

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 etapelor a II-a și a III-a (parțial) de cercetare a proiectului „**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 domeniile 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:

- Studiu și proiect tehnologic privind analiza construcției și funcționării actualului tip de susținere (Etapa a II-a)
- Documentație de execuție a susținerii modulare din armături metalice în asociere cu procedeul de consolidare a rocilor prin ancorare. Experimentarea în subteran a tehnologiei de susținere de tip modular (Etapa a III-a, rezolvat parțial, conform Act aditional nr. 2/2015, la Acord Ferm de Colaborare)

### 1.2. Obiective/activități specifice:

- evoluția profilelor laminate utilizate în construcția susținerii metalice – finalizat, etapa a II -a;
- construcția bridelor pentru îmbinarea elementelor metalice de susținere – finalizat, etapa a II - a;
- elemente auxiliare în construcția susținerii metalice – finalizat, etapa a II -a;
- influența geometriei profilelor laminate asupra siguranței susținerii; evaluarea solicitărilor care se manifestă în îmbinările elastice de susținere;
- analiza calității oțelurilor utilizate pentru uzinarea profilelor laminate (analiza comparativă dintre oțelurile folosite în țară cu cele din străinătate); studiul factorilor de influență asupra calității oțelurilor pentru profilele laminate;
- analiza calității fasonării (debitării și curbării) elementelor metalice de susținere; evaluarea stării de tensiune remanentă care se înregistrează în procesul de curbare la rece a elementelor de susținere;
- soluții de îmbunătățiri constructive și funcționale ale sistemului actual de susținere metalică;
- propuneri a noi concepte de profile laminate și bride de îmbinare pentru susținere;
- fundamentarea oportunității aplicării susținerii ancorate la execuția excavațiilor miniere subterane;
- procedee și echipamente de montare a susținerii ancorate, adaptate la condițiile de execuție a excavațiilor subterane – rezolvat parțial, etapa a III –a.

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
---------------------------	---------------	--

## II. REZUMAT

Pentru asigurarea portanței susținerii și a masivului de rocă, cu efecte benefice în realizarea stabilității și trăinicieii lucrărilor miniere subterane, în condițiile eficientizării procesului lor de execuție, la nivelul prezentei etape de cercetare a proiectului, respectiv etapa a II – a, s-a considerat oportună continuarea cercetărilor în domeniul îmbunătățirii construcției actualelor tipuri de susțineri metalice utilizate la execuția lucrărilor miniere și propunerea a noi soluții, mai sigure și mai performante decât cele de uz curent, respectiv introducerea și generalizarea susținerilor ancorate, care au calitatea de consolidare a rocilor și implicarea lor în preluarea presiunii miniere.

În contextul îmbunătățirii construcției și creșterii siguranței și maleabilității actualului tip de susținere, ca și construcție de bază din componența noii tehnologii/structuri de susținere de tip modular, la nivelul prezentei etape se continuă cu analiza demarată și tratată parțial la nivelul etapei întâi de cercetare (etapa a I – a), privind construcția actualului tip de susținere metalică folosită la execuția excavațiilor subterane din cadrul celor două regiuni miniere studiate (zona Olteniei și cea a Văii Jiului), a formei profilelor laminate din punct de vedere a geometriei secțiunii transversale și a modului lor de îmbinare, construcția și regimului de lucru a elementelor de îmbinare a profilelor laminate (construcția bridelor), precum și studiul influenței elementelor auxiliare din componența susținerii asupra modului de contracarare a solicitărilor, respectiv a tropanelor din lemn rotund amplasate în vatra galeriilor, a strângătorilor metalici și cei din lemn, ca și influența plasei metalice din sârmă și a panourilor metalice folosite pentru bandajarea excavațiilor.

Analiza pentru adoptarea celui mai corespunzător profil laminat și tip de bridă destinate execuției și îmbinării elementelor metalice de susținere este detaliată la nivelul prezentei etape de desfășurare a proiectului, prin studierea și evaluarea influenței geometriei laminatelor asupra funcționării/culisării susținerii conform noii teorii a siguranței adaptată la maleabilitatea susținerii.

Aprofundarea problemelor de cunoaștere constructiv – funcționale ale susținerii, necesare pentru elaborarea și proiectarea noii construcții de tip modular, ca soluție considerată ca fiind mai sigură și eficientă din punct de vedere a preluării și repartizării solicitărilor, continuă prin analiza comparativă a calității oțelurilor utilizate în țară și străinătate pentru execuția profilelor laminate, caz în care este studiată influența compoziției chimice asupra calității, cu prezentarea rolului elementelor de aliere în ameliorarea structurii, a influenței mărimii și modului de distribuție a granulației, a cantității și modului de repartiție a incluziunilor nemetalice, a rolului tratamentelor termice de normalizare și de îmbunătățire a calității.

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
---------------------------	---------------	--

Un spațiu larg în cadrul acestei etape de rezolvare a proiectului este destinat efectuării analizei asupra calității fasonării elementelor metalice de susținere, respectiv a debitării prin sudură oxiacetilenică și curbării la rece a acestora, funcție de care se procedează la evaluarea cantitativă, prin calculul analitic și numeric a stării de tensiune remanentă care se înregistrează în procesul de curbare la rece a elementelor.

În baza studiului de analiză efectuat, soluțiile de îmbunătățiri constructive și funcționale ale sistemului actual de susținere metalică constau din propuneri pentru înlocuirea actualelor tipuri de profile laminate de construcție indigenă folosite pentru confecționarea elementelor metalice, în speță cele din grupa SG (18 și 23), cu alte noi tipuri, executate în țară sau achiziționate din import, caracterizate cu greutate pe metru liniar și caracteristici de rezistență superioare, în funcție de condițiile de zăcământ și regimul de solicitare pentru care sunt destinate. Corelat cu construcția noilor tipuri de laminate, pentru îmbinarea elementelor metalice de susținere, soluțiile care se prezintă prevăd pentru îmbinare bride mai performante și mai sigure, caracterizate cu ambele coliere plate, menite să imprime sistemului de susținere capacități portante superioare, similare celor proiectate, cu realizarea de culisări mult mai uniforme și mult mai controlate la nivel de îmbinare.

Specific celei de-a III –a etape de rezolvare a proiectului, se prezintă și analizează oportunitatea introducerii susținerii ancorate la execuția excavațiilor subterane, ca procedeu și soluție de consolidare a rocilor din componența noii construcții de susținere de tip modular. În virtutea prezentării echipamentelor de montare și de lucru din componența susținerii ancorate, se prezintă și analizează la stadiul parțial, diverse procedee pentru consolidarea rocii, precum procedeul cu ancore de tip relaxat, care presupune introducerea tijelor metalice în găurile de mină și fixarea lor prin intermediul materialelor injectabile de legătură, cu priză pe toată lungimea (rășini sintetice sau mortar de ciment), destinate consolidării cărbunelui și a șisturilor (cărbunoase și argiloase), precum și procedeul 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, respectiv cel al Olteniei pentru lignit și cel al Văii Jiului pentru huilă.

Lucrarea se încheie cu prezentarea concluziilor și a propunerilor rezultate, care reliefează necesitatea continuării cercetării la nivel de etapă a III –a a proiectului, cu proiectarea și experimentarea în condiții reale de subteran a tehnologiei de susținere de tip modular, bazată pe asocierea armăturilor metalice în construcție nouă îmbunătățită cu procedeul de consolidare a rocilor prin ancorare.

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
---------------------------	---------------	--

### **III. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ, CU PUNEREA ÎN EVIDENȚĂ A REZULTATELOR ȘI A GRADULUI DE ÎNDEPLINIRE A OBIECTIVELOR PROIECTULUI**

Obiectivele specifice, ca și activități în finalizarea și elucidarea celei de-a 2-a etape a proiectului, respectiv etapa a 3-a cu rezolvare parțială, 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 naționale și internaționale rezolvate de către partenerii la proiect cu ocazia accesării diferitelor contracte de cercetare încheiate pe profilul abordat cu diverși beneficiari.

Privind analiza construcției actualei susțineri metalice folosite la execuția lucrărilor miniere subterane la nivelul celor două perimetre miniere, în prima parte a lucrării se prevede continuarea și finalizarea problematicii demarate și tratate parțial la nivelul etapei întâi de cercetare a proiectului, respectiv: profilele laminate destinate execuției elementelor metalice din componența susținerii, din punct de vedere a geometriei secțiunii transversale, cât și a modului lor de îmbinare; construcția și regimului de lucru a elementelor actuale de îmbinare/strângere a profilelor laminate, respectiv construcția și funcționarea bridelor; studiul influenței elementelor auxiliare din componența susținerii asupra modului de contracarare a solicitărilor, respectiv influența troanelor din lemn rotund amplasate în vatra galeriilor, a strângătorilor metalici și cei din lemn, ca și influența plasei metalice din sârmă, respectiv a panourilor metalice folosite pentru bandajarea excavațiilor.

De asemenea, în vederea adoptării celui mai corespunzător profil laminat și tip de bridă destinate execuției și îmbinării elementelor metalice de susținere, la nivelul acestui capitol al lucrării, un spațiu larg este acordat studiului asupra influenței geometriei laminatelor asupra siguranței susținerii, prin efectuarea calculului de evaluare a solicitărilor care se manifestă în îmbinările elastice ale elementelor metalice, care se face conform noii teorii a siguranței adaptată la maleabilitatea susținerii

Rezultatele analizei efectuate, pun în evidență că actualele profile laminate folosite la execuția elementelor metalice de susținere, în cazul ambelor bazine carbonifere considerate, presupun îmbinarea după suprafețe de contact obținute între flancuri, rezultând spații libere între flanșe

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
---------------------------	---------------	--

(gulere) de 3 mm și, respectiv 5 mm, în cazul profilelor de construcție indigenă SG 18, respectiv SG 23 (figurile 1.1 și 1.2, cap.I), acest mod de îmbinare, favorizând în timpul preluării sarcinilor și funcționării/culisării susținerii, apariția și exercitarea fenomenului de decalibrare a laminatelor, fenomen nefavorabil datorat întrepătrunderii profilelor unul în celălalt, prin despicarea (întinderea) profilului inferior (stâlpul) și comprimarea celui superior (grinda). Tendința decalibrării profilelor devine tot mai pregnantă datorită lățimii mari și grosimii reduse pe care le au la nivelul bazei cele două tipuri de laminate comparativ cu tipurile existente pe plan mondial. Analiza efectuată în privința evoluției laminatelor pentru susținere, se extinde și asupra profilului SG 29, utilizat în exclusivitate la minele din Valea Jiului la nivel experimental, al cărui mod de îmbinare (figura 1.3, cap.I) este menit să elimine fenomenul de decalibrare a elementelor, prin modificarea formei gulerului și obținerii contactului integral între profile, prin pătrunderea completă a profilului inferior în scobiturile practicate acestui scop la nivelul profilului superior, rezultând eliminarea fenomenului de decalibrare a profilelor.

Cu rol de strângere și îmbinare a elementelor metalice, bridele folosite au aceeași construcție întâlnită de mai bine de 40 ani, fiind constituite din colierul rotund  $\phi$  28 mm, sau brida propriu-zisă și clema de strângere plată confecționată din oțel (figura 1.4, cap. I).

Din analiza construcției bridelor utilizate pentru îmbinarea celor 3 profile laminate SG (18, 23 și 29), rezultă că pentru toate cele trei tipuri, dimensiunile materialului de execuție se mențin aceleași, atât pentru colier cât și pentru clemă, diferind numai dimensiunile constructive și de gabarit, colierul fiind mai lung cu 2 x 20 mm și respectiv 2 x 42 mm în cazul profilelor SG-23 și SG-29, comparativ cu SG-18, iar deschiderea colierului este mai mare cu 20 mm și 12 mm în cazul profilului SG-29, comparativ cu SG-18, respectiv profilul SG-23.

În plus, deși față de cerințele noi de exploatare, mărimile statice și de rezistență ale profilelor laminate au crescut, inclusiv masa lor pe metru liniar, caracteristicile de rezistență ale bridelor au rămas aceleași. Drept urmare, prin dezavantajele pe care le prezintă, rezultă că actualul tip clasic de bridă folosit reprezintă elementul cel mai slab al sistemului de susținere metalică, acestea revenindu-i rolul numai de „a îmbrăca” profilele laminate, în special pe cele cu dimensiuni constructive și caracteristici de rezistență superioare

Rezultatul analizei modului de lucru a bridelor actuale folosite la îmbinări, a reliefat faptul că, glisarea elementelor de susținere are loc în salturi, cu variații mari și bruște ale sarcinilor. În plus, pentru valori similare ale cuplurilor de strângere (C), mărimea sarcinilor de culisare se menține aproximativ aceeași, indiferent de tipul laminatului analizat, confirmându-se ipoteza potrivit căreia, actualul tip de bridă, chiar dacă la îmbinarea dintre profile contactul se obține atât între umeri, cât și între flancuri, nu și-a dovedit superioritatea funcțională scontată.

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
---------------------------	---------------	--

Ca elemente auxiliare în componența susținerii, în lucrare se continuă și finalizează analiza privind construcția distanțierilor/strângătorilor metalici, cu rol de legătură și asigurare a stabilității cadrelor de susținere în plan direcțional, prevăzuți a se monta câte 5 – 7 strângători la nivel de câmp de armare, pe distanțe echivalente lungimii unui câmp (de la 0,3 m, până la 1,0 m). Este prezentat de asemenea, rolul hotărâtor al tălpilor metalice care se dispun pe tropanele din lemn rotund montate în pilugile excavate în vatra lucrării miniere, în vederea asigurării stabilității susținerii în plan vertical, ca și importanța panourilor din plasă sudată practicate pentru bandajarea lucrărilor miniere.

Analiza influenței geometriei profilelor laminate de fabricație curentă asupra perechității siguranței susținerii, prin apariția și manifestarea la îmbinări a fenomenului de decalibrare a elementelor, este efectuată în baza noii teorii a siguranței adaptată la maleabilitatea susținerii. Conform teoriei acceptate, se apreciază că pentru susținerile metalice cu o maleabilitate constructivă caracteristică, una dintre condițiile esențiale ale siguranței lor este aceea de asigurare a funcționării într-un regim optim de maleabilitate, adaptabil comportamentului la deformare a rocilor din jurul lucrărilor miniere. În baza acestui principiu, analiza efectuată asupra construcției susținerii metalice culisante de tip actual, pune în evidență că aceasta nu se situează încă într-un domeniu optim de maleabilitate, conchizându-se necesitatea trecerii la proiectarea/asimilarea unor noi forme a geometriei profilelor laminate, care să elimine fenomenul actual de decalibrare ce se produce actual la îmbinarea elementelor de susținere.

Evaluarea fenomenului de declalibrare care se manifestă în îmbinările profilelor laminate de construcție indigenă, efectuată în prima parte a lucrării prin calcul analitic de rezistență, evidențiază, în funcție de forțele de strângere a bridelor, că mărimea eforturilor de compresiune și de despicare care se manifestă la baza elementelor de susținere este mai mare față de limita superioară a rezistenței admisibile a oțelului de execuție ( $\sigma_a = 4.300 \div 6.500 \text{ daN/cm}^2$ ) în cazul laminatelor SG 18 și SG 23 comparativ cu laminatul SG 29, în al cărui caz, posedând o rezistență superioară în zona de bază și realizând contactul la îmbinări și la nivelul gulerului, se înregistrează reduceri ale eforturilor normale cu 89,7 % și 84,4 % comparativ cu SG 18, respectiv SG 23, mărimea acestora situându-se în limitele admise ale rezistenței de rupere a oțelului de execuție.

Față de rezultatul analizei efectuate, ca și din situația practică înregistrată la susținerea lucrărilor miniere orizontale de deschidere și pregătire, în special a lucrărilor care se execută sub influența exploatării stratelor de cărbune la minele din Valea Jiului, se concluzionează că asigurarea stabilității acestora, cu consumuri minime la capitolul materiale, manoperă și cheltuieli, poate fi posibilă în condițiile îmbunătățirii constructive și funcționale a parametrilor actualului tip de susținere metalică, prin utilizarea a noi tipuri de bride la îmbinări și a noi tipuri de profile laminate, având caracteristici de rezistență și principii de lucru superioare celor existente.

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
---------------------------	---------------	--

Cu scopul completării analizei actualei susțineri metalice a galeriilor de mină, în lucrare se procedează la analiza calității oțelurilor folosite pentru uzinarea profilelor laminate, caz în care se prezintă condițiile de calitate pe care trebuie să le îndeplinească oțelurile pentru execuția profilelor și sunt studiați factorii de influență asupra calității, anume: compoziția chimică, cu prezentarea și analiza naturii și a conținutului elementelor chimice din structura oțelurilor; mărimea și modul de distribuție a granulației la formarea structurii cristaline a oțelului; cantitatea și modul de distribuție a incluziunilor nemetalice din structura oțelului; natura și frecvența aplicării tratamentelor termice asupra calității oțelului.

Privind calitatea oțelului folosit pentru uzinarea profilelor laminate, analiza efectuată pune în evidență că acțiunile de economisire a elementelor de aliere din compoziția chimică (V, Nb, Al, Ti), conținutul de carbon crește, favorizând menținerea caracteristicilor mecanice de rezistență la valori limită superioare, pe seama reducerii însă a proprietăților de deformare și exploatare sub limitele minime admisibile, respectiv alungirea, gătuirea și reziliența. Reducerea proprietăților de deformare a oțelurilor nealiat și netratate termic, respectiv a tenacității, se datorează prezenței într-o pondere ridicată a concentrației de cementită –  $Fe_3C$  în structura ferito-perlitică a oțelului, cu tendință de creștere odată cu mărirea conținutului de C, conferind oțelului duritate și fragilitate ridicată, cu consecințe negative privind amorsele de prelucrare care apar pe durata curbării prin deformare plastică la rece a profilelor (fisuri, crăpături și spurgeri de material), inclusiv a deficiențelor de montare a susținerilor în subteran (obținerea deschiderilor la îmbinarea grinzii cu stâlpii de susținere, ca urmare a utilizării elementelor cu raze și lungimi diferite. Comparativ cu situația din țara noastră, menținerea caracteristicilor de deformare și exploatare optimă a oțelurilor nealiat este posibilă prin deformarea plastică a profilelor (curbarea elementelor susținerii) la cald. În cazul curbării prin deformare plastică la rece a profilelor (situație similară țării noastre), obținerea proprietăților superioare de deformare și tenacitate a oțelurilor se bazează pe aplicarea la furnizorii de laminate a tratamentelor termice de îmbunătățire (tratamentul termic de normalizare) pentru recristalizarea și reomogenizarea structurii.

Creșterea durității și fragilității la rupere a materialului, pe seama reducerii plasticității, respectiv a capacității de deformare ulterioară la rece a laminatelor, inclusiv a tenacității, este amplificată de prezența și influența grăunților cristalini și a incluziunilor nemetalice (oxizi, sulfuri, silicați, nitruri și fosfori) în structura cristalină, care favorizează dispunerea în șiruri a structurii oțelurilor, ca urmare a distribuției neuniforme și a concentrării cantităților mari a acestora.

Un spațiu larg al lucrării este destinat efectuării analizei asupra calității fasonării elementelor metalice de susținere, respectiv a debitării și curbării profilelor, funcție de care se procedează la evaluarea cantitativă prin calculul analitic și numeric a stării de tensiune remanentă care se înregistrează în procesul de curbare la rece a elementelor. Sunt exemplificate și analizate, de



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
---------------------------	---------------	--

asemenea, consecințele aplicării proceselor actuale de debitare prin sudură oxiacetilenică și curbare la rece a elementelor metalice de susținere, cu prezentarea măsurilor și a soluțiilor de îmbunătățire.

Procesul curbării la rece determină formarea și exercitarea unei stări complexe de tensiune remanentă, atât în cazul elementelor din oțeluri aliate, cât mai ales în cazul celor din oțeluri nealiate și netratate termic. În urma evaluării prin calcul analitic a stării de tensiune remanentă a rezultat că, cu cât gradul de deformare este mai mare, adică razele de curbura a elementelor susținerii sunt mai reduse și, cu cât viteza de deformare este mai mare, respectiv numărul rotelor este mai redus, cu atât starea de tensiune remanentă înregistrează un grad mult mai pronunțat, generând amplificarea și manifestarea amorsoanelor la montarea și funcționarea susținerilor metalice în subteran.

Rezultatele calculului analitic de stabilire a razei de curbura minimă admisibilă ( $R_{c_{min}}$ ), efectuat funcție de mărimea deformațiilor maxime admise pentru fibrele extreme, pune în evidență că oțelurile nealiate, necalmate și netratate termic, permit curbarea elementelor de susținere la raze mai mari comparativ cu oțelurile aliate (tabel 2.7), constatându-se că mărimea razelor minime la care se produce ruperea fibrelor extreme crește proporțional cu înălțimea profilelor și scade odată cu creșterea alungirii materialului utilizat pentru execuție.

Din calculul de evaluare prin metoda elementului finit a forțelor maxime de solicitare/încărcare ( $F_{max}$ ) și a tensiunilor maxime ( $\sigma_{max}^{V.M.}$ ) determinate după criteriul de plasticitate Huber-Von Mises pentru modelul ales, care consideră că în timpul curbării la rece a profilelor apar fisuri la capetele laminatului de tip „a” și de tip „b” (figura 2.11), a rezultat un grad mare de încărcare a profilelor pe durata procesului de curbare la rece, remarcându-se valori mai reduse ale tensiunilor pentru laminatul superior după greutate (SG-29), comparativ cu celelalte tipuri de laminate (SG-23 și SG-18), chiar dacă solicitările de încărcare au fost mai mari, cu 11,3 %, respectiv 39,5 %. În baza calculului tensiunilor maxime remanente din zonele de apariție a fisurilor de tip „a” și tip „b” (figura 2.10), rezultă că pentru fisurile de tip „a”, tensiunile maxime care se produc în zona de racordare dintre flanșele (aripile) și talpa profilelor au loc pe suprafața interioară, începând să se propage dintr-un punct de pe această suprafață a profilului (figura 2.16). Pentru zona apariției fisurilor de tip „b”, rezultatele obținute pun în evidență că tensiunile maxime normale de întindere se produc în fibrele interioare ale tălpii (bazei) profilelor (fibrele de cotă 11; 14 și 16 mm, echivalente grosimii bazei profilelor laminate SG de fabricație indigenă analizate), iar tensiunile maxime de compresiune au loc în fibrele exterioare ale tălpii (fibrele de cota 0). Din analiza efectuată, a reieșit că fisurile dominante sunt cele de tip „b”, pentru care tensiunile de propagare participă cu ponderea cea mai ridicată la valoarea tensiunilor principale maxime.

Analiza efectuată asupra fasonării elementelor metalice de susținere, pune în evidență că datorită amorsoanelor înregistrate la debitarea și curbarea laminatelor, inclusiv a celor rezultate pe durata uzinării profilelor, la montarea armăturilor în subteran apar o serie de deficiențe al căror efect

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
---------------------------	---------------	--

îl reprezintă compromiterea regimului de lucru a susținerii și a procesului de interacțiune cu masivul de rocă.

Pentru eliminarea neajunsurilor care se înregistrează pe durata fasonării elementelor de susținere sunt propuse în lucrare următoarele măsuri de îmbunătățire:

- înlocuirea operației actuale de debitare prin sudură a profilelor laminate cu procedeul de debitare mecanică, similar procedurii de debitare aplicat pe plan mondial;
- cuprinderea în normativele noi de uzinare a laminatelor de fabricație indigenă sau operarea în normativele existente a modificărilor de cotare, în scopul trecerii la execuția profilelor laminate într-un domeniu mai restrâns de toleranță privind deschiderea dintre gulere.
- corespunzător prescripției tehnologice și de calitate impuse, se propune ca și în cazul noilor profile laminate care se achiziționează din import pentru execuția elementelor susținerii, să se procedeze la readaptarea geometriei rozelor actuale din dotarea instalațiilor de roluit/curbat, corespunzător formei secțiunii transversale a laminatelor achiziționate;
- pentru reducerea la minimum a gradului de deformare pe durata curbării la rece a profilelor, devine necesară reducerea vitezei de curbare, lucru posibil de realizat prin creșterea numărului de role existent în dotarea instalațiilor actuale, de la 3 la 5÷6 role, sau menținerea numărului de 3 role, pe seama creșterii însă a distanței actuale dintre rolele de reazem și creșterea razei rolei de presare.

Ca soluții de îmbunătățiri constructive și funcționale a construcției actuale de susținere metalice, în lucrare se prezintă și analizează noi tipuri de laminate și bride pentru îmbinare, adecvate din punct de vedere constructiv și funcțional condițiilor geomecanice și geo-tehnice întâlnite în minele de carbune ale celor două bazine miniere considerate. Propunerea noilor profile laminate se face pentru condițiile în care au forma secțiunii transversale îmbunătățită, în contextul îmbinării profilelor și la nivelul gulerului, prin intermediul scobiturilor practicate acestui scop.

Noile tipuri de laminate analizate și propuse pentru asimilare sunt de V28 și V34 de fabricație poloneză, caracterizate cu baza mai îngustă și mai îngroșată, rezultând astfel a avea mărimi ale caracteristicilor statice și de rezistență superioare comparativ cu celelalte tipuri de laminate, chiar și în condițiile menținerii aceluiași greutate pe metru liniar de profil ( figura 3.2). În baza analizei comparative efectuate, noile profile laminate se caracterizează prin următoarele avantaje:

- caracteristici statice superioare comparativ cu cele SG de construcție indigenă, inclusiv față de majoritatea tipurilor de laminate utilizate pe plan mondial (tabel 3.2);

- satisfacerea condiției de stabilitate, anume  $\frac{I_x}{I_y} \leq 1$  (tabel 3.3);

- portanță la încovoiere superioară (tabel 3.4);

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
---------------------------	---------------	--

- indici de portanță superiori, inclusiv față de laminatele aparținând seriei TH-58 utilizate pe plan mondial (tabel 3.4). Din analiza rezultatelor care caracterizează portanța profilelor laminate pentru susținere, se constată superioritatea laminatului V28 cu 6,4 % față de SG-29, chiar și în condițiile unei greutate și consum de metal mai redusă cu 1 kg/m, cu 17,9 % față de SG-23 și 25,5 % față de SG-18. De asemenea, făcând parte din grupa profilelor laminate medii spre grele după greutate, se constată superioritatea laminatului V34 cu 6,5 % față de V28, respectiv cu 12,5 %, 23,2 % și 30,3 % comparativ cu profilele laminate de uz curent SG-29, SG-23 și SG-18.

- rezistențe superioare în zonele de bază, cu diminuarea tensiunilor tangențiale locale și a efectului de decalibrare care se produce în îmbinările actualelor construcții de susțineri.

- mărirea eforturilor normale rezultate din calcul la baza noilor tipuri de profile laminate, indică diminuarea tensiunilor cu 38,2 % în cazul laminatului V28 și cu 40,26 % în cazul profilului laminat V34. Totodată, se apreciază încadrarea noilor profile în domeniul optim de rezistență, evidențiindu-se pentru ambele tipuri de laminate și distanțe de suprapunere (de îmbinare), plasarea tensiunilor normale sub limita minimă admisibilă de rezistență a materialului de execuție ( $\sigma_a = 434$  MPa)

În baza rezultatelor comparative obținute din calcul capacității portante a susținerii confecționate din profile laminate de uz curent și cele noi analizate, se apreciază superioritatea portanței noilor profile laminate, anume cu până la 34 % în cazul laminatului V28 și, respectiv 41 % în cazul laminatului V34. Pe lângă avantajul de a imprima susținerilor un grad ridicat de portanță, cu respectarea condițiilor alunecării reciproce la îmbinări a elementelor, rezultatele eficienței economice comparative a noilor laminate V28 și V34 evidențiază următoarele avantaje față de cele de uz curent, anume:

- reduceri la cantitățile anuale de metal (oțel) consumat;
- reducerea potențială a consumurilor de muncă;
- reducerea cheltuielilor anuale ca urmare a economiilor de metal și a consumurilor de muncă.

Pe lângă obținerea de performanțe tehnice constructive și economice superioare comparativ cu laminatele de uz curent, alegerea și propunerea pentru utilizare a noilor profile laminate V28 și V34 pentru execuția susținerii a avut în vedere și diminuarea stării de tensiune care se înregistrează în timpul procesului de curbare la rece. Din calculul numeric efectuat pentru evaluarea stării de tensiune remanentă care se înregistrează la baza noilor profile, anume a profilului V28 în cazul analizei efectuate, corespunzător stării de tensiune înregistrată după criteriul Huber-Von Mises pentru întregul model adoptat, în secțiunea aplicării forței de presare, valoarea maximă a tensiunii, de  $\sigma_{\max}^{V.M.} = 611$  MPa, a rezultat ca fiind mai redusă față de cea înregistrată în cazul laminatelor de uz

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
---------------------------	---------------	--

curent (tabel 2.8, cap. 2), inclusiv mărirea tensiunilor maxime  $\sigma_z$  ( $\sigma_{z \text{ max.}} = 544 \text{ MPa}$ ). În baza rezultatelor analizei numerice efectuate, se poate aprecia că, prin atribuirea unei rezistențe superioare în zona de bază a profilului laminat V28, fisurile dominante de tip „b” se produc la valori ale tensiunilor mai mari comparativ cu laminatul SG-29 și cu atât mai semnificativ față de laminatele SG-23 și SG-18.

Pentru activitatea practică actuală, soluția de îmbunătățire, dar și de realizare efectivă a execuției construcției susținerii metalice prevede aplicarea laminatului THN 21 de proveniență bulgară, care în baza studiului de echivalență/compatibilitate efectuat a rezultat ca posedând următoarele particularități constructiv-funcționale comparativ cu laminatul SG 23 de fabricație indigenă:

- forma profilului laminat THN 21 este de tip jgheab, similară profilului SG 23, diferența constituind-o întocmai prezența scobiturilor practice la baza umerilor/gulerelor laminatului, cu scopul realizării contactului la îmbinarea profilelor (îmbinarea grinzii susținerii la cei doi stâlpi) și în această zonă, rezultând eliminarea efectului de decalibrare care are loc în cazul laminatului SG 23, prin întrepătrunderea profilelor unul în celalalt, pe seama comprimării laminatului superior (grinda) și despicerii celui inferior (stâlpul);

- masa noului profil laminat THN 21, de 20,92 kg/ml, este mai redusă cu cca.10% față de masa laminatului SG23 (23,25 kg/ml), rezultând reducerea echivalentă a secțiunii transversale, care reprezintă în acest caz 26,65 cm<sup>2</sup>, comparativ cu 30 cm<sup>2</sup> în cazul laminatului SG 23. Ca urmare a reducerii secțiunii transversale și, respectiv a consumului de metal cu cca.3 kg/ml de profil, în cazul laminatului THN 21 se reduc și mărimile dimensiunilor sale constructive, aspect care invocă de la început utilizarea pentru îmbinare a tipului optim de bridă, diferit față de cel de uz curent de fabricație indigenă;

- chiar și în condițiile reducerii caracteristicilor sale dimensionale, laminatul THN 21 posedă caracteristici de rezistență apropiate ca mărime de cele ale laminatului SG 23, încadrându-se din acest punct de vedere la condițiile de livrare impuse de norma germană DIN 21544 – 80.

- din studiile de echivalență efectuate asupra celor două tipuri de laminate, concluziile desprinse au pus în evidență posibilitatea achiziționării și utilizării noului tip de profil laminat pentru execuția susținerii metalice a excavațiilor subterane, prin condiționarea asigurării prescripțiilor tehnice și de calitate privind uzinarea acestuia, în conformitate cu norma germană DIN 21544 – 80, restricții care revin în responsabilitatea uzinei producătoare/furnizoare.

Corelat cu construcția noilor tipuri de laminate, pentru îmbinarea elementelor metalice de susținere, soluțiile care se prezintă prevăd pentru îmbinare, bride mai performante și mai sigure, caracterizate cu ambele coliere plate, menite să imprime sistemului de susținere capacități portante

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
---------------------------	---------------	--

superioare, similare celor proiectate, cu realizarea de culisări mult mai uniforme și mai controlate la nivel de îmbinare.

Pentru laminatele noi V28 și V34 se propun două noi modele de bride, convenite a le denumi I A, respectiv II A (figurile 3.6 și 3.7). Particularitatea comună constructivă a ambelor modele de bride constă din înlocuirea colierului rotund  $\phi$  28 mm întâlnit în construcția bridelor actuale, tot cu cleme (brățări) plate. În acest caz, pentru cuplarea și strângerea bridei sunt prevăzute două șuruburi de serie prelucrate la capete, în vederea obținerii contactului intim cu părțile frontale ale clemelor și brățărilor superioare, excluzându-se astfel posibilitatea rotirii șuruburilor pe durata strângerii piulițelor. De asemenea, comparativ cu bridele actuale, noile modele de bride presupun în cazul construcției clemelor/brățărilor inferioare, umeri speciali realizați direct din turnare, cu scopul realizării contactului bridei și la nivelul gulerelor profilelor laminate, cu întrepătrunderea clemei/brățării inferioare în scobiturile practicate acestui scop la umerii laminatelor.

Deosebirea constructivă dintre cele două modele de bride constă din adăugarea opritorilor metalici (obținuți direct din matrițare) la capetele clemelor superioare și inferioare ale bridei tip II A, în vederea montării bridelor la capetele îmbinării elementelor de susținere, cu realizarea astfel a acroșării și autoantrenării bridelor odată cu glisarea (culisarea) elementelor metalice.

Ca răspuns imediat la cercetările industriale care urmează a se derula la nivelul proiectului aflat în derulare, cu posibilități de testare în laborator și experimentare în subteran a noului echipament de susținere bazat pe utilizarea laminatului THN 21 de proveniență bulgară, se propune un nou model adecvat de bridă pentru îmbinare (figura 3.8), mai simplu și ușor de procurat, a cărei clemă inferioară este de asemenea prevăzută cu umeri obținuți direct din matrițare, cu scopul realizării contactului în scobiturile practicate la baza gulerului profilului inferior, eliminând astfel fenomenul de despicare a clemei și riscul slăbirii îmbinării întregii construcții metalice de susținere.

Comparativ cu tipurile de bride prevăzute în cazul îmbinării laminatelor V28 și V34, respectiv tipurile I A și II A, noul model de bridă propus pentru îmbinarea laminatului THN 21 presupune aceeași construcție simplă întâlnită în cazul bridei clasice de uz curent, diferențierea constituind-o prezența clemei plate prevăzută cu umeri, întocmai pentru a elimina dezavantajele actualelor îmbinări ale elementelor obținute prin folosirea bridelor clasice.

Studiul de fundamentare a oportunității introducerii susținerii ancorate la execuția excavațiilor subterane, ca procedeu și soluție de consolidare a rocilor din componența noii construcții de susținere de tip modular, pune în evidență că pentru alegerea unei susțineri adecvate condițiilor cu manifestare diversificată a sarcinilor în jurul lucrărilor miniere, pe lângă necesitatea alocării de cheltuieli materiale și consumuri de muncă cât mai reduse, va trebui să se aibă în vedere și valorificarea portanței însăși a rocilor înconjurătoare, lucru posibil de realizat prin consolidarea acestora cu ajutorul susținerilor ancorate.

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
---------------------------	---------------	--

Opțiunile de aplicare și generalizare a susținerii ancorate la execuția lucrărilor miniere subterane din sectorul carbonifer sunt justificate practic de următoarele particularități extrem de importante și anume:

- asigură fixarea rocilor stratificate și ușor surpabile față de masivul monolit (figura 4.2, A);
- asigură rigidizarea și monolitizarea rocilor caracterizate cu diferite sisteme de stratificare și predispoziții de exfoliere (figura 4.2, B);
- consolidează rocile intens fisurate cu tendință de surpare în blocuri de diferite dimensiuni (figura 4.2, C).
- roca astfel consolidată formează un pilier de portanță ridicată care se implică în preluarea presiunii miniere (figura 4.3.).
- dezvoltă forțe suplimentare în diferite puncte de pe conturul lucrărilor miniere care, prin acțiunea lor, limitează procesul de deformare și de surpare (figura 4.4);
- în condițiile tensiunilor de tracțiune mari din pereții lucrării, frecvent întâlnite în cazul zonelor cu presiuni miniere excesive, susținerea ancorată creează o boltă consolidată care amplifică rezistența rocilor și asigură stabilitatea lor (figura 4.5).
- în comparație cu susținerile tradiționale din cadre metalice sau beton, susținerea ancorată împiedică formarea și amplificarea tensiunilor de tracțiune și forfecare în tavanul, pereții și vatra lucrărilor miniere (figura 4.6). În asemenea situații, analizele teoretice și experimentale pun în evidență că efectul maxim al susținerii ancorate se obține atunci când este montată la scurt timp după avansarea frontului și în zonele de acțiune a momentelor de încovoiere. Ca urmare, principiul de bază în amplasarea și exploatarea ancorelor trebuie să-l reprezinte cunoașterea locului unde se formează momentele maxime de încovoiere, ponderea cărora înregistrează 90 % din totalul tensiunilor principale.
- comparativ cu susținerile tradiționale, susținerea ancorată influențează regimul de tensiuni care se formează în procesul de excavare a rocilor, pe care îl modifică în mod favorabil. De asemenea, comparativ cu susținerile tradiționale, consolidarea prin ancorare a rocii asigură un echilibru mult mai eficient în sistemul „rocă – susținere”, lucru explicabil prin formarea pilierului consolidat și implicarea susținerii ancorate în preluarea presiunii la scurt timp de la montare (figura 4.10).

În cazul susținerii ancorate, 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 și analizate, în prisma particularităților constructive și a caracteristicilor lor de lucru 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
---------------------------	---------------	--

cadrul sistemului dual de interacțiune cu roca, fiind detaliate domeniile utilizării lor în condiții de eficiență maximă. În baza descrierii făcute pot fi formulate următoarele concluzii și propuneri:

- din grupa ancorelor fixate cu liant de ciment, cel mai aplicat procedeu este cel prin injectare sub presiune (figura 4.12, c). Din experimentările și testele la smulgere efectuate a rezultat mărirea portanței acestor tipuri de ancore ca fiind de până la  $150 \div 170$  kN/ancoră. Privind domeniul lor de utilizare, rezultatele obținute au confirmat ca optimă aplicarea ancorelor injectate cu liant de ciment la execuția lucrărilor miniere de pregătire ce se sapă în cărbune, având durata de funcționare relativ redusă.

- din grupa ancorelor cu fixare integrală, o arie de aplicabilitate tot mai mare au înregistrat-o ancorele fixate cu rășini sintetice, acest procedeu fiind folosit actual pe plan mondial în proporție de peste 30 % din totalul sistemelor de ancorare aplicate, deși costul fiolilor cu rășini sintetice se situează la valori destul de ridicate. Caracteristic acestui procedeu de ancorare îl constituie obținerea rezistenței de consolidare a rocilor în numai câteva minute de la implantarea tijei, rezistența la tracțiune-smulgere – ca portanță a ancorei, înregistrând până la  $60 \div 70$  kN, urmând ca în timp aceasta să crească până la  $180 \div 220$  kN, în funcție de tipul de rășină utilizată.

- față de sistemul de ancorare prin fixarea tijelor cu mortar de ciment sau rășini sintetice, ce suferă pierderi ale capacității portante în urma distrugerii materialului de fixare pe măsura deplasării și forfecării rocilor, procedeu de ancorare cu fixarea tijei prin fricțiune, prin autostrângere, Split Set și Swellex și în general toate procedeele bazate pe implantarea tijelor prin fricțiune, sunt apreciate pentru performanța lor 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 stabil pe conturul lucrării miniere.

- în raport cu lungimea tijei și tipul rocilor interceptate, capacitatea portantă a ancorelor cu fricțiune se situează în intervalul  $65 \div 85$  KN, cu posibilitatea creșterii acesteia în timp, în proporție de până la 20 %, pe măsura mișcării și fracturării rocilor din masiv cauzată de activarea presiunii miniere.

În baza performanțelor tehnice constructive superioare de care dispun ancorele bazate pe fixarea tijelor prin fricțiune, pentru activitatea ulterioară de proiectare și experimentare în subteran a susținerii de tip modular, se propune achiziționarea și introducerea sistemului de ancorare Split Set, apreciat ca fiind cel mai adaptabil la tipul de roci care cantonează stratele de cărbune.

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
---------------------------	---------------	--

#### IV. CONCLUZII

Prin modul specific de abordare a activităților prevăzute la nivelul celei de-a II – a etape a proiectului și parțial cele aferente etapei III, rezultatele obținute se consideră importante la proiectarea ulterioară și experimentarea „in situ” a soluției combinate de susținere, de tip modular, constituită din armături metalice în construcție nouă îmbunătățită și ancore pentru consolidarea rocii.

În consecință, ca susținere cu rol de bază, construcția armăturilor metalice se propune a fi reproiectată, în sensul înlocuirii actualului tip de profil laminat cu alte noi tipuri de profile, respectiv profilul THN 21 într-o etapă imediată, și înlocuirea actualului tip de bridă cu altele noi, adecvate, care să asigure contactul integral la îmbinări a elementelor și să prezinte mărimi ale caracteristicilor statice și de rezistență care să corespundă cerințelor de portanță pentru condiții concrete de amplasament a lucrărilor miniere.

În concordanță cu cele mai sus arătate, considerăm că au fost atinse toate obiectivele manageriale și științifice ale proiectului prevăzute pentru etapa a II-a și parțial etapa a III-a de rezolvare în anul 2015, așa cum sunt ele prevăzute în Planul de realizare al acestuia, respectiv Actl Adițional nr.2/2015

#### V. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. **Lețu, N., Cărpinișeanu, D.** - *Susțineri miniere*. Ed. Tehnică, București, 1973
2. **Lețu, N., Pleșea, V., Butulescu, V., Semen, C-tin** - *Eficiențizarea susținerii lucrărilor orizontale la minele din Valea Jiului*. Ed. POLIDAVA, Deva, 2001, ISBN 973 – 99458 – 7 – 2, pg. 2001
3. **Petrescu, G., Ilincioiu, D., Păsărin, C.** - *Efecte locale de solicitare a profilelor metalice utilizate la armarea galeriilor circulare*. Rev. Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1985
4. **Pleșea, V., Catrina, Ghe.** - *Rezultatul cercetărilor experimentale efectuate pe standul de încercări și „in situ” asupra susținerilor metalice utilizate în lucrările miniere de deschidere și pregătire din Bazinul Valea Jiului*. Rev. Minelor, nr. 7, 1988
5. **Pleșea, V.** - *Unele probleme legate de utilizarea rațională a profilelor laminate pentru susținerea galeriilor*. Rev. Minelor, vol. I și II, nr. 8 și nr. 9, 1990
6. **Pleșea, V., Simaschievici, H.** - *Diminuarea efectelor locale distructive în îmbinările elastice ale susținerilor pentru galeriile de mină*. Rev. Minelor, nr. 5, 1995
7. **Pleșea, V.** - *Proiectarea și construcția susținerii lucrărilor miniere subterane din sectorul carbonifer*. Ed. UNIVERSITAS, Petroșani, 2004, ISBN 973 – 8260 – 68 – X, pg. 251
8. **Plesea, V., Vlaicu Popa,** - *Aprecieri asupra calitatii armaturilor metalice utilizate pentru*



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
---------------------------	---------------	--

**M.E., Tomescu, C.**

*sustinerea și securitatea excavațiilor subterane.* Lucrările științifice ale Simpozionului Internațional „FIABILITATE și DURABILITATE” organizat de Universitatea „Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu. Issue: Supplement nr.1/2012, ISSN 1844 – 640 X, Târgu Jiu, Mai 2012

**9. Plesea, V.**

- *Analiza calității procesului de prelucrare prin curbare la rece a elementelor metalice de susținere.* Simpozionul Științific cu tema “Progresul Tehnologic-Rezultat al Cercetării” organizat de Asociația Generală a Inginerilor din România (AGIR), București, România, 26 aprilie, 2013

**10. Plesea, V., Radu, S.M., Vereș, I., Vlaicu Popa, M.E.**

- *Soluții competitive de susținere a lucrărilor miniere subterane alinate 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 din 2015

**11. Pleșea, V., Nan, M., S., Cucu, I.**

- *Cercetări privind calitatea profilelor laminate utilizate pentru execuția susținerii metalice a galeriilor de mină.* Volumul de lucrări al manifestării BALCANMIN, 19-20 sept. 2015

**12. Pleșea V., Cucu I., Radu S. M., Vereș I., Nan M. S.**

- *The influence of underground mines execution parameters on the design of proper supports.* IX International Conference MINING TECHNIQUES 2015, Krynica, Polonia, 29.09 – 2.10.2015

**13. Teodorescu, A., Gaiducov, V.**

- *Presiunea minieră. Stabilitatea și fiabilitatea construcțiilor miniere subterane.* Ed. Tehnică, București, 1996

**14. Vereș, I., Arad, V., Radu, S.M., Pleșea, V.**

- *Consideration on the Possibility to Improve the Supporting of Underground Workings in the Mining Basins from Romania.* Proceedings of the 26th Annual General Meeting & Conference of the Society of Mining Professors (SOMP), 21-26.06.2015

**15. \*\*\***

- *STAS – uri, caiete de sarcini, norme interne, standarduri de firmă pentru uzinarea profilelor laminate SG (18, 23 și 29) din oțeluri de mină.* Colecția S.C. I.C.P.M.-S.A. Petroșani, Colectiv Tehnologie Minieră.

**16. \*\*\***

- *Norme de uzinare străine a profilelor laminate pentru susțineri metalice.* Colecția S.C. I.C.P.M.-S.A. Petroșani, Colectiv Tehnologie Minieră.

Petroșani, decembrie 2015

Pentru conformitate,

Conf. uni. dr. ing. Ioel Vereș,

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