

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

al etapei a III-a de cercetare, privind **“Documentație de execuție a susținerii modulare din armături metalice în asociere cu procedeul de consolidare a rocilor prin ancorare”**, la proiectul „**Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie**”. Contract de finanțare nr.51/01.07.2014, la programul Parteneriate în domenii prioritare (cod proiect: PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529)

Cuprins:

- I. Obiective științifice ale proiectului
- II. Rezumatul proiectului
- III. Descrierea științifică și tehnică cu punerea în evidență a rezultatelor și a gradului de îndeplinire a obiectivelor proiectului
- IV. Concluzii
- V. Bibliografie

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

I. OBIECTIVE ȘTIINȚIFICE ALE ETAPEI DE CERCETARE

1.1. Obiective cu caracter general, ca etape de realizare a proiectului:

- Analiza oportunității aplicării susținerii ancorate la execuția lucrărilor miniere subterane.
- Documentație de execuție a susținerii modulare din armături metalice în asociere cu procedeul de consolidare a rocilor prin ancorare.

1.2. Obiective/activități specifice:

- procedee și echipamente de montare a susținerii ancorate adaptate la condițiile de execuție a excavațiilor subterane (procedeul de ancorare bazat pe fixarea tijelor cu liant de ciment sau rășini sintetice – finalizat și procedeul de ancorare bazat pe fixarea tijelor în găuri prin fricțiune (autostrângere) - ancorele Split Set și Swellex – obiectiv finalizat;
- prezentarea domeniului de aplicare și analiza construcției susținerii modulare din armături metalice în asociere cu susținerea ancorată, în varianta utilizării a noi profile laminate pentru execuția susținerii metalice și a noului model de bridă pentru îmbinarea elementelor, ca și a ancorelor Split Set pentru consolidarea rocilor.
- proiectarea susținerii de tip modular, cu prezentarea metodologiei de dimensionare a parametrilor susținerii și exemplificarea calculului parametrilor în funcție de diverse tipuri de roci și procedee de ancorare; interpretarea rezultatelor obținute din calcul;
- proiectarea monografiilor susținerii modulare, prin identificarea și fundamentarea diferitelor variante de susținere, în funcție de diverse condiții geomecanice și tehnologice aferente zonelor miniere de cărbune; prezentarea grafică a monografiilor, cu prezentarea mărimii parametrilor de montare a susținerii;
- evaluarea eficienței tehnico – economice comparativă a susținerii combinate și susținerea metalică clasică de uz curent;
- prezentarea obiectivelor și a modului de efectuare a observațiilor și măsurătorilor la experimentarea susținerii în subteran;
- prezentarea obiectivelor și a modului de efectuare a observațiilor și măsurătorilor la experimentarea susținerii în subteran; redarea modului de interpretare a rezultatelor obținute din observații și măsurători;

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

- protejarea drepturilor de proprietate industrială, prin elaborarea și înregistrarea la OSIM a cererii pentru brevetul noii variante de susținere.

II. REZUMAT

Ca etapă de dezvoltare experimentală în rezolvarea proiectului, prezenta activitate se referă, în principal, la elaborarea și proiectarea propriu-zisă a susținerii de tip modular, rezultată prin asocierea armăturilor metalice de susținere în construcție nouă îmbunătățită, cu susținerea ancorată pentru consolidarea rocilor, a cărei oportunitate și procedee posibile de aplicat fiind studiate, parțial, la nivelul etapei anterioare a proiectului, urmând ca în cadrul etapei curente să fie reluată și finalizată problematica acestui tip de susținere ancorată. Astfel, în contextul aprofundării mecanismului de interacțiune cu roca înconjurătoare, în cadrul prezentei etape se continuă cu analiza diferitelor procedee de ancorare posibile de aplicat, dintre care celui care presupune fixarea tijelor metalice de ancorare în găurile de mină prin intermediul materialelor injectabile de legătură (rășini sintetice sau mortar de ciment), precum și cel cu fixarea tijelor prin fricțiune (autostrângere), de tip Split Set și Swellex, recomandate pentru consolidarea rocilor coezive și cu rezistențe de rupere la compresiune medii spre ridicate, similare celor întâlnite în structurile litologice ale celor două bazine miniere de cărbune (cel al Olteniei pentru lignit și cel al Văii Jiului, pentru huiță), li se acordă importanța cuvenită. În cazul acestui gen de susținere, care se constituie ca și aplicație nouă în consolidarea rocilor pentru lucrările miniere executate la minele de cărbune, procedeele de ancorare posibile de aplicat sunt prezentate în prisma particularităților constructive și a caracteristicilor lor de lucru din cadrul sistemului dual de interacțiune cu roca, fiind detaliate domeniile utilizării lor în condiții de eficiență maximă.

În continuare, cu scopul elaborării documentației tehnice de execuție a susținerii modulare, conform conținutului cadru de întocmire a unui asemenea gen de proiect, se procedează la prezentarea domeniului de aplicare a acestui gen de susținere, precum și la descrierea celor două susțineri componente. Se prezintă astfel, descrierea caracteristicilor tehnice constructive și funcționale a armăturilor metalice și a elementelor de îmbinare de construcție nouă, îmbunătățită, rezultate ca adecvate în urma studiului de calitate efectuat la nivelul etapei anterioare a proiectului. De asemenea, se prezintă construcția și caracteristica de lucru a procedeeului de ancorare bazat pe implantarea în masivul de rocă a tijelor metalice tubulare, pe principiul fricțiunii (cazul procedeeului de ancorare Split Set), acest procedeu considerându-se ca fiind cel mai pretabil de aplicat pentru condițiile de roci întâlnite în structurile litologice ale celor două bazine miniere de cărbune analizate.

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

Conținutul documentației continuă cu proiectarea propriu-zisă a variantei noi de susținere, procedându-se la prezentarea principiilor care stau la baza proiectării unei asemenea gen de soluții și se redă calculul de dimensionare a parametrilor de montare a susținerii combinate, corespunzător caracteristicii constructiv – funcțională a susținerii și diferitelor condiții de amplasament a excavațiilor subterane. Calculul se evidențiază prin evaluarea presiunii miniere, ca solicitare care se manifestă asupra susținerii, prognozarea distanței dintre armăturile metalice/câmpul de armare, evaluarea surplusului de presiune minieră care intervine prin distanțarea și reducerea numărului de armături metalice, funcție de care sunt determinați parametrii susținerii ancorate, anume distanța dintre rândurile de ancorare și dintre ancore la nivelul unui rand, densitatea de ancorare etc.

Pentru restricțiile de calcul adoptate, se procedează, cu redarea grafică aferentă, la proiectarea monografiilor de susținere, indicându-se mărimea parametrilor și modul de montare, pe faze de lucru, a susținerii, precum și necesarul de echipament, pe categorii și variante de susținere. În funcție de datele obținute, se procedează la evaluarea tehnico - economică a diverselor variante de susținere proiectate, comparativ cu varianta de susținere clasică de uz curent.

Ca obiectiv al monitorizării ulterioare a comportamentului la deformare sub sarcină a susținerii pe durata experimentărilor din subteran, se prezintă metodologia și frecvența observațiilor și măsurărilor care urmează a fi efectuate, atât la nivelul tronsonului experimental, cât și la cel etalon, în care sunt prevăzute armăturile metalice de construcție curentă.

În vederea protejării drepturilor de proprietate industrială, într – un conținut cadru cât mai adecvat, se prezintă, așa după cum era preconizat și în desfășurarea unei asemenea activități prevăzute în rezolvarea proiectului, cererea comună a partenerilor implicați pentru obținerea brevetului de invenție cu titlul “*Tehnologie modulară de susținere a excavațiilor subterane bazată pe asocierea cadrelor metalice cu procedeul de consolidare a rocilor prin ancorare* “. De remarcă, că cererea astfel întocmită a fost înaintată și înregistrată la OSIM la data de 25.08.2016, sub numărul A/00596.

Lucrarea se încheie cu prezentarea concluziilor și a propunerilor rezultate, care reliefează necesitatea continuării cercetării la nivel de etapă ce urmează în rezolvarea proiectului, respectiv etapa a IV-a, care presupune desfășurarea activităților de montare și experimentare în subteran a susținerii de tip modular, cu elaborarea ulterioară a Raportului de experimentare aferent, care va cuprinde rezultatul prelucrării și interpretării datelor obținute în urma experimentării din subteran a noii variante de susținere, comparativ cu susținerea clasică de uz curent.

III. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ, CU PUNEREA ÎN

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

EVIDENȚĂ A REZULTATELOR ȘI A GRADULUI DE ÎNDEPLINIRE A OBIECTIVELOR PROIECTULUI

Obiectivele specifice, ca și activități în finalizarea și elucidarea celei de-a 3-a etape a proiectului, respectiv etapa a 2-a cu rezolvare finală, au fost abordate și studiate de către fiecare partener implicat în alcătuirea consorțiului (Universitatea Petroșani, în calitate de coordonator, Universitatea „Constantin Brâncuși“ din Tg. Jiu și INCERC PROIECT SA din Petroșani, în calitate de parteneri), având la bază informațiile și datele tehnico – economice existente în dotarea proprie a exploatărilor miniere subterane din cadrul celor două bazine miniere carbonifere studiate, puse la dispoziție de către compartimentele de profil existente în cadrul Complexelor Energetice Oltenia (CEO) și, respectiv Hunedoara (CEH). De asemenea, datele și informațiile tehnice utilizate au constituit de-a lungul timpului, preocupări de studiu și analiză la nivel de proiecte și granturi rezolvate de către partenerii la proiect cu ocazia accesării diferitelor contracte de cercetare încheiate pe profilul abordat cu diverși beneficiari.

În prima parte a documentației, privind procedeele și echipamentele de montare a susținerii ancorate pentru consolidarea rocilor, se procedează la continuarea și finalizarea problematicii demarate și tratate parțial la nivelul celei de-a doua etape de cercetare a proiectului, cu referire la prezentarea și descrierea sistemelor de ancorare bazate pe principiul fixării integrale cu materiale de legătură (liant de ciment și rășini sintetice) a tijelor în găurile de mină, respectiv fixării tijelor prin fricțiune, adică pe principiul autostrângerii, fără utilizarea de materiale suplimentare pentru implantarea acestora în masivul de rocă (tipurile de ancore Split Set și Swellex). În acest sens, prin analiza întreprinsă se pune un accent deosebit asupra caracteristicii și regimului de lucru a ancorelor fixate prin fricțiune, concluzionându – se faptul că, dacă aceste tipuri de ancore sunt montate corect, la timpul oportun, se reușește asigurarea echilibrului cu roca înconjurătoare după o oarecare relaxare a rocilor, mai mare decât în cazul ancorelor fixate cu liant de legătură, care sunt mai rigide și, chiar dacă acest din urmă tip de ancore preiau sarcini mai ridicate în faza de montare, totuși datorită acțiunii în timp a solicitărilor masivului de rocă în direcție transversală, priza cimentului/rășinei de legătură dintre rocă și tijă tinde spre o slăbire pronunțată, generând reducerea portanței susținerii. În mod contrar, dar pozitiv, deși în faza inițială de montare ancorele Split Set și Swellex posedă capacități portante mai reduse, manifestând o caracteristică relativ rigidă de lucru, totuși în combinație cu susținerea metalică, ele participă la formarea pilierului consolidat, reușind să preia solicitările de forfecare și să asigure echilibrul necesar al rocilor de pe conturul lucrării miniere înainte însă de atingerea pragului de surpare a bolții lucrării subterane, pentru solicitări ale masivului de rocă la mărimi mult superioare decât în cazul în care s-ar aplica doar susținerea

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

metalică clasică. În acest mod, în baza rezultatelor analizei efectuate, se face recomandarea elaborării documentației în sensul proiectării susținerii modulare constituită din asocierea armăturilor metalice, de construcție nouă îmbunătățită, ca susținere de bază, cu ancorele Split Set, a căror execuție și mod de achiziționare sunt mult mai accesibile.

Pentru asemenea cerințe de soluții, documentația prezintă și descrie, ca și construcții componente ale sistemului de susținere modulară, armăturile metalice în construcție nouă, îmbunătățită, caracterizate prin înlocuirea profilelor laminate de construcție indigenă cu alte noi tipuri achiziționate din import, anume laminatul de proveniență bulgară THN 21, prezentat și analizat la nivelul etapei anterioare parcursă în rezolvarea proiectului, respectiv etapa a II-a. Corespunzător noului profil laminat adoptat pentru execuția elementelor metalice de susținere, forma căruia permite îmbinarea profilelor și la nivelul gulerului, prin intermediul scobiturilor practice acestui scop la baza acestuia, se elimină dezavantajele întâlnite în cazul profilelor autohtone, care prin lipsa contactului la nivelul gulerului/umărului imprimă susținerii efectul de decalibrare a elementelor de susținere, prin despicarea elementului inferior, adică a stâlpului construcției și comprimarea celui superior, respectiv a grinzii, cu toate inconvenientele care rezultă în funcționarea adecvată a susținerii.

Corespunzător noului profil laminat din construcția susținerii metalice, pentru cuplarea și strângerea elementelor, susținerea de tip modular prevede la îmbinări utilizarea tipului adecvat de bridă, a cărei cleme plate inferioare din componență este cu umeri obținuți direct din matrițare, cu scopul fixării/așezării bridei și obținerii contactului cu elementele de susținere în scobiturile practice la baza gulerului laminatului inferior, fiind eliminat astfel fenomenul de despicare a clemei și slăbirea îmbinării construcției, așa cum din păcate se înregistrează la susținerea actuală de uz curent. Comparativ cu tipurile de bride clasice utilizate până în prezent, excluzând clema plată prevăzută cu umeri, noul model de bridă din componența susținerii presupune aceeași construcție simplă, ușor de procurat, dată de prezența aceluiași colier rotund ϕ 28 mm, prevăzut la capete cu filet M 27 pentru strângerea cu piulițe. Ca și în cazul actualului tip de susținere, la nivelul unei îmbinări de 400 mm a profilelor laminate, se prevăd amplasarea a doua astfel de bride, distanțate la 200 mm una față de alta și, respectiv la distanțe, fiecare, de 100 mm de capetele îmbinării, adică de capetele elementelor de susținere.

În ceea ce privește susținerea ancorată din componența susținerii modulare, procedeul Split Set adoptat este apreciat pentru performanța de a prelua solicitările de forfecare a rocilor în momentul deplasării transversale ale acestora, fără distrugerea tijei, ci cu adaptarea formei ei la deplasările specifice ale rocilor, asigurând în acest mod o interacțiune eficientă și un echilibru

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

stabil pe conturul excavației subterane. În acest mod, în raport cu lungimea tijei și tipul rocilor interceptate, capacitatea portantă a acestui tip de ancoră (care se situează inițial, de regulă, în intervalul $65 \div 85$ KN), pe măsura mișcării și fracturării rocilor, cauzată de activarea presiunii miniere, crește în timp, în proporție de până la 30 %, atribuindu-i masivului de rocă calitatea unui pilier autoportant consolidat de susținere care conferă posibilitatea reducerii semnificative a consumului de metal pe ml de lucrare, prin montarea armăturilor metalice la distanțe superioare.

În continuare, proiectarea noii susțineri de tip modular presupune prezentarea modelului de calcul analitic pentru stabilirea/evaluarea parametrilor specifici de montare, oportunitatea proiectării și aplicării susținerii fiind decisă de următorii factori:

- forma și dimensiunile excavației subterane, iar în cazul galeriilor de abataj în cazul exploatării cărbunelui – grosimea stratului, metoda de umplere/dirijare a spațiului exploatat;

- parametrii și proprietățile fizico – mecanice, elastice și reologice ale rocilor (greutatea volumetrică - γ_a , porozitatea – n , rezistențele de rupere la compresiune și tracțiune - σ_{rc} , σ_{rt} , coeziunea – C , unghiul de frecare interioară - ϕ , modulele de elasticitate static și dinamic – E_s , E_d , coeficientul lui Poisson - μ , parametrii reologici - α , β , χ , δ , λ , modulele reologice de elasticitate și forfecare - E_∞ , G_∞ , coeficientul reologic și cel de fluaj - α_p , C_F , rezistența limită de lungă durată - σ_{ltd});

- starea de fisurare existentă în roca din jurul lucrării (numărul rețelelor de fisurare, distanța dintre ele, caracteristicile fisurilor, orientarea lor în raport cu direcția de săpare a lucrării);

- prezența apei în lucrarea subterană și gradul de umiditate a rocilor interceptate;

- durata de serviciu a lucrării;

- metoda de săpare a lucrării și tehnologia de exploatare a substanței minerale utile în cazul lucrărilor de pregătire.

În baza parametrilor de calcul ai susținerii astfel evaluați se construiesc monografiile de armare aferente (presiunea minieră- P , câmpul de armare- L , surplusul de presiune minieră față de care se determină parametrii susținerii ancorate- P_p , lungimea ancorei- L_A , portanța ancorei- P_A , distanța dintre ancore și numărul de ancore la nivelul unui rând- d_A , N_A , densitatea de ancorare, adică numărul de ancore pe 1m și 1mp de lucrare- $N_{A(1m)}$, $N_{A(1m^2)}$), monografii care stau la baza montării susținerii modulare în condițiile concrete de subteran.

Pentru explicitarea și edificarea modelului de evaluare a parametrilor susținerii, documentația cuprinde exemplificarea pentru condiții concrete a calculului de dimensionare, considerând asocierea armăturilor metalice cu trei dintre procedeele de ancorare studiate, respectiv procedeul de ancorare cu fixarea tijelor în găurile de mină prin intermediul liantului de ciment, cel de fixare cu

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

rășini sintetice și cel prin fricțiune (tipurile Split Set și Swellex). De asemenea, pentru ca explicitarea calculului de dimensionare a parametrilor susținerii să fie cât mai edificatoare, evaluarea mărimii parametrilor se face pentru trei categorii de roci, preponderent întâlnite în structura litologică a bazinului carbonifer Valea Jiului, anume argilă, marnă și gresie, ca și pentru două tipodimensiuni a lucrării miniere, respectiv GDM – 11 și GTM – 14.

În baza rezultatelor obținute rezultă eficiența procedurii de ancore cu rășini sintetice comparativ cu toate celelalte procedee de ancorare analizate, aspect confirmat mai ales în cazul rocilor cu tărie redusă, de tipul argilei (cu coeficientul de tărie $f=2$), unde necesarul de ancore pentru susținere este mai ridicat pentru celelalte tipuri, cu precădere în situația profilului de lucrare GTM-14 (galerie cu profil triplu – trei căi de transport) a cărei secțiune utilă are $S=14$ mp.

Prin urmare, pentru asemenea condiții, adică în cazul rocilor de tărie redusă și excavații cu secțiuni mari, se apreciază eficacitatea sistemului de ancorare cu rășini sintetice, pentru care deși costurile inițiale la materialele de susținere sunt mai mari comparativ cu celelalte procedee de ancorare analizate, prin asigurarea unui grad de stabilitate superior a lucrărilor se asigură o funcționalitate mai mare în timp a acestora, fără intervenții repetate pentru lucrări suplimentare de întreținere (rearmări și reprofilări). În cazul rocilor de stabilitate medie spre ridicată, de tipul marnei și gresiei ($f=4$, respectiv $f=7$), cu ponderea de participare cea mai ridicată în structura geologică a bazinului de cărbune, precum și pentru excavații cu secțiuni de mărime medie spre redusă (galerii cu profile duble și simple – tipurile GDM, respectiv GSM), frecvent întâlnite în minele de cărbune, rezultatul calculului de dimensionare efectuat evidențiază rentabilitatea aplicării susținerii modulare din armături metalice – profil laminat THN 21, dispuse în câmpuri de 1 – 1,5m, în asocieră cu procedeul de ancorare Split Set, prin dispunerea tijelor de ancorare cu lungimi de 1,5 – 2,0 m, în rânduri între armăturile metalice, câte 6 ancore, până la 10 ancore la nivelul unui rând.

În baza parametrilor de susținere obținuți, sunt construite și se redau spre exemplificare 4 monografii de armare, care ilustrează modul de montare a susținerii combinate, în variantele:

- armături metalice în asocieră cu ancore montate cu rășini sintetice, pentru profilul galeriei GTM – 14 și roci de tipul argilei ($f=2$);
- armături metalice în asocieră cu ancore fixate cu rășini sintetice, pentru profil de galerie GDM – 11 și roci de tipul marnei ($f=4$);
- armături metalice în asocieră cu ancore prin fricțiune (Split Set și Swellex), pentru profil de galerie GTM – 14 și roci de tipul marnei ($f=4$);
- armături metalice în asocieră cu ancore prin fricțiune (Split Set și Swellex), pentru profil de galerie GDM – 11 și roci de tipul gresiei ($f=7$).

În baza rezultatelor calculului de dimensionare efectuat, se procedează la evaluarea și aprecierea eficienței economice a variantelor de susținere combinată. Evaluarea eficienței

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

economice se face în funcție de consumurile și costul materialelor pentru susținerea unui metru liniar de lucrare, precum și în prisma cheltuielilor de întreținere și a duratei minime de funcționare a lucrării miniere. Pentru o cât mai elocventă apreciere, calculul economic a noii susțineri de tip modular, pentru variantele studiate, se realizează comparativ cu susținerea metalică actuală în construcție clasică obișnuită din laminat SG-23, executată pentru profilele ale lucrării miniere GDM-11 și GTM-14, considerând cele trei categorii de roci (argilă, $f = 2$; marnă, $f = 4$; gresie, $f = 7$) și pentru adâncimea de amplasare a lucrării $H=400$ m.

În baza analizei economice efectuate, au putut fi desprinse următoarele constatări:

➤ Analiza cheltuielilor la materialele de susținere, pentru toate variantele considerate, pune în evidență creșterea acestora odată cu reducerea rezistenței rocilor. Astfel, în cazul aceleiași variante de susținere modulare analizate se constată creșterea cheltuielilor inițiale cu $17 \div 48$ %, pe măsura trecerii de la roci cu tărie ridicată la roci slabe. De asemeni, creșterea cheltuielilor la materiale se constată și în cazul trecerii de la execuția lucrării miniere cu profilul inferior GDM-11 la cel superior GTM-14, caz în care, în funcție de tipul rocilor interceptate, mărimea acestora se încadrează în intervalul $26 \div 47$ %.

➤ Comparativ cu susținerea metalică de uz curent, noua variantă de susținere, indiferent de tipul procedeeului de ancorare analizat, se remarcă prin reducerea cheltuielilor la materiale cu 3 % până la 45,5 % . O reducere relativ nesemnificativă a cheltuielilor se înregistrează în cazul aplicării procedeeului de ancorare prin fixare cu rășini sintetice a tijelor, procedeu, care deși se caracterizează prin capacități portante superioare comparativ cu celelalte sisteme de ancorare analizate, reclamă în cazul argilei cheltuieli inițiale mult mai ridicate, cauzate de numărul superior al ancorelor și al costului mare al fiolelor cu rășini sintetice.

În cazul procedeeelor de ancorare prin fixarea tijelor cu liant de ciment și prin fricțiune, reducerile de cheltuieli la materiale înregistrează, comparativ cu varianta clasică de susținere, mărimi de la 14,8 % până la 45,2 %, cu valori relativ mai ridicate în cazul procedeeului de fixare cu liant de ciment, care dispune și de portanțe mai mari.

➤ Analiza cheltuielilor totale, care reprezintă suma cheltuielilor inițiale de execuție și a celor de întreținere, înregistrate la exploatările miniere pe o perioadă de 3 ani, pune în evidență mărimi ridicate ale acestora în cazul susținerii de uz curent comparativ cu susținerea combinată. Astfel, în cazul variantei combinate de susținere, eficiența economică se materializează prin reducerea cheltuielilor în proporție de $35,1 \div 49,2$ %, cu limita minimă a reducerii (35,1 %) pentru varianta de susținere combinată la care fixarea tijelor de ancorare se realizează cu rășini sintetice și în cazul săpării galeriei în argilă.

În baza rezultatelor analizei efectuate, se poate aprecia eficacitatea economică a noii variante de susținere pentru toate cele trei procedee de ancorare considerate, cu precădere în cazul

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

execuției lucrărilor miniere în roci de tărie medie spre ridicată, de tipul marnei și gresiei, în care toți parametrii susținerilor metalice actuale sunt supradimensionați, cu influențe negative asupra indicatorilor de performanță economică.

În scopul experimentării ulterioare a susținerii modulare în subteran, documentația cuprinde obiectivele și modul de efectuare a respectivelor experimentări, cu prezentarea și descrierea modului de montare a susținerii la nivelul tronsonului experimental, metodologia și frecvența efectuării observațiilor și măsurărilor asupra susținerii modulare a tronsonului experimental, cu extindere asupra analizei comportării susținerii clasice, obișnuite, dispusă adiacent la nivel de tronson etalon. De asemenea, se prezintă modul de interpretare a rezultatelor care se vor obține în urma observațiilor și a măsurărilor din subteran, prin construirea și explicitarea diagramelor de convergență și culisare la comportamentul sub sarcină a susținerii.

Pentru experimentarea susținerii în subteran, se va prevedea execuția tronsonului experimental de susținere cu lungimea de minimum 20 m, iar pentru analiza comparativă, adiacent tronsonului experimental, se prevede delimitarea unui tronson etalon, a cărui lungime va măsura, de asemenea, minimum 20 m, în care susținerea va fi cea clasică, obișnuită. Pentru monitorizarea în timp (minimum 6 luni) a comportamentului sub sarcină a susținerilor, la nivelul ambelor tronsoane vor fi amplasate (ridicate) câte 3 stații de convergență, constituite fiecare din câte 2-3 armături metalice consecutive de susținere.

Necesarul de armături metalice și bride pentru îmbinare în construcție nouă îmbunătățită, va fi procurat de CEH, respectiv de CEO, din import, prin firme de profil existente pe plan local, agreate, care au ca domeniu de activitate comercializarea unor astfel de produse. Achiziționarea din import a echipamentului de susținere se va face conform Planului propriu de achiziții al celor două complexuri energetice stabilit pentru respectiva perioadă care urmează (semestrul I, 2017), avându-se în vedere faptul că pentru continuarea activității de execuție a lucrărilor miniere subterane din cadrul minelor aflate în funcțiune, aprovizionarea cu profile laminate continuă să fie momentan sistată pe plan intern.

Experimentarea noii tehnologii de susținere în condițiile concrete de subteran, se preconizează să permită obținerea unor rezultate bune.

Ca mod de protejare a proprietății intelectuale, într-un conținut cadru cât mai adecvat, pe parcursul elaborării prezentei documentații s-a procedat, de către instituția coordonatoare, împreună cu specialiștii din rândul partenerilor Consorțiului (liderii echipelor care aparțin partenerilor de cercetare ai proiectului), la elaborarea și transmiterea la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM), ca organ guvernamental de specialitate și autoritate unică în asigurarea protecției

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

proprietății industriale, a cererii pentru brevetul de invenție intitulată “*Tehnologie modulară de susținere a excavațiilor subterane bazată pe asocierea cadrelor metalice cu procedeul de consolidare a rocilor prin ancorare* “. Respectiva cerere a fost înregistrată la OSIM la data de 25.08.2016, sub nr. A/00596.

IV. CONCLUZII

Prin modul specific de abordare a activităților prevăzute la nivelul celei de-a III – a etape a proiectului, rezultatele obținute se consideră importante la execuția și experimentarea în condiții de subteran a susținerii modulare din armături metalice în asociere cu procedeul de consolidare a rocilor cu ancore Split Set. Pe de o parte, se va putea urmări, în mod separat, comportamentul sub sarcină a susținerii metalice de construcție nouă îmbunătățită, respectiv a susținerii ancorate cu rol de consolidare a rocilor, iar pe de altă parte, în integritatea sa, comportamentul întregii noii construcții în vederea omologării ei ulterioare.

Drep urmare, pentru obținerea de rezultate scontate, se va urmări pe cât posibil ca alegerea zonei de experimentare să coincidă condițiilor de roci și de execuție a lucrărilor miniere prognozate în prezenta documentație și pentru care s-a procedat la efectuarea calculului de dimensionare a parametrilor susținerii, respectiv pentru care s-a realizat evaluarea ei tehnico – economice.

Față de cele expuse mai sus, se consideră că au fost atinse toate obiectivele manageriale și științifice ale proiectului prevăzute pentru etapa a III-a de rezolvare a proiectului, așa cum sunt ele prevăzute în Planul de realizare a acestuia.

V. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ (în ordine invers cronologică)

1. Plesea, V., Radu, S. M, Veres I., Cucu, I. – The correlation between underground rock excavation parameters and the design of proper supports. Analele Universității „Constantin Brancusi” din Tg. Jiu, seria Inginerie, nr.3, 2015.
2. Plesea, V., Radu, S. M, Veres I., Vlaicu Popa M. E. – Soluții competitive de susținere a lucrărilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie. Analele Universității „Constantin Brancusi” din Tg. Jiu, seria Inginerie, nr.2, 2015.
3. Plesea, V., Cucu, I., s.o - Competitive metallic support structure for underground excavations.

PN-II-PT-PCCA-2013-4-0529	51/01.07.2014	Tehnologie competitivă de susținere a excavațiilor miniere subterane aliniată la condițiile de performanță ridicată în exploatarea și utilizarea cărbunelui pentru producerea de energie
---------------------------	---------------	--

Contract no. 53CI of the National Innovation Programme - PN II –IN –CI –2012 –1 –00, Petroșani, 2012.

4. **Pleșea, V.** - Proiectarea și construcția susținerii lucrărilor miniere subterane din sectorul carbonifer.

UNIVERSITAS Publishing House, Petroșani, 2004

8. **Radu S. M., Veres I., Pleșea V., Vlaicu Popa, M. E.** - Procedures and equipment for drilling holes for the installation of anchors for the support of underground mines excavations. Annals of the „Constantin Brancusi” University of Targu Jiu, Engineering Series , No. 3/2016 (În curs de apariție)

6. **Radu S. M., Veres I., Pleșea V., Cucu I.** - *Asimilarea unei noi construcții de susținere metalică pentru execuția excavațiilor subterane.* The 7th International Multidisciplinary Symposium „UNIVERSITARIA SIMPRO 2016”, University of Petrosani, 2016, October the 14th –15th Petroșani, România.

7. **Radu S.M., Veres I., Pleșea V.** – New types of laminated profiles for the construction of sliding metallic support reinforcements. Annals of the „Constantin Brancusi” University of Targu Jiu, Engineering Series , No. 2/2016, pag. 56-62

8. **Vereș, I., Radu, S.M., Ghimiși, Ș. S., Stăncioiu, A., Pleșea, V., Vlaicu Popa M. E., ș.a.** - Studiu și proiect tehnologic privind analiza construcției și funcționării actualului tip de susținere. Etapa a II-a la Proiect nr.51/01.07.2014 contractat la Programul Parteneriate în Domenii Prioritare — PN II, derulat prin MEN – UEFISCDI, Petroșani, oct. 2015

9. **Vereș, I., Radu, S.M., Ghimiși, Ș. S., Stăncioiu, A., Pleșea, V., Vlaicu Popa M. E., ș.a.** - *Studiu privind caracterizarea geomecanică a cărbunelui și rocilor din structurile litologice ale Văii Jiului și Olteniei.* Etapa a I-a la Proiect nr.51/01.07.2014 contractat la Programul Parteneriate în Domenii Prioritare — PN II, derulat prin MEN – UEFISCDI, Petroșani, 2014

Petroșani, decembrie 2016

Pentru conformitate,

Conf. univ. dr. ing. Ioel Vereș,

director al proiectului Parteneriate PN-II-PT-PCCA-2013-4-052

