

**UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI**  
**ȘCOALA DOCTORALĂ**  
**DOMENIUL DE DOCTORAT: MINE,**  
**PETROL ȘI GAZE**



**TEZĂ DE DOCTORAT**

**CERCETĂRI PRIVIND MODIFICĂRILE GEOMORFOLOGICE GENERATE DE  
ACTIVITĂȚILE MINIERE DIN BAZINUL MINIER BERBEȘTI ȘI IMPACTUL  
ACESTORA ASUPRA MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR**

**REZUMAT**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof.univ.dr.habil.ing. **Maria LAZĂR**

DOCTORAND:

**Ramona-Victoria CHIRIȚĂ**

Petroșani  
2019

CUPRINS	1
LISTA FIGURILOR	5
LISTA TABELELOR	9
INTRODUCERE	10
CAP. I GEOMORFOLOGIA ANTROPICĂ – ISTORICUL CERCETĂRILOR	13
CAP. II CARACTERIZAREA GEOGRAFICĂ ȘI GEOMORFOLOGICĂ A BAZINULUI MINIER BERBEȘTI	22
CAP. III MODIFICĂRILE GEOMORFOLOGICE GENERATE DE ACTIVITĂȚILE MINIERE DIN BAZINUL MINIER BERBEȘTI, STUDIU DE CAZ – CARIERA PANGA	40
CAP. IV IDENTIFICAREA ȘI EVALUAREA IMPACTULUI MODIFICĂRILOR GEOMORFOLOGICE DIN BAZINUL MINIER BERBEȘTI ASUPRA FACTORILOR DE MEDIU	66
CAP. V SOLUȚII DE RECONVERSIE ECOLOGICĂ ÎN BAZINUL MINIER BERBEȘTI STUDIU DE CAZ CARIERA PANGA	94
CAP. VI ALEGEREA MODULUI DE REABILITARE ȘI RESTAURARE A TERENURILOR MODIFICATE DIN PUNCT DE VEDERE GEOMORFOLOGIC DIN CARIERA PANGA	106
CAP. VII MODELAREA ȘI PROIECTAREA LUCRĂRILOR DE REABILITARE ECOLOGICĂ A CARIEREI PANGA	125
CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PROPRII	160
BIBLIOGRAFIE	164

**1.CUVINTE CHEIE:** modificări geomorfologice, Bazinul Minier Berbești, impact, reconversie ecologică, reabilitare, modelare, cariera Panga.

## **2. GENERALITĂȚI**

Teza de doctorat intitulată „*Cercetări privind modificările geomorfologice generate de activitățile miniere din Bazinul Minier Berbești și impactul acestora asupra mediului înconjurător*” se dovedește de reală actualitate, prin tematica sa vizând cercetări de identificare și evaluarea a principalelor procese și fenomene geomorfologice generate de activitățile miniere. În cercetarea doctorală am propus și soluții de reconversie ecologică pentru redarea în circuitul economic a terenurilor modificate din punct de vedere geomorfologic. Lucrarea se justifică prin cerințele stringente care sunt pe plan național și european în domeniul resurselor energetice, a eficientizării exploatarei miniere a substanțelor minerale utile, precum și a reabilitării și restaurării terenurilor modificate de activitățile miniere.

Scopul tezei de doctorat este identificarea și evaluarea principalelor procese și fenomene geomorfologice generate de activitățile miniere din Bazinul Berbești. Alături de acesta, mai pot fi identificate scopurile specifice lucrării, astfel: analiza interdependențelor dintre geomorfologie (naturală /antropică) și componentele mediului înconjurător; cercetări privind modificările geomorfologice generate de exploatarea cărbunelui în Bazinul Minier Berbești, prezentarea geografică a zonei Berbești, a haldelor și carierelor din bazin; identificarea și evaluarea impactului generat de modificările geomorfologice din Bazinul Minier Berbești asupra mediului, utilizând metode și instrumente moderne de evaluare a impactului: matrici, rețele de impact și liste de control; direcțiile și soluțiile de eliminare/diminuare a impactului modificărilor geomorfologice din Bazinul Minier Berbești asupra mediului.

Pentru a putea răspunde celor prezentate mai sus, am ales o abordare logică și sistematică. Astfel, s-a impus parcurgerea mai multor etape, care în final au condus la elaborarea și alegerea variantei optime de reabilitare ecologică a carierei Panga, carieră aleasă ca și studiu de caz. A fost necesară folosirea metodei analitice și sintetice, deoarece relieful este rezultatul unui complex de factori. Pentru a fi cunoscut și explicat s-a impus analiza amănunțită pe procese, agenți, forme etc. apoi a fost necesară efectuarea de clasificări, generalizări și sinteze. Analiza din perspectivă geomorfologică a variantelor de reintegrare funcțională și amenajare peisagistică a carierei Panga, este o necesitate contemporană, a cărei aplicabilitate are atât efecte imediate, cât și pe termen lung. Abordarea problematicii transdisciplinare a necesitat o analiză atât a principiilor metodologice ale cunoașterii științifice cât și a principiilor geografico- miniere cu semnificație metodologică.

Teza de doctorat este elaborată pe parcursul a 7 capitole, cu un număr de 172 pagini, cuprinzând în total 128 figuri (hărți/ scheme/ fotografii) și 28 tabele cu date și informații specifice, 15 concepte și idei, toate originale, intrate sub incidența copy-right-ului.

În ultimul capitol al lucrării sunt redate, sistematizat, concluziile finale, descrieri ale contribuțiilor științifice personale, originale, precum și propuneri, direcții viitoare de cercetare în domeniu.

Bibliografia cuprinde 95 referințe actualizate, din țară și străinătate. Acestea i se adaugă un număr de 13 referințe bibliografice personale, ale autoarei.

### 3. CONȚINUTUL LUCRĂRII:

**Capitolul I** este intitulat „*Geomorfologia antropică-istoricul cercetărilor*”. În principal, în cadrul acestui capitol sunt prezentate aspecte cu privire la elementele de geomorfologie, diviziunile geomorfologiei, relațiile geomorfologiei cu alte științe, metodele de cercetare folosite în geomorfologie, dezvoltarea geomorfologiei în lume și în România, dar și cercetări privind geomorfologia minieră. Geomorfologia mediului capătă abordări de tip impact, fiind subiectul preferat al cercetătorilor. O altă direcție bine conturată este cea privind studiarea riscurilor și a hazardelor ce afectează arealele miniere și spațiile locuite. În acest mod, geomorfologia contemporană tinde să capete un accentuat caracter socio-economic, managementul peisagistic și reabilitarea spațiilor degradate fiind subiectele cele mai căutate și generoase din punct de vedere aplicativ. Antropogeomorfologia (neogeomorfologia) are drept scop reliefarea agresiunilor pe care le suportă spațiile naturale. În cadrul studiilor integrate acestei tematici sunt propuse și strategii de gestionare a mediului bazate pe ideea de reabilitare ecologică a spațiilor degradate, mai ales în zone cu exploatare minieră. Studiile recente abordează problema identificării arealelor cu riscuri și posibilitatea afectării omului. În vederea realizării unui management modern și eficient al teritoriului se impune efectuarea unei corelări a datelor caracteristice studiului de caz ales cu măsurile și experiențele privind tehnica de reabilitare a arealelor degradate prin minerit. Ideile geomorfologice promovate în studiile moderne privind relieful antropic minier sunt evidențiate de studiile interdisciplinare și transdisciplinare apărute după 1990, acestea ridică o deschidere a cercetătorilor spre problemele generate de exploatarea irațională a resurselor naturale. La începutul anilor 1990 se constată o reorientare a geografilor, geologilor și inginerilor spre studiarea impactului uman asupra morfodinamicii contemporane. Astfel, se înmulțesc analizele referitoare la intervenția antropică în peisaj, fiind evidențiate aspectele legate de: degradarea mediului, hazardele și riscurile induse prin impact antropic, morfogeneza antropică, reabilitarea spațiilor degradate și chiar studii de management integrat al zonelor afectate de intervenția umană.

**Capitolul II** este denumit „*Caracterizarea geografică și geomorfologică a Bazinului Minier Berbești*” și prezintă descrierea geografică, geologică, hidrologică, climatică, pedologică, a vegetației și faunei arealului studiat, dar și activitățile economice locale. Zona studiată este monoindustrială, exploatarea cărbunelui fiind atestată documentar încă din anul 1902 în extremitatea estică, la mina Cucești din localitatea Oteșani.

Sunt prezentate și aspecte geomorfologice ale Bazinului Minier Berbești, precum morfologia, morfometria zonei, analiza repartiției energiei reliefului, densitatea fragmentării, declivitatea, orientarea versanților, indicatori geomorfologici reliefați și prin hărți elaborate în sistem GIS. Din punct de vedere geomorfologic, în regiune sunt cunoscute unități ale Subcarpaților și Podișului Getic, care se dezvoltă până în vecinătatea câmpiei înalte de piemont situată în fața platformei moesice. Dealurile subcarpatice au înălțimi moderate, fiind fragmentate de o puternică rețea hidrografică transversală. Relieful actual în Berbești este pe de o parte rezultatul acțiunilor antropice de exploatare (descoperări de terenuri, excavații, taluzuri de

exploatare, nivelarea terenurilor, depozitarea materiei prime sau a reziduurilor sub formă de halde etc.), iar pe de altă parte, efectul acțiunii factorilor atmosferici și hidrosferici (dinamica maselor de aer, precipitații, îngheț-dezghet, scurgerea apei, umectarea substratului), asupra morfologiei determinată de exploatarea cărbunelui în carieră. În urma acțiunii factorilor de mediu asupra unui substrat modificat de intervenția antropică, au rezultat o serie de procese geomorfologice (pluviudenudarea, eroziune în suprafață, scurgerea apei, prăbușiri, alunecări de teren) și microforme de relief (rigole, ogașe, ravene, conuri de dejecție, corpuri de alunecare) care, chiar dacă au o manifestare în conformitate cu modelarea în regim natural, ele sunt induse antropic. Astfel, lipsa unor strategii și măsuri de rehabilitare a terenurilor degradate a condus, practic, la intensificarea proceselor geomorfologice.

Cercetarea de teren în combinație cu analiza aerofotogramelor au fost instrumentele folosite pentru cartografierea geomorfologică. Cartarea a inclus toate aspectele reliefului, respectiv, morfografie, morfometrie, morfogeneză și morfocronologie, în felul acesta va fi înțeles trecutul, prezentul și viitorul evoluției reliefului Bazinului Minier Berbești. Pentru hărțile geomorfologice din teză, baza de date conține informații spațiale privind morfometria/morfografia, hidrografia, geneza și vârsta formelor de relief și a proceselor geomorfologice. O parte din acestea au necesitat identificarea pe teren (extinderea și înălțimea teraselor, tipologia procesele actuale), în timp ce altele au fost derivate pe baza unor modele numerice ale terenului, a planurilor topografice la scara 1:5000 sau a literaturii de specialitate (vârsta formelor de relief). Analiza și prelucrarea grafică a detaliilor geomorfologice s-a efectuat în ArcView 9.2, fiind necesară, în prealabil și generarea unor simboluri convenționale, conform legendei stabilite. Au fost astfel create clase de simboluri pentru fiecare tip de relief, utilizate apoi în alcătuirea hărților. Deși software-ul utilizat s-a dovedit destul de flexibil în generarea diverselor tipuri de linii sau areale, pentru crearea simbolisticii de tip punct (ex. procese geomorfologice) a fost necesară generarea unor fonturi în programul Fontlab, instalate ulterior și folosite în ArcView. Pentru partea de fundal am încercat mai multe variante, scopul fiind acela de a găsi modalitatea optimă de reprezentare a diversității reliefului, fără însă a încărcă suplimentar hărțile și de a facilita interpretarea simbolurilor cartografice. Pentru harta geomorfologică Berbești, de exemplu, avem date asupra distribuției pantelor (în valori absolute, cât și procentuale), curbării versanților, orientării lor, suprafeței ocupate de anumite litologii. Am generat informații cantitative privind suprafețele ocupate de anumite procese geomorfologice după criterii, sau forme de relief cum ar fi extinderea podurilor de terasă, a piemonturilor, glacisurilor sau platourilor structurale.

**Capitolul III „Modificările geomorfologice generate de activitățile miniere din Bazinul Minier Berbești, studiu de caz *Cariera Panga*”** prezintă modificarea reliefului regiunii, prin apariția noilor forme negative de relief (carierele de lignit), dar și a formelor pozitive de relief (haldele de steril), modificarea condițiilor hidrogeologice prin lucrările de asecare, devieri ale râurilor, modificări edafice și apariția protosolului antropic minier. Tot în acest capitol am detaliat fenomenele de degradare a terenului facilitate de modificările geomorfologice. Conform hărții geomorfologice a zonei de studiu, alunecările de teren sunt prezente atât în zona exploatării miniere cât și în zonele limitrofe, fiecare având cauze diferite și corelându-se cu alte fenomene geomorfologice: ravenări, prăbușiri, tasări, surpări, conuri de dejecție, fenomene torențiale. În zona exploatărilor miniere, alunecările sunt

influențate și de modificările artificiale aduse reliefului și dețin 49% procent ca frecvență, surpările 29%, eroziunile 12%, urmate de tasări cu 10%. Factorii declanșatori sunt favorizați de geologia zonei, de morfologie și morfometrie, la care se adaugă factorii externi: clima, apele, omul și activitățile sale. Fenomenele de degradare a terenului facilitează modificările geomorfologice în Bazinul Minier Berbești contribuie la evidențierea peisajului antropic minier, relieful modificându-și configurația morfologică. Tot fenomenele de degradare a terenului afectează și solul, terenul, peisajul, flora, fauna, întregul ecosistem. Modificarea structurii litologice naturale a terenului, s-a realizat pe adâncimi care pot atinge 150 – 200 m. În urma exploatării lignitului din Bazinul Minier Berbești, pe fondul unei litologii de argile, marne, nisipuri s-a ajuns de la un relief inițial colinar, considerat primar, la unul antropic, considerat derivat.

**Capitolul IV** are denumirea „ **Identificarea și evaluarea impactului modificărilor geomorfologice din Bazinul Minier Berbești asupra factorilor de mediu**” și sunt tratate aspecte legate de impactul mineritului și al modificărilor geomorfologice asupra mediului. Am urmărit identificarea impactului asupra morfologiei, peisajului, solului, aerului, vegetației, faunei, colectivităților umane, prin liste de control și rețele de impact. Rețeaua a fost structurată luând în considerare principalele modificări geomorfologice în Bazinul Minier Berbești: asupra terenului: apariția haldelor, degradarea terenului, degradarea morfologiei, geologiei, risc de desprindere a rocilor și alunecări, distrugerea bunurilor culturale; asupra aerului: zgomot, vibrații de la lucrări de împușcare, praf cauzat de trafic, împușcări și vânt, fum de la haldele care se autoaprind, gaze nocive, modificări potențiale ale microclimatului local; asupra apei de suprafață: degradarea nivelului de nutrienți (risc de eutrofizare), poluarea prin deversare de ape reziduale, poluare ca urmare a intensificării eroziunii; asupra apelor subterane: reducerea nivelului hidrostatic, deteriorarea calității apei subterane; asupra solului: defrișarea perimetrelor de exploatare, pierderea recoltelor agricole, uscarea solului, risc de înmlăștinare prin refacerea locală a nivelului hidrostatic, eroziune; asupra florei: distrugere totală în zonele de lucru, distrugere sau alterare parțială în zonele adiacente ca urmare a coborârii nivelului hidrostatic; asupra faunei: dispariția faunei; asupra comunității umane: conflicte privind utilizarea terenurilor, strămutări, distrugerea zonelor de agrement.

În această etapă a studiului, am evaluat și impactul asupra mediului, generat de modificările geomorfologice, cu accent pe cariera Panga, unde am evidențiat evaluarea impactului asupra solului, florei, faunei locale prin metoda matricilor de impact. În matricea de impact inserată în teza de doctorat, am notat pe coloane modificările geomorfologice și fenomenele geomorfologice cele mai active din Bazinul Berbești: haldele, carierele, eroziunea, alunecările, tasările, ravenele, sufoziunea, creepul, iar pe linii, componentele ambientale afectate de procese: morfologia, peisajul, solul, subsolul, apele de suprafață și de adâncime, vegetația, fauna, ecosistemele și comunitățile locale. Detaliat, se remarcă impactul negativ al haldelor (3.7), carierelor (4), alunecărilor (3.3) asupra tuturor componentelor ambientale, haldele modifică morfologia locală pe suprafețe mari de teren prin apariția formelor topografice pozitive, prin deturnarea terenului de la folosințele inițiale, prin impact vizual selenar, prin costurile ridicate de reabilitare a terenurilor, prin creșterea nivelului de stres al comunității locale. Carierele (4) au impact major asupra peisajului prin apariția formelor de relief negative, asupra morfologiei prin risc de accidente/căderi de roci, vizual imprimă

golurile selenare peisajului, asupra apelor determină acumularea de lacuri de carieră, de înmlăștiniri, creșterea cantității de apă evaporată, apariția vegetației palustre, dispariția faunei, apariția unor noi ecosisteme, risc de înec pentru comunitate, modificarea microclimatului. Alunecările (3.3) au impact major negativ asupra peisajului și geomorfologiei locale prin modificarea topografiei, modificarea solului, geologiei locale, prin pagube materiale și umane mari, prin afectarea ecosistemelor, distrugerea echilibrului apă-aer-nutrienți din sol, împiedică fotosinteza, reducerea CO<sub>2</sub> din plante, creșterea CO<sub>2</sub> din aer, efect de seră. Solul este afectat de pe urma descoperțurilor și depunerilor de steril. Vegetația și fauna locală au dispărut aproape în totalitate ca urmare a apariției carierei (s-au defrișat pădurile, animalele sălbatice au migrat spre alte locuri, lipsa solului a dus la imposibilitatea instalării unor specii vegetale). Geomorfologia și arhitectura peisajului au fost profund modificate; s-au excavat dealuri întregi, au dispărut cursuri de apă; în locul văilor au apărut adevărate dealuri prin depozitarea haldelor de steril. Populația umană a avut de asemenea de suferit de pe urma existenței carierei: s-au demolat case, s-au strămutat locuitori, s-au distrus sate. Restul modificărilor geomorfologice și a fenomenelor geomorfologice au un impact local, mai ales în incinta carierelor, fiind asociate cu unitatea de relief, geologia, pantele zonei, tipul de proiectare, excavare, haldare, de fenomenele meteo zonale, de apariția topoclimatelor locale, ecosistemelor locale, de reconstrucția ecologică.

**Capitolul V** are titlul „*Soluții de reconversie ecologică în Bazinul Miner Berbești- studiu de caz Cariera Panga*”. În cadrul acestui capitol sunt analizate tipurile de recuperare practicate pentru redarea în circuitul economic a terenurilor modificate geomorfologic precum cea naturalistică, recreativă și pentru agrement, productivă, rezidențială, culturală, pentru depozite de deșeuri controlate. Reamenajarea minieră a terenurilor degradate de minerit reprezintă o componentă a activității miniere și se definește ca fiind modelarea metodică a suprafețelor ocupate de activitățile miniere, ținând seama de interesele publice și de cerințele privind dezvoltarea durabilă a unei regiuni. Redarea în circuitul economic a terenurilor degradate de modificările geomorfologice, dar și de activitatea minieră, are la bază un complex de lucrări care se referă, în primul rând la reamenajarea din punct de vedere minier a suprafețelor afectate. Prin lucrările de reamenajare trebuie să fie create din nou, o parte din potențialele economice anterioare ale zonei sau altele inovatoare. Refacerea terenurilor trebuie să devină o parte integrantă a operațiilor miniere și nu un tratament "după minerit" cu costuri suplimentare incalculabile. Se disting trei tipuri de intervenții pentru recuperare ambientală a teritoriului afectat: primul tip impune reconstituirea peisajului așa cum era înainte de degradare; al doilea tip caută o destinație de reutilizare inventând noi forme de folosire sau încercând satisfacerea cererilor precise avansate de comunitate; ultimul tip se referă la sistematizarea provizorie a suprafețelor afectate, în așteptarea deciziilor definitive luate de organele în drept. Recuperarea haldelor de steril vizează atenuarea modificărilor microreliefului, astfel încât acumulările de reziduri din zonă să fie nivelate, retaluzate, terasate, amenajate pentru reutilizare agricolă, silvică, turistică, la finalul amenajării impactul vizual negativ inițial dat de aceste reziduri va fi pozitiv, prin recuperarea ambientală, prin estetica locală de inserare în morfologia tipică colinară a zonei, în același timp această recuperare, va diminua stresul comunității declanșat în perioada de acumulare a rezidurilor, iar riscul de îmbolnăvire al populației pricinuit de apariția rezidurilor din zonă va fi eliminate. Golurile remanente ale fostelor cariere din Berbești se pot umple cu apă,

preluând astfel diferite funcțiuni, de la cele industriale până la cele de agrement, sau pot fi utilizate în scopul depozitării reziduurilor industriale sau a deșeurilor menajere. Ca funcțiune de agrement, în cariera Panga, golul remanent poate funcționa ca parc de aventură sau ca regiune activă biologic.

În **Capitolul VI** denumit „*Alegerea modului de reabilitare și restaurare a terenurilor modificate din punct de vedere geomorfologic din Cariera Panga*” am conceput mai mulți indicatori pentru a evidenția modificările geomorfologice din zonă, liste de control, un sondaj online despre alegerea tipului de reutilizare a terenurilor din Berbești, un chestionar constituit din întrebări referitoare la activitățile de reabilitare a carierei Panga, matricea Wram pentru evaluarea cantitativă a impactului generat asupra mediului de către proiectul de reabilitare. Conform matricii finale de evaluare, varianta 3 de reutilizare a terenurilor în cariera Panga (complex de agrement, lac de pescuit, parc de aventură) a avut valoarea cea mai mare de 2,84, ceea ce arată faptul că aceasta este cea mai viabilă raportat la toți indicatorii agregați pentru acest rezultat final. Comparativ, varianta 1, care vizează recultivarea agricolă a haldei interioare, a obținut un punctaj de 1,31, iar varianta 2, respectiv recultivarea silvică a haldei interioare, o valoare de 1,71. Importanța alegerii celei mai bune variante de reutilizare a presupus și o consultare inițială a populației din zonă și a factorilor de decizie privind modul de reutilizare a terenului în cariera Panga. Dacă principalele moduri de recuperare până în prezent au fost agricultura și silvicultura, care a fost determinată de suprafețe mari de exploatare a terenurilor prin metode de exploatare în carieră și supraîncărcare de suprafață haldele și terenuri, obiectivul în prezent este de a conferi zonelor post-miniere, adesea cu industrii extinse infrastructură și locuințe, noi valori de utilizare, adecvate condițiilor sociale de care are nevoie. Punerea în aplicare a unui astfel de scenariu de reabilitarea carierei Panga, ar putea ilustra adevărata valoare ecologică a zonei miniere Berbești- Panga, arealul reabilitat devenind un punct important pentru biodiversitate, pentru turismul vâlcean, iar perimetrul minier Panga putând fi astfel dezvoltat și pus în evidență într-o manieră cât mai utilă, ceea ce va imprima întregii regiuni o nouă valoare, cu efecte dincolo de granițele sale.

**Capitolul VII** se referă la „*Modelarea și proiectarea lucrărilor de reabilitare ecologică a Carierei Panga*”. Modelarea și proiectarea lucrărilor de reabilitare ecologică a carierei Panga îmbină ingineria civilă și arhitectura peisajului, cu ingineria geotehnică, geologia și hidrogeologia, pedologia, geomorfologia, ecologia, planificarea, silvicultura, horticultura, bioingineria, arheologia industrială, iar volumul lucrărilor de modelare și amenajare a terenurilor degradate este dependent de modul în care au fost respectate în faza de exploatare elementele geometrice ale acestor construcții miniere și mai ales de destinația finală a terenului.

În context, este prezentată stabilitatea și stabilizarea versanților naturali și a taluzurilor, prin metoda lui W. Fellenius. Importanța asigurării stabilității taluzurilor definitive ale carierei, precum și a taluzurilor de haldă, încă înainte de începerea lucrărilor de amenajare a terenurilor este prioritară deoarece, prin analizele stării de stabilitate a taluzurilor existente după încetarea exploatării se stabilesc tipurile de lucrări necesare asigurării stabilității terenurilor, dar și refacerea ecologică a lor și redarea în circuit *economic, turistic, cultural sau sportiv*.



Am detaliat proiectarea lucrărilor de remodelare a terenului. Acestea au fost proiectate prin utilizarea unor modele digitale tridimensionale, realizate cu ajutorul produsului software Civil 3D. Astfel, au fost create modele 3D ale suprafeței terenului, în trei momente: suprafața inițială a terenului, înaintea începerii lucrărilor miniere; suprafața terenului la momentul finalizării lucrărilor miniere; suprafața terenului după realizarea lucrărilor de reabilitare-ecologizare. Cele trei suprafețe au fost create prin procedurile produsului Autodesk Civil 3D, pe platformă AutoCAD, folosind următoarele tipuri de date: informații de tip text, preluate din fișiere tip XYZ, conținând puncte de detaliu la nivelul terenului, definite prin coordonate X, Y și cota Z; informații de tip vector, preluate din planuri topografice în format digital: puncte definite X, Y, Z; poligoane 3D, definite de puncte X, Y, Z; curbe de nivel, definite prin puncte X, Y și elevația comună Z; informații de tip raster, preluate din imagini georeferențiate, care apoi sunt transformate, prin digitizare, în informațiile de tip vector mai sus amintite. Suprafețele, odată construite, permit efectuarea unei game variate de operații, gen reuniune, intersecție, efectuarea de calcule volumetrice, realizarea de secțiuni verticale. Pe acest suport, poate fi realizat în continuare atât munca de concepție propriu-zisă a proiectului de reabilitare a zonei, oferind, în același timp, baza pentru crearea formatului de prezentare a rezultatelor. Pentru crearea modelului 3D al suprafeței inițiale a terenului dinaintea începerii lucrărilor miniere au fost folosite vechile planuri topografice cu curbe de nivel, obținute de la operatorul minier, realizate înaintea anului 1980. Aceste planuri au fost scanate și georeferențiate. După inserarea în mediul AutoCAD Map, planurile au fost vectorizate, extrăgându-se puncte și curbe de nivel care apoi au stat la baza creerii modelului 3D al suprafeței inițiale, în format TIN.

Tot în acest capitol am verificat stabilitatea după remodelarea suprafeței, urmând descrierea structurilor necesare reabilitării carierei : zona A- complex de agrement, zona B – halda interioară cu lacul de agrement, zona C cu Parcul de aventură. Prin proiectul de dezvoltare și amenajare turistică a carierei Panga realizat, am urmărit diversificarea ofertei turistice a județului Vâlcea; crearea unui complex de agrement în perimetrul unei cariere în care s-a exploatat lignit; dezvoltarea și promovarea turismului recreațional și a ecoturismului. Proiectul poate fi și un model de plan de afaceri, aplicabil pentru start-up-uri, granturi nerambursabile, dacă se detaliază operaționalizarea afacerii, planul de marketing, strategiile de promovare, planul financiar, premisele ale dezvoltării pe piața reală.

#### **4. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PROPRII**

Structura tezei de doctorat se încheie cu concluzii și contribuții proprii. Am descris concludent și în context contributiv, rezultatele la care s-a ajuns în urma cercetărilor derulate pentru elucidarea științifică a temei tezei de doctorat. Eliminarea sau diminuarea impactului și reamenajarea ecologică a terenurilor în cariera Panga, capătă importanță prin faptul că odată cu finalizarea lucrărilor de ecologizare, influența activității miniere asupra factorilor de mediu se va reduce considerabil, iar ca urmare a împăduririlor ce se realizează, prin refacerea faunei și florei, se restabilește microclimatul zonal de pădure, se reface tot mediul ambiant, aliniindu-se dezvoltării durabile. Refacerea ecologică a terenurilor afectate de modificările geomorfologice specific activităților miniere, respectă o cerință a legislației actuale pe de o parte, iar pe de altă parte o cerință a comunității locale, rezolvând în acest mod problemele

legate de: eliminarea riscului de alunecare a formelor de relief pozitive, apărute într-un teritoriu prin depozitarea materialului steril în halde exterioare; eliminarea impactului vizual negativ al zonelor cu aspect selenar; necesitatea reintegrării suprafețelor degradate în circuitul productiv și/sau ecologic al regiunilor în care acestea se găsesc, fapt care conduce la regenerarea potențialului economic al acestora; îmbunătățirea calității mediului înconjurător; reducerea pantelor și, odată cu aceasta, diminuarea intensității fenomenelor de eroziune și accelerarea procesului de instalare a vegetației; posibilitatea creării unor noi spații de depozitare a diferitelor tipuri de deșuri în golurile remanente ale carierelor.

Originalitatea cercetărilor efectuate, în conformitate cu obiectivele științifice ale tezei de doctorat, se concretizează printr-o serie de elemente de noutate, care sporesc valoarea științifică a studiilor efectuate. Astfel, contribuțiile originale ale tezei de doctorat pot fi rezumate după cum urmează:

1. am realizat hărți geomorfologice în tehnica GIS (harta hipsometrică, harta energiei de relief, harta densității fragmentării, harta pantelor, harta geomorfologică, harta fizică cu rețelele hidrografice și poziționarea geografică a Bazinului Minier Berbești, harta 3D înainte și după exploatarea minieră) ;
2. am inserat grafice, tabele, fotografiile din teren care evidențiază modificările geomorfologice atât cele naturale cât și cele generate de activitățile miniere.
3. prin deplasările în teren, pe lângă observațiile, măsurătorile, prelucrările fotografice, am discutat cu reprezentanții comunității locale despre alunecările recente și de amploare de la Alunu, despre reactivarea unor alunecări din Berbești, despre situația socială a zonei (închiderea unor cariere, migrația populației tinere în străinătate, atragerea stângace a fondurilor europene pentru apicultură), despre refacerea ecologică a zonei și accesarea fondurilor europene pentru proiecte turistice;
4. am caracterizat factorii de mediu în scopul identificării și evaluării impactului modificărilor geomorfologice din Bazinul Minier Berbești asupra mediului, pentru evidențierea relațiilor dintre componente;
5. am prezentat metodele de identificare a impactului prin listele de control și rețelele de impact privind modificările geomorfologice din Bazinul Minier Berbești asupra peisajului, solului, apei, climei, ecosistemelor, comunității.
6. am realizat matrici de impact pentru evaluarea impactului modificărilor geomorfologice;
7. am prezentat importanța recuperării și reabilitării terenurilor degradate, politicile și strategiile naționale și internaționale privind recuperarea și restaurarea terenurilor, precum și cadrul legislativ din România aliniat legislației UE;
8. în alegerea variantei de reutilizare a terenurilor afectate de modificări geomorfologice am folosit instrumente adecvate acestui scop (chestionar, sondaj online, matricea WRAM);
9. am selectat și analizat tipurile de recuperare și redare în circuitul economic și natural a terenurilor afectate de modificările geomorfologice generate de activitățile miniere (recuperarea ambientală, recuperarea naturalistică, recreativă, productivă, rezidențială, culturală, pentru depozite de deșuri controlate);

10. am realizat hărți tematice GIS cu arealul Panga (harta utilizării terenurilor, harta tipurilor de turism practicate în cariera Panga după amenajare);
11. am realizat o simulare Arhcad privind diminuarea/eliminarea impactului în zona Berbești și în cariera Panga și amenajarea ecologică a zonei, prin conceperea și proiectarea unui plan complex de amenajare turistică a carierei Panga după închidere și ecologizare;
12. am prezentat etapele de amenajare a carierei pentru reabilitare ecologică și am analizat condițiile de stabilitate a taluzului de carieră;
13. am realizat o modelare 3D a suprafeței terenului carierei Panga, utilizând soft-ul Civil 3D, precum și proiectarea lucrărilor de remodelare a terenului cu ajutorul metodei Grading (nivelare) Civil 3D;
14. am abordat transdisciplinar subiectul reabilitării și reutilizării terenurilor degradate;
15. am consultat, selectat, interpretat bibliografie de specialitate din țară și străinătate.

Teza de doctorat este o provocare științifică de actualitate, subliniate fiind variantele de reabilitare ecologică a terenurilor degradate de activitățile miniere pentru tema studiată însă, în egală măsură, și pentru dezvoltări viitoare ale cercetării inovative în domeniu.