe din piatră fasonată.

o. Strategia de dezvoltare a rețelei de căi de comunicație terestre din județul Gorj presupune creșterea lungimii drumurilor județene de la 1351,83 km la 1437,59 km,

respectiv cu 85,76 km. Această dezvoltare se impune de creșterea potențialului turistic al județului.

Din analiza stabilității terasamentelor am tras următoarele concluzii:

o. Doar 111,265 km, reprezentând 12,3 % din drumurile comunale din județul Gorj au îmbrăcăminte permanentă sau semipermanentă, din care doar 45,008 km, 5 % din totalul drumurilor comunale au îmbrăcăminte rutieră permanentă, asfalt, beton de ciment și pavaje.

o. La 31,949 km sunt 35 % de drumuri comunale, stratul de rulare este format dintr-un strat stabilizat, în situ, prin reciclare cu adaos de lianți, urmând ca în anul 2008 acesta să fie protejat prin execuția unor straturi asfaltice sau tratamente bituminoase duble.

o. Lungimea drumurilor comunale pietruite reprezintă 460,075 km, adică peste jumătate din lungimea totală a drumurilor din județul Gorj având 50,9%.

o. Peste 301,014 km de drumuri comunale sunt din pământ, adică o treime din lungimea totală a drumurilor comunale din județul Gorj reprezintă 33,3%, pe cele mai multe dintre acestea neputându-se circula în perioadele ploioase ale anului.

o. Doar pe cca 15 % din drumurile comunale din județul Gorj, adică pe 143,214 km, se circulă în condiții satisfăcătoare, pe restul rețelei însumând 761,089 km, adică 85 %, circulația se desfașoară în condiții necorespunzătoare, în perioadele ploioase fiind foarte dificilă sau chiar întreruptă.

o. Caracteristicile geografice, geologice, climatice și ale florei, au avut un rol important în formarea bazinului hidrografic al Jiului prin contribuția adusă la dezagregarea rocilor de suprafață, fragmentarea și transportul lor de la locul de formare.

o. Apa sub diversele ei forme, plantele și chiar aerul în mișcare, constituie forțe distructive în regiunile deschise și cu relief accidentat, accelerând principalele procese de alterare care favorizează dezagregarea rocilor. Fragmentarea rocilor, formarea clastelor, este efectul final al pierderii coeziunii agregatului mineral supus acțiunii factorilor de mediu. Viteza și intensitatea dezagregării depind atât de natura petrografică a rocilor, cât și de intensitatea acțiunii factorilor de mediu.

o. Analizând distribuția granulometrică pentru cele 11 puncte de recoltare am concluzionat că, pe măsură ce crește distanța de transport, distribuția tipurilor de pietriș și nisip se modifică în sensul creșterii cantității de nisipuri mari și pietrișuri mici în detrimentul nisipurilor fine și al pietrișurilor mari. De asemenea, am putut observa că aceste agregate au un conținut mic de prafuri și argile, ceea ce le recomandă din punct de vedere tehnic pentru utilizarea în domeniul genului civil.

o. După compoziția granulometrică a probelor de rocă din terenul de fundare este constituită din următoarele tipuri de rocă: argile prăfoase și argile nisipoase.

Putem constata că ponderea cea mai mare este cea a argilelor prăfoase și coloidale, ceea ce ne indică că aceste tipuri de roci au în componență între 19,706 - 38,826 %, particule coloidale cu dimensiuni mai mici de 2 μ . Cu cât gradul de finețe al particulei este mai mică cu atât roca respectivă este mai tixotropică.

Lichefierea - tixotropia, este un fenomen dinamic caracteristic rocilor argilo - nisipoase saturate. Acest fenomen se produce datorită creșterii presiunii apei în pori și a scăderii rezistenței de rupere la forfecare.

Aceste fenomene pot pune în mișcare volume imense de rocă, mai ales în perioadele cu precipitații abundente care au făcut ca argilele respective să ajungă la umiditatea tixotropică și la indicele tixotropic critic doar din cauze naturale.

o. În funcție de limitele de plasticitate, indicele de plasticitate și indicele de consistență, rocile analizate sunt cu plasticitate mijlocie spre mare. În această clasă se încadrează nisipul argilos și argilele nisipoase pe care s-au făcut încercările.

o. Din punct de vedere al Riscului Geotehnic punctajul stabilit pe baza celor 4 factori la care se adaugă puncte corespunzătoare zonei seismice de calcul al amplasamentului, care pentru Județul Gorj situat în zona „D”, este de 1 punct.

Rezultă un total de 12 puncte, ceea ce încadrează infrastructura **DJ 675C** din punct de vedere al riscului geotehnic în tipul „**MODERAT**”, iar din punctul de vedere al categoriei geotehnice în „**CATEGORIA GEOTEHNICĂ 2**”.

o. Caracteristicile de contractilitate ale argilelor, de la suprafața terenului, **permit fundarea directă a construcției la adâncimea minimă de -0,90 m**, cu respectarea prescripțiilor tehnice NE 0001 - 96 intitulat „**COD DE PROIECTARE ȘI EXECUȚIE PENTRU CONSTRUCȚII FUNDATE PE PĂMÂNTURI CU UMFLĂRI ȘI CONTRACȚII MARI**”.

o. Din calculele referitoare la capacitatea portantă a terenului de fundare și a tasărilor probabile pentru fundarea directă la cota $D_f = -0,90$ m, pentru o fundație continuă, încărcată centric: $p_{pl} = 183,223$ kN/m² și $p_{cr} = 276,405$ kN/m².

o. Se recomandă reabilitarea - ranforsarea infrastructurilor rutiere fără să se produca degradarea lor gravă, evitând astfel cheltuieli mari pentru întreținere și reparații curente.

o. Factorul de siguranță calculat pentru condițiile geotehnice date, devine $F_s = 0,80$, fapt ce a condus la apariția unor deplasări pe stratul de bază, constituit din nisipuri și nisipuri argiloase.

S-a analizat starea tehnică a DJ 675C pe diferite tronsoane realizate cu îmbrăcăminte asfaltică, cât și din beton.

Am determinat capacitatea portantă cu deflectometrul dinamic cu masa căzătoare.

Starea capacității portante a drumului județean DJ675C, din cei 43.83 km măsurați, 58 %, au capacitate portantă foarte bună, 10 % capacitate portanta mediocră și 32 % capacitate portantă rea.

Alegerea celei mai adecvate soluții de reabilitare structurală va depinde, însă, de o serie de factori și din această cauză se recomandă realizarea unei analize multicriteriale care să conducă la alegerea celei mai eficiente soluții de reabilitare.

o. În general, am constatat că o reciclare în situ a unei structuri existente cu adăugarea unor noi straturi conform unei dimensionări raționale, aduce sporuri importante de capacitate portantă, la prețuri de cost mai scăzute. Se pune însă problema respectării condițiilor de calitate impuse materialelor și simularea comportamentului masivului de rocă și a fenomenelor de instabilitate.

Având în vedere natura și cauzele fenomenului de instabilitate care a afectat terasamentul, respectiv condițiile geomorfologice create în zona alunecării, prin soluția de consolidare proiectată s-a urmărit refacerea și asigurarea stabilității terasamentului, atât prin lucrări de susținere și de evitare a acțiunii apei, cât și prin stabilizare propriu-zisă a alunecării de teren.

CONTRIBUȚII ORIGINALE

Contribuții proprii semnificative aduse la rezolvarea temei:

- o. Am făcut o analiză a stadiului actual privind stabilitatea căilor de comunicații terestre.
- o. Am realizat o clasificare a căilor de comunicații terestre.
- o. Am analizat terasamentele care au prezentat instabilitate pentru toate categoriile de drumuri din județul Gorj.
- o. Am propus o serie de măsuri de creștere a stabilității infrastructurii căilor de comunicații terestre.
- o. Am analizat starea căilor de comunicații terestre de interes județean și local din județul Gorj.
- o. Am realizat un Studiu de Caz privind caracteristicile terenului de fundare pentru DJ 675 C.
- o. Am analizat riscul geotehnic corespunzător zonei seismice de calcul pentru amplasamentul DJ 675 C.
- o. Am participat la realizarea studiului geomecanic pentru agregatele din 11 balastiere din județul Gorj.
- o. Am identificat posibilitățile de utilizare a fiecărui tip de rocă, în funcție de caracteristicile geomecanice în concordanță cu condițiile de admisibilitate.
- o. Am analizat factorii care au influențat stabilitatea terasamentelor și metodele analitice de calcul oferite de literatura de specialitate.
- o. Am determinat factorul de stabilitate pentru terenul de fundare al infrastructurii DJ 675 C printr-un Studiu de Caz.
- o. Am realizat un Studiu de Caz privind stabilitatea DC29.
- o. Am realizat un Studiu de Caz privind reabilitarea DJ 675 C.
- o. Am evaluat starea tehnică a DJ 675 C și am propus soluții de reabilitare a acestui drum.

PROPUNERI

1. Stabilirea caracteristicilor geomecanice ale agregatelor pentru cursul riului Jiului și tuturor afluenților săi.
2. Realizarea unor corelații între caracteristicile geomecanice, pentru toate balastierele din județ, pe clase de calitate a rocilor.
3. Realizarea unei hărți cu principalele balastiere pe criterii de calitate care să fie pusă la dispoziția antreprenorilor.