



Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea suprastructurii drumurilor forestiere

Ioan BITIR^{a,b}, Elena Camelia MUȘAT^{a,*}, Valentina Doina CIOBANU^a

^aDepartamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, strada Șirul Beethoven nr. 1, Brașov, 500123, România, bitirioan@yahoo.com (I.B.); elena.musat@unitbv.ro (E.C.M.); ciobanudv@unitbv.ro (V.D.C.).

^bDirecția Silvică Bacău, Regia Națională a Pădurilor RNP-Romsilva, Comuna Lilieci - Hemeiuș, județul Bacău, România.

REPERE

- Pentru a susține traficul actual, drumurile forestiere dimensionate după vechiul normativ trebuie reabilitate.
- Ca obiective de investiții, drumurile forestiere asigură atât beneficii silviculturale, sociale și ecologice, cât și economice.

INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:

Manuscris primit la: 08 septembrie 2021

Primit în forma revizuită: 10 septembrie 2021

Acceptat: 10 septembrie 2021

Număr de pagini: 20 pagini.

Tipul articolului:

Cercetare

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:

Drumuri forestiere

Reabilitare

Analiză economică

Sustenabilitatea investiției

REZUMAT GRAFIC

Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Balast de împănare	
Piatră spartă poligranulară 0...90 mm	h=10...15 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=10...25 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=15...25 cm
Balast	h=10 cm			Prundiș sau balast	h=10...25 cm

REZUMAT

Modernizarea drumurilor forestiere și, implicit, a suprastructurii acestora se impune ca o necesitate în asigurarea circulației autovehiculelor în condiții de siguranță și eficiență economică, motiv pentru care articolul are ca scop analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice pretabile pentru reabilitarea unui drum forestier principal. Metodologia de cercetare a presupus alegerea și dimensionarea a trei structuri rutiere tip care pot fi utilizate pentru reabilitarea drumului forestier Ciobănuș, administrat de Direcția Silvică Bacău. Ca orice obiectiv de investiții, drumurile forestiere trebuie să fie rentabile, iar acest aspect încă se evaluează printr-o analiză cost-eficacitate, aplicabilă proiectelor care nu generează venituri directe. Cu toate acestea, drumurile forestiere asigură numeroase efecte benefice atât pentru fondul forestier și pentru mediu, cât și pentru comunitățile locale. Raportat la durabilitatea financiară a proiectelor de drumuri, aceasta este pozitivă doar dacă se ia în considerare un orizont de timp îndelungat.

* Autor corespondent. Tel.: +04-761-646-361.

Adresa de e-mail: elena.musat@unitbv.ro.

1. INTRODUCERE

Gestionarea eficientă a suprafețelor păduroase nu poate fi asigurată decât printr-un management durabil [1-5], care să includă și planificarea traficului primar, adică a celui de pe drumurile forestiere [6]. Cu alte cuvinte, atingerea obiectivelor unui management durabil este posibilă doar printr-o accesibilizare sporită a fondului forestier, asigurată printr-o rețea de transport bine gândită, planificată și repartizată cât mai uniform la nivel teritorial [3, 5, 7, 8], care să țină seama nu numai de considerentele economice [9-12], ci și de aspectele silviculturale [7, 13, 14], ecologice și sociale [6, 13, 15-18]. Pe de altă parte, o slabă accesibilizare nu permite valorificarea superioară a resurselor forestiere [6, 19], conduce la suprasolicitarea zonelor accesibile [7, 13, 16, 19] și împiedică deplasarea rapidă dintr-un loc în altul, în condiții de siguranță și confort [8, 20, 21], ridicând probleme mari cel puțin în cazul apariției incendiilor forestiere [22-24].

Interpretată în sens larg, rețeaua forestieră de transport cuprinde totalitatea căilor special amenajate pentru transportul materialului lemnos, indiferent dacă acestea sunt folosite și pentru transportul altor bunuri sau pentru transportul persoanelor [1, 2, 25]. Comparativ cu alte țări, unde transportul lemnului se efectuează atât pe drumuri forestiere, cât și pe căi ferate sau chiar pe apă [26-28], la nivel național, rețeaua de transport forestier este compusă aproape în întregime din drumuri forestiere [7, 29], excepție făcând calea ferată forestieră de pe Valea Vaserului și transportul pe apă din Lunca și Delta Dunării.

Conform normativelor în vigoare [25, 30], în România, drumurile forestiere sunt drumuri de utilitate privată, restricționate circulației publice, fiind diferențiate în trei categorii (magistrale, principale și secundare) în funcție de suprafața păduroasă deservită și traficul anual, ceea ce face ca structurile rutiere să fie dimensionate în relație directă cu acești factori sub raportul grosimii, numărului de straturi și materialelor folosite. O particularitate a rețelei de transport forestier constă în aceea că ea este folosită intens doar în anumite perioade ale anului [1, 2, 25, 31, 32] și majoritar într-un singur sens - dinspre pădure spre beneficiar [1, 2, 33]. Cu toate acestea, drumurile forestiere, după darea lor în folosință, suferă unele transformări și încep să se degradeze [33, 34] ca urmare a acțiunii unor factori diverși care țin fie de tipurile de vehicule care circulă pe drumul respectiv [35] și de încărcăturile acestora [29, 36-41], fie de componența și materialele care intră în alcătuirea structurilor rutiere [34, 36, 42], de acțiunea factorilor climatici [35, 43] sau de utilizarea drumului în perioadele cu exces de umiditate sau primăvara, în timpul dezghețului [35, 40]. Pentru a preîntâmpina și a remedia aceste degradări, drumurile forestiere trebuie parcurse sistematic cu lucrări de întreținere, reparații curente și reparații capitale [25, 34, 44-49]. Toate aceste lucrări revin administratorului drumurilor forestiere, care are obligația de a le menține în stare de funcționare și de a le parcurge cu lucrări de întreținere anuale, indiferent dacă într-un an au fost sau nu circulate [49]. Pentru a susține din punct de vedere financiar aceste lucrări, administratorul poate percepe o serie de taxe pentru a permite accesul pe drum [5, 50, 51] și are obligația de a crea un fond de accesibilizare [52, 53], constituit din până la 10% din valoarea masei lemnoase vândute în condițiile legii, provenite din produse principale sau accidentale I, aprobat prin Ordin al conducătorului

autorității publice care răspunde de silvicultură. Cu toate că dimensionarea structurilor rutiere se face în acord cu importanța drumului și cu traficul preconizat pe viitorul drum [25], cele mai multe drumuri forestiere de la nivel național prezintă o structură rutieră subdimensionată pentru traficul actual [29, 37, 38, 40, 41, 54]. Cea mai mare parte a rețelei de transport forestier a fost construită înainte de 1989 [17], fiind compusă din drumuri cu îmbrăcămînți de tipul împietruirilor, din unul sau mai multe straturi, care nu rezistă la fel de bine sub acțiunea solicitărilor din trafic ca drumurile cu îmbrăcămînți moderne. În plus, evoluția tehnică și tehnologică a condus la extinderea, în transportul lemnului, a autovehiculelor de tonaj sporit [29, 40, 54], ceea ce suprasolicită drumurile forestiere, majoritatea fiind dimensionate în acord cu prevederile normativului de proiectare AND-582/2002 [55], unde se lua în considerare un tonaj maxim admis de 25 tone, și nu cel de 38 tone, admis în prezent pe drumurile forestiere, așa cum se menționează în normativul de proiectare în vigoare [25]. Astfel, în unele cazuri, devine imperios necesară reabilitatea drumurilor care încearcă, printr-o serie de lucrări complexe, să le mărească capacitatea portantă și să refacă elementele geometrice astfel încât acestea să corespundă noilor solicitări din trafic [30], cunoscut fiind faptul că masa maximă total admisă și masa maximă admisă pe osie joacă un rol deosebit de important în proiectarea căilor de transport [56]. Conform literaturii de specialitate, lucrările de execuție și întreținere de pe drumurile forestiere se reflectă cel mai mult în costurile de producție a lemnului [10, 12], iar costurile cu transportul lemnului din pădure până la beneficiar se ridică la milioane de dolari [33], activitatea de transport fiind una dintre cele mai costisitoare din toate cele realizate în sectorul forestier [9].

Coroborând toate informațiile prezentate, din care rezidă importanța rețelei permanente de transport forestier, ca dezvoltare și menținere în condiții optime pentru circulația autovehiculelor, se ajunge la scopul cercetării de față, și anume acela de a realiza o analiză a soluțiilor tehnice ce pot fi utilizate la reabilitarea sau modernizarea suprastructurii unui drum forestier, din perspectivă economică și financiară. Pentru atingerea scopului propus s-au fixat următoarele obiective, respectiv: *i*) conceperea a trei structuri rutiere tip, pretabile pentru reabilitarea unui drum forestier principal; *ii*) estimarea costurilor pentru cele trei structuri rutiere tip propuse pentru reabilitarea suprastructurii drumului forestier; *iii*) evaluarea sustenabilității investiției și *iv*) analiza economică și financiară a lucrărilor de reabilitare a suprastructurii drumului forestier principal luat în studiu.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1. Locul cercetărilor

Cercetările s-au desfășurat pe drumul forestier Ciobănuș, aflat în administrarea Regiei Naționale a Pădurilor RNP-Romsilva prin Direcția Silvică Bacău [57], drum principal, de vale, dat în folosință în anul 1973, și supus doar unor lucrări sumare de întreținere, nefiind aplicate pe drumul în cauză lucrări de reparații curente sau capitale, așa cum precizează normativele în vigoare [25, 30, 49]. Alegerea acestui drum pentru determinări se bazează pe starea tehnică a drumului, ce poate fi caracterizată succint prin faptul că drumul prezintă o capacitate portantă

necorespunzătoare actualelor condiții de trafic (zone cu împietruire slabă, zone colmatate cu materiale aluvionare, suprastructura contaminată cu resturi de exploatare și aluviuni). Structura rutieră este puternic degradată și frământată datorită stagnării apei pe platforma drumului, șanțurile fiind colmatate în proporție de minim 50%. În plus, obiectivul nu prezintă lucrări de apărare-consolidare, ceea ce îl face vulnerabil la viiturile torențiale, cea mai însemnată, din 2005, calamitând obiectivul în proporție de 50%. De menționat este și faptul că elementele geometrice ale drumului nu mai asigură desfășurarea traficului în condiții de siguranță, lățimea părții carosabile fiind mult redusă datorită viiturilor torențiale, făcând-o necorespunzătoare unui drum principal.

2.2. Dimensionarea structurilor rutiere necesare reabilitării drumului forestier

Dimensionarea unor structuri rutiere noi, care să corespundă necesităților actuale de trafic, s-a realizat în baza Normativului privind proiectarea drumurilor forestiere [25] prin alegerea unor structuri rutiere tip. Astfel, s-au selectat trei tipuri de sisteme rutiere, care să asigure portanța necesară condițiilor actuale de trafic (drum forestier principal), dar care să țină cont și de condițiile locale de punere în operă (materiale locale pietroase, balastiere și cariere de piatră în proximitate), urmărindu-se atingerea unor parametri tehnici corespunzători, dar la costuri optime. Astfel, s-a decis adoptarea următoarelor structuri rutiere tip (**Figura 1**):

Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Balast de împănare	
Piatră spartă poligranulară 0...90 mm	h=10...15 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=10...25 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=15...25 cm
Balast	h=10 cm			Prundiș sau balat	h=10...25 cm

Figura1. Structuri rutiere adoptate

- **structură rutieră de tip I:** piatră spartă amestec optimal (12 cm), piatră spartă sortul 63/90 mm (15 cm) și balast optimal (10 cm);
- **structură rutieră de tip II:** piatră spartă amestec optimal (12 cm) și blocaj piatră brută (15cm);
- **structură rutieră de tip III:** balast amestec optimal (10 cm) și blocaj piatră brută (25 cm).

2.3. Estimarea costurilor lucrărilor de reabilitare

Promovarea investițiilor se realizează pe baza unor documentații tip, reglementate prin acte normative [58]. Documentațiile reglementate prin lege se elaborează pe etape, după cum urmează: notă conceptuală, temă de proiectare, studiu de fezabilitate, studiu de fezabilitate S.F. (lucrări noi), documentație de avizare lucrări de intervenție D.A.L.I.

(reabilitări/modernizări), proiect pentru autorizarea lucrărilor, proiect tehnic de execuție. În studiile de fezabilitate/documentațiile de avizare a lucrărilor de intervenție se prezintă scenariile tehnico-economice stabilite de proiectant (minim două), scenariul tehnico-economic optim, unde se recomandă atât soluția tehnică, cât și principalii indicatori tehnico-economici (indicatori maximali, indicatori de performanță cantitativi și calitativi, indicatori financiari, socio-economici, de impact, de rezultat, durată de execuție). Valoarea totală estimată a cheltuielilor necesare realizării unui obiectiv de investiție se stabilește în devizul general, parte a studiului de fezabilitate sau a documentației de avizare a lucrărilor de intervenție, în care se înscriu toate cheltuielile necesare, pe capitole și subcapitole de cheltuieli. Valorile rezultate pentru cheltuielile de construcții-montaj (C+M) s-au fundamentat pe bază de antemăsurători, în care au fost evaluate fizic toate operațiile necesare punerii în operă a lucrărilor propuse, luând în calcul distanțele reale de transport (de la prestatorii de servicii - utilaje) și furnizorii de materiale de balastieră (piatră spartă, balast etc.) la amplasamentul lucrării, baza de prețuri utilizată fiind cea aferentă anului 2020. Analiza financiară presupune determinarea următorilor indicatori:

- venitul actualizat net (VANF/C) - valoarea care rezultă scăzând valoarea actualizată a costurilor previzionate ale unui proiect de investiții din valoarea estimată a veniturilor;
- rata internă de rentabilitate financiară (RIRF/C) - rata de actualizare la care un flux de costuri și beneficii (exprimate în termeni monetari) are valoare actualizată zero; se compară cu rata de actualizare a proiectului, în vederea evaluării performanței acestuia;
- raportul beneficii actualizate/costuri actualizate (B/C) - evidențiază măsura în care beneficiile proiectului acoperă costurile acestuia; în condițiile în care acest raport este subunitar, proiectul de investiții nu generează suficient venit și se impune finanțarea acestuia din alte surse.

2.4. Analiza economică a proiectelor de investiții

Proiectele de investiții sunt supuse unei analize economice cu scopul de a identifica, cuantifica și măsura, în termeni monetari, beneficiile generate de proiect, precum și costurile acestuia. Cea mai utilizată metodă pentru evaluarea economică a proiectelor de investiții este analiza cost/beneficiu. Totuși, în cazul proiectelor în care decizia de finanțare este deja luată (prin efectul legii sau pentru conformarea cu diferite reglementări) sau în cele în care cuantificarea și exprimarea în termeni monetari a tuturor beneficiilor sociale, economice sau de mediu este dificilă sau prea costisitoare, se întocmește o analiză cost-eficacitate. Analiza cost-eficacitate este utilizată pentru a realiza o comparație a proiectelor cu aceleași obiective sau pentru a realiza comparații între soluțiile tehnice ale aceluiași proiect, fiind utilă, în special, proiectelor de mediu, care nu generează venituri directe. Astfel, în cazul de față, se vor compara cele trei soluții tehnice adoptate (trei structuri rutiere tip), obiectivul fiind unul singur, respectiv modernizarea drumului forestier Ciobănuș în vederea asigurării capacității portante necesare condițiilor actuale de trafic.

La întocmirea analizei cost-eficacitate sunt utilizați termeni și noțiuni care se referă la orizontul de timp, actualizarea și rata de actualizare, tipurile de costuri, valoarea actualizată a

costurilor, raportul cost-eficacitate. Raportul cost-eficacitate este, în fapt, raportul dintre costuri și beneficii, acestea din urmă fiind exprimate în termeni fizici. Valorile rezultate pentru valoarea actualizată a proiectului (VAN), precum și pentru rata internă a rentabilității proiectului (RIR) sunt specifice proiectelor de investiții unde este necesară alocarea de fonduri publice sau din alte surse de finanțare, extrabugetare administratorului. Deși aceste proiecte nu au indicatori financiari favorabili, aceștia sunt compensați prin efectele sociale, economice și de mediu pe care le oferă proiectul în urma dezvoltării lui. Analiza economică și financiară se axează pe evaluarea în scenariul cu proiect, în trei variante, respectiv în funcție de cele trei structuri rutiere tip selectate, care au fost verificate sub aspectul asigurării portanței. Punerea în operă a celor trei structuri rutiere tip presupune costuri diferite, așa cum a rezultat în urma evaluărilor financiare și a întocmirii devizelor generale.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

4.1. Estimarea costurilor lucrărilor de reabilitare a drumului forestier Ciobănuș

Estimarea valorică a celor trei suprastructuri tip s-a realizat pe baza antemăsurătorilor operațiilor necesare punerii în operă a celor trei tipuri de structuri rutiere; acestea sunt redată în **Tabelele 1 - 3**. Cele trei antemăsurători, aferente celor trei suprastructuri tip, au fost estimate, din punct de vedere valoric, prin aplicarea bazei de prețuri aferente anului 2020, costurile lucrărilor fiind cele redată în **Tablelul 4**. Ulterior întocmirii devizelor financiare corespunzătoare componenței lucrărilor de bază (capitolul 4 din devizul general), s-au întocmit devizele generale, aferente fiecărei suprastructuri tip, celelalte cheltuieli fiind determinate procentual, în raport cu lucrările de bază sau prin alocarea de sume fixe, după cum urmează:

- 3.1. Studii = 5000 lei;
- 3.2. Cheltuieli avize, acorduri, autorizații = 3.000 lei;
- 3.3. Expertiză tehnică = 2.000 lei;
- 3.5. Proiectare = 2,5%;
- 3.7. Consultanță = 0,5%;
- 3.8. Asistență tehnică = 1,5%;
- 5.1. Organizare de șantier = 2,5%;
- 5.2. Comisioane, cote, taxe = 1,2%;
- Cheltuieli diverse și neprevăzute = 2,5% din capitolele 3.5, 3.8 și 4.

Devizele generale au forma și conținutul reglementat prin H.G. 907/2016 [58].

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea...

Tabelul 1. Antemăsurătoarea lucrărilor la structura rutieră tip I (12 cm piatră spartă, 15 cm piatră spartă 63...90, 10 cm balast optimal)

Nr. crt.	Articol deviz	Descrierea articolului de deviz	Cantități			U.M.	Cantități	
			L	I	H			
STRAT 1: BALAST OPTIMAL (grosime 10 cm)								
1.	TSE06B1	Pregătirea platformei drumului în vederea aplicării stratului de fundație	15.000	6,7		100.500	100 m ²	1.005
2.	DA04A1	Scarificarea mecanică a platformei drumului, cu autogrederul, pe adâncimea minimă de 5 cm	15.000	4,0	0,05	60.000	100 m ³	600
3.	DA06B1	Strat de fundație balast cu grosimea de 10 cm, cu așternere mecanică	15.000	6,4	0,1	9.600	m ³	9.600
4.	TRA01A70	Transportul la o distanță de 70 km				21.840	tone	21.840
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				960	tone	960
STRAT 2: PIATRĂ SPARTĂ 63...90 mm (grosime 15 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoiroire	15.000	5,95	0,15	2.677,5	m ³	2.678
2.	DA12A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoiroire	15.000	5,95	0,15	10.710	m ³	10.710
3.	TRA02A110	Transportul pietrei sparte la distanța de 110 km				26.106	tone	26.106
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoiroire la 110 km				4.644,8	tone	4.645
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.339	tone	1.339
STRAT 3: PIATRĂ SPARTĂ AMESTEC OPTIMAL (grosime 12 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoiroire (20%)	15.000	5,7	0,12	2.052	m ³	2.052
2.	DA12A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoiroire (80%)	15.000	5,7	0,12	8.208	m ³	8.208
3.	TRA02A110	Transportul pietrei sparte la distanța de 110 km				20.007	tone	20.007
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoiroire la 110 km				3.560	tone	3.560
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.026	tone	1.026

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea...

Tabelul 2. Antemăsurătoarea lucrărilor la structura rutieră tip II (12 cm piatră spartă, 15 cm blocaj piatră brută)

Nr. crt.	Articol deviz	Descrierea articolului de deviz	Cantități			U.M.	Cantități	
			L	I	H			
PREGĂTIREA PLATFORMEI DRUMULUI								
1.	TSE06B1	Pregătirea platformei drumului în vederea aplicării stratului de fundație	15.000	6,7		100.500	100 m ²	1.005
2.	DA04A1	Scarificarea mecanică a platformei drumului, cu autogrederul, pe adâncimea minimă de 5 cm	15.000	4,0	0,05	60.000	100 m ³	600
STRAT 1: BLOCAJ PIATRĂ BRUTĂ (grosime 15 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,15	2.677,5	m ³	2.678
2.	DA12A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,15	10.710	m ³	10.710
3.	TRA02A110	Transportul pietrei brute la distanța de 110 km				26.105,6	tone	26.106
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				4.644,8	tone	4.645
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.339	tone	1.339
STRAT 2: PIATRĂ SPARTĂ AMESTEC OPTIMAL (grosime 12 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,12	2.052	m ³	2.052
2.	DA12A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,12	8.208	m ³	8.208
3.	TRA02A110	Transportul pietrei sparte la distanța de 110 km				20.007	tone	20.007
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				3.560	tone	3.560
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.026	tone	1.026

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea ...

Tabelul 3. Antemăsurătoarea lucrărilor la structura rutieră tip III (10 cm balast optimal, 25 cm blocaj piatră brută)

Nr. crt.	Articol deviz	Descrierea articolului de deviz	Cantități			U.M.	Cantități	
			L	I	H			
PREGĂTIREA PLATFORMEI DRUMULUI								
1.	TSE06B1	Pregătirea platformei drumului în vederea aplicării stratului de fundație	15.000	6,7		100.500	100 m ²	1.005
2.	DA04A1	Scarificarea mecanică a platformei drumului, cu autogrederul, pe adâncimea minimă de 5 cm	15.000	4,0	0,05	60.000	100 m ³	600
STRAT 1: BLOCAJ PIATRĂ BRUTĂ (grosime 25 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 25 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,25	4.462,5	m ³	4.463
2.	DA12A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 25 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,25	17.850	m ³	17.850
3.	TRA02A110	Transportul pietrei brute la distanța de 110 km				43.509,38	tone	43.509
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				7.741,3	toea	7.741
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				2.231	tone	2.231
STRAT 2: BALAST AMESTEC OPTIMAL (grosime 10 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din balast, în grosime de 10 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,1	1.710	m ³	1.710
2.	DA12A1	Împietruire din balast, în grosime de 10 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,1	6.840	m ³	6.840
3.	TRA02A70	Transportul balastului la distanța de 70 km				18.895,5	tone	18.895,5
4.	TRA02A70	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				2.966	tone	2.966
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				855	tone	855

Tabelul 4. Valorile lucrărilor aferente celor trei tipuri de suprastructură

Tipul de suprastructură	Straturi de materiale pietroase	Valori [lei]	Lungime drum [km]	Preț unitar [lei/km]
Tip I	piatră spartă amestec optimal	3.342.408,70	15	743.131,62
	piatră spartă 63...90 mm	4.361.344,89		
	balast optimal (10 cm)	3.443.220,67		
	TOTAL	11.146.974,26		
Tip II	piatră spartă amestec optimal	3.342.408,70	15	595.260,94
	blocaj piatră brută	4.361.344,00		
	pregătirea platformei	1.225.161,39		
	TOTAL	8.928.914,09		
Tip III	balast amestec optimal	2.503.544,00	15	529.151,86
	blocaj piatră brută	4.208.572,58		
	pregătirea platformei	1.225,161,39		
	TOTAL	7.937.277,97		

3.2. Sustenabilitatea investiției

Investițiile în rețeaua de drumuri forestiere, în general, precum și reabilitarea suprastructurii drumului forestier Ciobănuș, generează efecte sociale pozitive asupra comunităților locale, atât prin crearea de locuri de muncă, cât și prin facilitarea accesului în bazinul forestier [16, 20]. Astfel, în cazul de față, se vor crea locuri de muncă în mod direct (reabilitare, întreținere drum), dar și indirect, în activitățile de exploatare forestieră, regenerarea și îngrijirea pădurilor, creșterea animalelor și chiar turism. De asemenea, prin modernizarea drumului, activitățile economice specifice zonei montane, respectiv creșterea animalelor, apicultura și turismul vor cunoaște o dezvoltare semnificativă, fiind binecunoscut faptul că aceste activități, existente pe valea Ciobănușului, au ca principală piedică în dezvoltarea lor accesul deficitar. Așa cum s-a menționat anterior, prin realizarea de investiții în modernizarea drumului forestier Ciobănuș, se vor crea locuri de muncă în mod direct, atât în faza de execuție a lucrărilor, pe o perioadă de 24 luni (20 locuri de muncă), precum și în activitatea de întreținere a drumului forestier (1 loc de muncă). Totodată, prin reabilitarea obiectivului, activitățile curente economice existente pe valea Ciobănușului vor cunoaște un imbold în dezvoltarea lor, prin facilitarea accesului [20, 21], dar și printr-o mai bună circulație a bunurilor, serviciilor și persoanelor, fiind binecunoscut faptul că starea actuală a drumului forestier constituie o piedică semnificativă în dezvoltarea activităților economice existente, precum și în apariția altora noi. Așadar, prin reabilitarea drumului forestier Ciobănuș se vor crea locuri de muncă și în mod indirect, prin activitățile economice specifice zonei montane.

Prin execuția lucrărilor la drumul forestier Ciobănuș se vor produce anumite efecte negative temporare asupra factorilor de mediu [18, 59], dar beneficiile pentru mediu, după finalizarea lucrărilor, vor fi de lungă durată și cu un impact puternic în sănătatea pădurilor, în ceea ce privește protecția împotriva incendiilor de pădure [22, 24], dar și în gospodărirea fondului forestier [3, 6, 19], în general. În timpul execuției lucrărilor se pot produce efecte negative temporare [18] asupra calității apelor (creșteri temporare ale turbidității apei) și asupra calității aerului (utilajele folosite la

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea ...

execuția lucrărilor pot duce la deteriorarea locală și temporară a calității aerului prin aportul de noxe generate de motoarele cu ardere internă și prin angrenarea în aer de particule solide - praf). Efectele negative asupra florei și faunei sunt nesemnificative, drumul nefiind amplasat în arii naturale protejate sau situri de importanță comunitară. Ulterior finalizării lucrărilor, efectele de mediu generate de reabilitarea drumului forestier Ciobănuș vor avea un impact direct asupra stării fitosanitare a pădurii, precum și în calitatea arboretelor. Astfel, printre efectele pozitive de mediu se numără:

- creșterea vitezei de intervenție în caz de incendii sau atacuri de dăunători biotici și abiotici;
- diminuarea perioadei necesare extragerii lemnului provenit (în special, pentru rășinoase) din tăieri accidentale în arborete afectate de doborâturi de vânt, rupturi de zăpadă sau atacuri de insecte;
- creșterea mobilității echipelor de muncitori angrenați în lucrări de regenerare a pădurilor, întreținerea plantațiilor, lucrările de îngrijire a arboretelor tinere, cu impact direct în calitatea și cantitatea lucrărilor executate.

În **Tabelul 5** sunt prezentate cheltuielile investiționale (pe cele trei tipuri de structuri rutiere), precum și beneficiile directe.

Tabelul 5. Calcul pentru estimarea efectului economic al obiectivului

Parametri	Structura rutieră		
	tip I	tip II	tip III
Lungime drum [km]	15	15	15
Suprafață de fond forestier deservită [ha]	10.068	10.068	10.068
Volumul total de masă lemnoasă pe picior [m ³]	2.421.430	2.421.430	2.421.430
din care exploatabil și preexploatabil [m ³]	432.166	431.266	432.166
Cota anuală totală posibil de recoltat [m ³]	18.750	18.750	18.750
Valoarea medie a producției [lei/m ³]	200	200	200
Valoarea totală a producției [lei]	3.750.000	3.750.000	3.750.000
Valoarea medie a profitului anual din masă lemnoasă (cota profit minimă - 9%)	337.500	337.500	337.500
Venituri din alte surse	326.020	326.020	326.020
produse accesorii [15 lei/ha]	151.020	151.020	151.020
taxa peiaj [lei]	175.000	175.000	175.000
Venit anual total [lei]	663.520	663.520	663.520
Cheltuieli de întreținere anuale [lei]	156.000	156.000	156.000
Profit anual (venituri minus cheltuieli) [lei]	507.520	507.520	507.520
Valoarea totală a investiției (cu TVA) [lei]			
TOTAL cu TVA	14.670.278	11.753.416	10.921.633
TOTAL fără TVA	12.349.801	9.894.407	9.193.529
Construcție + montaj cu TVA	13.596.523	10.891.042	9.917.628
Construcție + montaj fără TVA	11.425.649	9.152.136	8.334.141
Valoarea unitară a investiției [lei/km]			
Total (fără TVA)	823.320,09	659.627,11	612.901,97
Construcție + montaj (fără TVA)	761.709,96	610.142,39	555.609,39
Investiția specifică (valoare totală fără TVA/volum total)	0,34	0,27	0,25
Durata de realizare a investiției [luni]	36	36	36

Tabelul 6. Indicatorii de performanță financiară ai capitalului propriu investit

Indicator al proiectului	Valori obținute	Concluzii
Structura rutieră tip I		
Rata de rentabilitate financiară a investiției totale (RIRF/C)	-0,46%	RIRF/C < 5% (rata de actualizare) Rezultă că proiectul nu este rentabil financiar
Valoarea actualizată netă financiară a investiției totale (VANF/C)	-7.793	VANF/C < 0 Rezultă că veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Raportul beneficiu/cost al capitalului (B/C)	0,42	B/C < 1 Veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Structura rutieră tip II		
Rata de rentabilitate financiară a investiției totale (RIRF/C)	1,09%	RIRF/C < 5% (rata de actualizare) Rezultă că proiectul nu este rentabil financiar
Valoarea actualizată netă financiară a investiției totale (VANF/C)	-5.358	VANF/C < 0 Rezultă că veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Raportul beneficiu/cost al capitalului (B/C)	0,52	B/C < 1 Veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Structura rutieră tip III		
Rata de rentabilitate financiară a investiției totale (RIRF/C)	1,95%	RIRF/C < 5% (rata de actualizare) Rezultă că proiectul nu este rentabil financiar
Valoarea actualizată netă financiară a investiției totale (VANF/C)	-4.283	VANF/C < 0 Rezultă că veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Raportul beneficiu/cost al capitalului (B/C)	0,57	B/C < 1 Veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție

Având în vedere că, în cazul drumurilor forestiere, analiza cost-eficacitate constă în compararea efectelor a două sau a mai multor soluții tehnice, indiferent de soluția aleasă, finalitatea fiind identică (reabilitarea/modernizarea unui număr de kilometri de drum forestier), în fapt, aceasta se rezumă la costul pe kilometru al soluțiilor tehnice propuse. În Tabelul 7 se prezintă, analiza cost-eficacitate pentru cele trei structuri rutiere tip.

Tabelul 7. Analiza cost-eficacitate pentru cele trei structuri rutiere tip

Structura rutieră tip	VAN - NPV [mii lei]	RIR - IRR [%]	Cost investiție [mii lei]	Beneficii (lungime reabilitată) [km]	Raport A.C.E. [mii lei/km]	Verificare Caldeom la ATF 40 (vehicule speciale)		
						ATF 25	ATF 30	ATF 40
I	6.627,96	-0,46%	14.670	15	978	verificat	verificat	verificat
II	4.024,42	1,09%	11.753	15	784	verificat	neverificat	neverificat
III	2.874,00	1,95%	10.922	15	728	verificat	verificat	verificat

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea ...

Astfel, având datele analizei cost-eficacitate (Tabelul 7), pentru cele trei structuri rutiere tip, se poate adopta cea mai bună decizie privind soluția tehnică aleasă. În fapt, costul pe kilometrul de drum forestier reabilitat este un indicator util în optimizarea soluțiilor adoptate în proiecte, acest lucru fiind coroborat și cu traficul de calcul (sarcina utilă maximă adoptată). Durata de implementare a proiectului care se va utiliza în analiza economică și financiară este de 36 luni (din care 24 luni sunt aferente perioadei efective de execuție), iar perioada de referință utilizată va fi de 30 de ani (conform prevederilor în vigoare - PD-003-11 [25]), referitoare la analiza cost-beneficiu) care reprezintă orizontul de previziune al costurilor și veniturilor.

Tabelul 8. Sinteza beneficiilor actualizate pentru structura rutieră de tip I

An	Costuri [lei]	Beneficii [lei]	Beneficii din reducerea timpului de parcurs	Beneficii din reducerea ratei de incidență a accidentelor	Beneficii nete totale neactualizate [lei]	Beneficii nete actualizate [lei]	Beneficii nete actualizate cumulate [lei]
1	871,00				-871,00	-829,52	-829,52
2	6895,00				-6895,00	-6253,97	-6253,97
3	6904,00				-6904,00	-5963,93	-12217,90
4	156,00	663,50			507,50	417,52	-11800,38
5	156,00	663,50			507,50	397,64	-11402,74
6	156,00	663,50			507,50	378,70	-11024,04
7	156,00	663,50			507,50	360,67	-10663,37
8	156,00	663,50			507,50	343,50	-10319,87
9	156,00	663,50			507,50	327,14	-9992,73
10	156,00	663,50			507,50	311,56	-9681,17
11	156,00	663,50			507,50	296,72	-9384,45
12	156,00	663,50			507,50	282,59	-9101,85
13	156,00	663,50			507,50	269,14	-8832,71
14	156,00	663,50			507,50	256,32	-8576,39
15	156,00	663,50			507,50	244,12	-8332,27
16	156,00	663,50			507,50	232,49	-8099,78
17	156,00	663,50			507,50	221,42	-7878,36
18	156,00	663,50			507,50	210,88	-7667,49
19	156,00	663,50			507,50	200,83	-7466,65
20	156,00	663,50			507,50	191,27	-7275,38
21	156,00	663,50			507,50	182,16	-7093,22
22	156,00	663,50			507,50	173,49	-6919,73
23	156,00	663,50			507,50	165,23	-6754,50
24	156,00	663,50			507,50	157,36	-6597,14
25	156,00	663,50			507,50	149,87	-6447,27
26	156,00	663,50			507,50	142,73	-6304,54
27	156,00	663,50			507,50	135,93	-6168,61
28	156,00	663,50			507,50	129,46	-6039,15
29	156,00	663,50			507,50	123,30	-5915,86
30	156,00	663,50			507,50	117,42	-5798,43
TOTAL							
	18.882,00	17.914,50			-967,50	-6.627,96	
			Rata economică de actualizare a capitalului:		5,0%		
			NPV =		(6.627,96)		
			EIRR =		-0,46%		

Scopul realizării analizei financiare a proiectelor de investiții este de a cuantifica veniturile (cash-flow-ul) generate de proiect pe baza costurilor investiționale estimate și a cheltuielilor pentru mentenanța obiectivului, precum și a veniturilor directe (beneficii financiare) generate de acesta. Dacă estimarea cheltuielilor investiționale s-a realizat pe bază de devize, beneficiile directe financiare au fost estimate pe plusul de valoare rezultat din valorificarea masei lemnoase, a produselor accesorii, precum și din taxa de peiaj, încasată de la utilizatorii drumului forestier, care transportă materialul lemnos provenit din fond forestier privat. În cazul studiat, orizontul de timp este identic cu perioada de referință utilizată în analiza economică, și anume 30 de ani. Actualizarea și rata de actualizare urmăresc ca veniturile și costurile din ani diferiți să poată fi comparate, prin actualizarea lor cu o cotă procentuală care să acopere devalorizarea monetară. Pentru analiza cost-eficacitate se recomandă utilizarea unei rate de actualizare standard de 5%. Din analiza **Tabelului 8**, în care este prezentată - spre exemplificare - sinteza baneficiilor pentru structura rutieră de tip I, pentru un orizont de timp de 30 de ani (3 ani de implementare proiect și 27 de ani de exploatare a obiectivului), a rezultat o valoarea actualizată netă a proiectului (VAN) de 6.627,96 mii lei și o rată internă a rentabilității proiectului de -0,46%, mai mică decât rata de actualizare a proiectului (de 5%).

4. CONCLUZII

Neefectuarea lucrărilor de reparații pe drumul forestier Ciobănuș poate fi pusă pe seama surselor limitate pentru finanțarea lucrărilor care, în mare parte, sunt doar lucrări de întreținere minimale și sunt executate doar în anii în care se exploatează masă lemnoasă din bazinele accesibilizate de acest drum, ceea ce duce, inevitabil, la drumuri impracticabile. Pe de altă parte, sursele de finanțare aferente investițiilor sunt, în mare parte, direcționate pentru refacerea drumurilor ca urmare a efectelor calamităților și mai puțin pentru reabilitări. Analiza cost-eficacitate este oportună în adoptarea celor mai economice soluții, verificate din punct de vedere tehnic, investițiile în infrastructura de transport nefiind aducătoare de beneficii financiare directe, finanțarea acestora fiind condiționată de accesarea de diverse fonduri de investiții (bugetul de stat, fond de accesibilizare, P.N.D.R., credite externe B.D.C.E., B.E.I., Banca Mondială etc). Valorile rezultate pentru valoarea actualizată a proiectului (VAN), precum și pentru rata internă a rentabilității proiectului (RIR) sunt specifice proiectelor de investiții unde este necesară alocarea de fonduri publice sau din alte surse de finanțare, extrabugetare administratorului. Chiar dacă din punct de vedere economic investiția nu pare rentabilă pe termen scurt, aceasta aduce o serie de beneficii silviculturale, sociale și ecologice care nu pot fi cuantificabile imediat în valori monetare, dar care, pe orizontul de timp de 30 de ani, își justifică pe deplin eficacitatea.

MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

FINANȚARE

Această lucrare nu a fost finanțată din exteriorul organizației.

MULȚUMIRI

Autorii doresc să mulțumească Universității Transilvania din Brașov pentru furnizarea dispozitivelor și materialelor utilizate în studiu, precum și Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre pentru sprijinul logistic acordat în realizarea studiului. Nu în ultimul rând, autorii doresc să mulțumească Regiei Naționale a Pădurilor - RNP Romsilva pentru acordul de a efectua studiul și pentru ajutorul oferit în colectarea de date.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: *Economic analysis of the technical solutions used in the rehabilitation of forest road pavement systems*

Introduction: *The accessibility of the forests is an essential condition for its sustainable management, which can be ensured at two levels, respectively by building new forest roads and by modernizing the existing forest road network. In Romania, forest roads are the dominant permanent transportation infrastructure which ensures the transit of timber from the forests to the public transportation network and subsequently to the beneficiaries. Also, the development of small local communities in the mountain area is related to the existence of a network of forest roads. A forest road is, in addition to a fixed mean, also a service provider, and its quality depends on the technical condition of the objective. Thus, the modernization of the roads ensures the placing on the market of a significant volume of wood, the transport of goods in safe conditions and at low costs, as well as short-term interventions. However, at national level most of the forest roads were dimensioned and built according to the old design regulations, which took into account a maximum total allowable mass of 25 tons/vehicle, while the current regulations indicate an increment to 38 tons/vehicle; as such, the majority of forest roads need to be modernized to meet the new traffic requirements. The aim of this research was to analyse, from an economic and financial perspective, the technical solutions that can be used to rehabilitate a main forest road.*

Materials and Methods: *The research methodology involved the design of three standard roading systems, suitable for the rehabilitation of the Ciobănuș forest road, the main road under the administration of the Bacău Forestry Department. The choice of this road was based on its degraded condition, caused by the undersizing of the road structure, the heavy traffic and the torrential floods that affected it. Simulations were carried out on the specific pre-measurements of the three chosen road structures, as well as on the general estimates. Based on them, each project was evaluated in terms of economic effects, while performing cost-effectiveness and benefit analysis. From an economic point of view, the profitability was seen as the unit price (lei/km), the aspects being analyzed comparatively for the three types of road structures.*

Results and Discussions: *Although the accessibility of a territory and the quality of transport routes are directly reflected in the production price of wood, the transport activity being one of the most expensive in the forestry sector, investments in forest road transport infrastructure do not ensure financial profitability, because the investment objective does not generate sufficient direct income. In this study, all the performance indicators of the invested capital have indicated that the project is not financially profitable, as the revenues cannot cover the investments. On the other hand, the applied cost-benefit analysis indicates a positive impact on local communities, improved access to the forest facilitates and a better protection of forests against harmful biotic and abiotic factors.*

Conclusions: *Even if the investments in forest transport infrastructure are considered unprofitable in the short term, they provide various silvicultural, social and economic benefits which are difficult to quantify in money. On the other hand, if the time horizon for which a road is built is taken into account, the investment is fully justified, in that the cumulative net flow is never negative, the income generated by the project covering all outgoing financial flows.*

Keywords: *forest roads, rehabilitation, economic analysis, investment sustainability.*

REFERINȚE

1. Olteanu N., 1995: Drumuri forestiere. Proiectare. Editura Universității Transilvania din Brașov, 173 p.
2. Olteanu N., 1996: Proiectarea drumurilor forestiere. Editura Lux Libris, Brașov, 236 p.
3. Enache A., Stampfer K., Ciobanu V., Brânzea O., Duță C., 2011: Forest road network planning with state of the art tools in a private forest district from Lower Austria. Bulletin of the Transilvania University of Brașov. Series II - Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, vol. 4(53)2, 33-40.
4. Grulois S., Pellegrini M., Lingua E., Grignolato S., Protti F., Vitali A., Rebolj L., Grum A., Ginet C., Corette T., Hairzer E., Stöhr D., 2014: General presentation of the wood transport sector in the alpine space. Interreg Alpine Space Project, project no. 2-3-2-FR.
5. Derczeni R.A., Salcă E.A., Ciobanu D.V., Bitir I., Musat E.C., 2019: Research on establishing criteria for calculating the tax/road tolling for vehicles used of timber transport on forest roads. Proceeding of the International Symposium „Forest and Sustainable Development”. The 8th Edition, 25 - 27 octombrie 2018, Brașov, 161-170.
6. Potočnik I., Pentek T., Pičman D., 2005: Impact of traffic characteristics on forest roads due to forest management. Croatian Journal of Forest Engineering, 26(1), 51-57.
7. Bereziuc R., Alexandru V., Ciobanu V., Musat E.C., Dumitrașcu A.E., Antoniadă C., Vișan J., 2015: The density index of the forest road network managed by the National Forest Administration (RNP). Proceedings of the Biennial International Symposium Forest and Sustainable Development, 196-203.
8. Mușat E.C., Iancu B.I., Derczeni R.A., Ciobanu V.D., 2019: Analysis of transport distances and wood volumes purchased by a woodworking company. 19th International Multidisciplinary Scientific Conference SGEM 2019, Conference Proceedings – vol. 19, issue 3.2 – Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems, 617-624.
9. Layton D.A., LeDoux C.B., Hassler C.C., 1992: Cost estimators for construction of forest roads in Central Appalachians. Research paper NE-665, United State Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 8 p.
10. Akay A.E., 2006: Minimizing total costs of forest roads with computer-aided design model. Asdhana, 31(5), 621-633. DOI: 10.1007/BF02715918.
11. Holzleitner F., Kanzian C., Stampfer K., 2011: Analyzing time and fuel consumption in road transport of round wood with an onboard fleet manager. European Journal of Forest Reserach, 130, 293-301.
12. Ghajar I. Nakafi A., Karimimajd A.M., Boston K., Torabi S.A., 2013: A program for cost estimation of forest road construction using engineer’s method. Forest Science and Technology, 9(3), 1-7. DOI: 10.1080/21580103.2012.759163.

13. Popovici V., Bereziuc R., Clinciu I., 2003: Extinderea rețelei de drumuri pentru accesibilizarea fondului forestier și, în general, a pădurii. *Bucovina Forestieră*, 9(2), 36-40.
14. Bereziuc R., 2004: Realizări și perspective în domeniul căilor forestiere de transport. *Analele Universității "Ștefan cel Mare" Suceava, Secțiunea Silvicultură*, 2, 9-14.
15. Kochenderfer J.N., Wendel G.W., Clay Smith H., 1984: Cost of and soil loss on "Minimum-Standard" forest truck road constructed in the Central Appalachians. Research paper NE-544, United State Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 12 p.
16. Southworth J., Tucker C., 2001: The influence of accessibility, local institution and socioeconomic factors on forest cover change in the mountains of Western Honduras. *Mountain Research and Development*, 21(3), 276-283.
17. Bereziuc R., Alexandru V., Ciobanu V., 2013: Accesibilizarea pădurilor în condiții ecologice, în vederea valorificării masei lemnoase. *Revista Pădurilor*, 128(6), 28-34.
18. Vișan J., Alexandru V., Ciobanu V.D., Mușat E.C., 2017: The impact of forest roads on the environment: a short review. *Proceedings of the Biennial International Symposium Forest and Sustainable Development*, 133-138.
19. Navarro Maroto P.J., Rodriques Bayo J., Codina i Palou M., Dominquez i Tores G., Lopes Vicens Y., 2010: Prospects for the market supply of wood and other forest products from areas with fragmented forest ownership structure. Task II. Case study: Catalonia, Spain. *Centre Tecnologic Forestal de Catalunya*, 93 p.
20. DeClercq E.M., De Wulf R., Van Herzele A., 2007: Relating spatial pattern of forest cover to accessibility. *Landscape and Urban Planning*, 80, 14-22.
21. Pădure F., 2001: Verificarea calității și prioritizarea lucrărilor la drumuri. *Revista Drumuri și Poduri*, 60, pp. 30.
22. Ciobanu V., Ioraș F., 2007: Incendii forestiere. Editura Universității Transilvania din Brașov, 131 p.
23. Ciobanu V., Mușat E.C., Pandrea B.N., 2013: Incendiile de pădure la nivelul județului Brașov. *Meridiane Forestiere*, 5, 28-29.
24. Akay A.E., Wing M.G., Zengin M., Kose O., 2017: Determination of fire-access zones along road networks in fire-sensitive forests. *Journal of Forest Research*, 28(3), 557-564.
25. *** 2011a: Normativ privind proiectarea drumurilor forestiere. Indicativ PD-003-11. Aprobabil prin Ordinul Ministrului Mediului și Pădurilor nr. 1374 din 04.05.2012.
26. Asikainen A., 2001: Simulation of logging and barge transport of wood from forests on islands. *International Journal of Forest Engineering*, 12(2), 43-50.
27. Epstein R., Karlsson J., Rönqvist M., Weintraub A., 2007: Forest Transportation. *Handbook on Operations Research in Natural Resources*. Springer, New York, 391-403.

28. Tahvanainen T., Anttila P., 2011: Supply chain cost analysis of long-distance transportation of energy wood in Finland. *Biomass and Bioenergy*, 35, 3360-3375.
29. Mușat E.C., Alexandru V.M., Ciobanu V.D., Săceanu S.C., Antoniadă C., Vișan J., 2014: The type and the extension of degradations caused by the introduction in the timber transportation of the increased weight vehicles. *Revista Pădurilor*, 5-6, 38-43.
30. *** 2011b: Normativ pentru reabilitarea drumurilor forestiere. Indicativ RD-001-11. Aprobă prin Ordinul Ministrului Mediului și Pădurilor nr. 1373 din 2012.
31. Horodnic S.A., 2003: Bazele exploatării lemnului. Editura Universității Suceava, 296 p.
32. Zanuncio A.J.V., Carvalho A.G., da Silva M.G., Lima J.T., 2017: Importance of wood drying to the forest transport and pulp mill supply. *Cerne*, 23(2), 147-152.
33. Acuna M., 2017: Timber and biomass transport optimization: a review of planning issue, solution techniques and decision support tools. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38(2), 279-290.
34. Alexandru V., 2000: Construcția și întreținerea drumurilor forestiere. Editura Infomarket, Brașov, 397 p.
35. Akgul M., Akburak S., Yurtseven H., Akay A.O., Cigizoglu H.K., Demir M., Ozturk T., Eksi M., 2019: Potential impacts of weather and traffic conditions on road surface performance in terms of forest operations continuity. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2533-2550.
36. Șerbulea M., 2002: Certificarea de conformitate a calității produselor. Calitatea construcțiilor. Legea 10/18 ianuarie 1995. *Revista Drumuri și Poduri*, 65, 31-33.
37. Săceanu S.C., 2014: Contribuții privind comportarea drumurilor forestiere în condițiile extinderii transportului lemnului cu autovehicule de tonaj sporit. Teză de doctorat. Universitatea Transilvania din Brașov, 180 p.
38. Antoniadă C.C., 2015: Contribuții privind majorarea capacității portante a drumurilor forestiere, în vederea extinderii transportului lemnului cu autovehicule de tonaj sporit. Teză de doctorat. Universitatea Transilvania din Brașov, 144 p.
39. *** 2018: Research Report 148: Infrastructure: Road construction cost on infrastructure procurement benchmarking: 2017 update. Australian Government. Department of Infrastructure, Regional Development and Cities. Bureau Infrastructure, Transport and Regional Economics, Canberra, Australia, 54 p.
40. Bitir I., Mușat E.C., Derczeni R.A., Ciobanu V.D., 2019: The influence of the increased tonnage upon the superstructure of forest roads. 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2019, Conference Proceedings vol. 19, nr. 3.2 - Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems, 853-860.
41. Bitir I., Mușat E.C., Lunguleasa A., Ciobanu V.D., 2021: Monitoring the transport on the Ciobănuș forest road within the Bacău Forestry Department. *Recent*, 1(63), 10-16.

42. Constantinescu Ș., Suciu D., 2002: Strategii de întreținere și reparații pentru structuri rutiere la drumuri noi. *Revista Drumuri și Poduri*, 67, 13-17.
43. Olsson L., Lohmander P., 2005: Optimal forest transportation with respect to road investments. *Forest Policy and Economics*, 7, 369-379. DOI: 10.1016/j.forpol.2003.07.004.
44. *** 1995: Legea 10 din 18 ianuarie 1995 (republicată) privind calitatea în construcții. Publicată în *Monitorul Oficial* nr. 765 din 30 septembrie 2016. Disponibil online la: <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/5729> (accesat în 15.02.2021).
45. *** , 1997a: Ordonanța nr. 43 din 28 august 1997 privind regimul drumurilor. Emisă de Guvernul României și publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 237 din 29 iunie 1998.
46. *** 1997b: Hotărârea Guvernului nr. 766 din 21 noiembrie 1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții. Publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 352 din 10 decembrie 1997.
47. Bereziuc R., Alexandru V., Ciobanu V., Ignea G., 2008: Elemente de fundamentare a normativului de proiectare a drumurilor forestiere. Editura Universității Transilvania din Brașov, 393 p.
48. *** 2008: Legea nr. 46 - Codul Silvic din 19 martie 2008 (reactualizată). Publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 611 din 12 august 2015.
49. *** 2015: Normativ pentru întreținerea și repararea drumurilor forestiere. Indicativ ID-001-15. Aprobabil prin Ordinul Ministrului Mediului, Apelor și Pădurilor nr. 482 din 19.03.2015.
50. Li L., Sandu C., 2002: On the impact of cargo weight, vehicle parameters, and terrain characteristics on the prediction of traction for off-road vehicles. *Journal of Terramechanics*, 44, 221-238.
51. Lauridsen H., 2011: The impact of road tolling: A review of Norwegian experience. *Transport Policy*, 18, 85-91.
52. *** 2010: Legea nr. 56 din 19 martie 2010 (republicată) privind accesibilizarea fondului forestier național. Publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 770 din 6 septembrie 2018.
53. Miron-Onciul M., Roibu C.C., 2005: Considerații asupra Ghidului de bună practică pentru drumurile forestiere din România. *Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, Secțiunea Silvicultură, Serie Nouă*, 2, 37-46.
54. Mușat E.C., Ciobanu V.D., Vișan J., Antoniadă C., Săceanu S.C., 2016: Analiza variantelor de structuri rutiere în contextul sporirii capacității portante a drumurilor forestiere. *Revista Pădurilor*, 3-4, 91-99.
55. *** 2002: Normativ privind proiectarea și execuția împietruirilor drumurilor de pământ. Condiții de calitate. Indicativ AND-582/2002.

56. Zhu X.Q., Law S.S., 2016: Recent development in inverse problems of vehicle-bridge interaction dynamics. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 6, 107-128.
57. *** 1994: Amenajamentul Unității de Producție II - Ocolul Silvic Comănești.
58. *** 2016: Hotărârea de Guvern nr. 907 din 29 noiembrie 2016 privind etapele de elaborare și conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice aferente obiectivelor/proiectelor de investiții finanțate din fonduri publice. Publicată în Monitorul Oficial nr. 1061 din 29 decembrie 2016. Disponibil online la: <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/185166> (accesat în 15.02.2021).
59. Thompson M., Sessions J., Boston K., Skaugset A., Tomberlin D., 2010: Forest road erosion control using multiobjective optimization. *Journal of the American Water Resources Association - JAWRA*, 46(4), 712-723.