



Hotare comune – Soluții comune

Programul Operațional Comun

“BAZINUL MĂRII NEGRE 2007-2013”

Prevenirea incendiilor în păduri prin aplicarea metodelor moderne

**Proiectul: UTILIZAREA FLUXURILOR DE APĂ PENTRU REPRIMAREA INCENDIILOR
FORESTIERE CU AJUTORUL TEHNOLOGIILOR NOI: ‘STREAMS-2-SUPPRESS-FIRES’**

CZU 502.6+[614.841.42:630]

P 94

Broșura a fost elaborată cu participarea experților de proiect:

Roman Corobov, dr.hab. în geografie;

Ghennadii Sîrodov, dr. în geologie și mineralogie;

Dumitru Galupa, dr. în economie;

Ilia Trombițki, dr. în biologie.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Prevenirea incendiilor în păduri prin aplicarea metodelor moderne: Proiectul: Utilizarea Fluxurilor de Apă pentru reprimarea incendiilor forestiere cu ajutorul tehnologiilor noi: Streams-2-Suppress-Fires / Progr. Operațional Comun „Bazinul Mării Negre 2007-2013”; coord. proiectului: G. N. Zaimes; manager proiectului: I. D. Trombitsky. – Chișinău: Eco-TIRAS, 2015 (Tipogr. „Elan Poligraf”). – 12 p. ISBN 978-9975-66-469-1).

Referințe bibliogr.: p. 10. – Apare cu sprijinul financiar al Uniunii Europene.

ISBN 978-9975-66-470-7 (Elan Poligraf).



Hotare comune – Soluții comune

Programul Operațional Comun “BAZINUL MĂRII NEGRE 2007-2013”

Proiectul: UTILIZAREA FLUXURILOR DE APĂ PENTRU REPRIMAREA INCENDIILOR FORESTIERE CU AJUTORUL TEHNOLOGIILOR NOI: ‘STREAMS-2-SUPPRESS-FIRES’

Coordonatorul proiectului - Dr. G.N. Zaimes (Grecia)

Managerul proiectului local în Republica Moldova - Dr. I.D. Trombitsky

OBIECTIVELE PROIECTULUI:

Obiectivul general: Schimbul de cunoștințe și instrumente inovative pentru protecția antiincendiară a ariilor protejate

Obiectivul specific principal: Elaborarea unei abordări holistice și complexe a reprimării incendiilor forestiere în Regiunea Mării Negre cu demonstrarea implementării acesteia în șase zone pilot

PARTENERII PROIECTULUI

Grecia	România	Ucraina	Armenia	Moldova	Turcia
<i>Institutul Technologic din Macedonia de Est și Tracia</i>	<i>Prefectura Brăila</i>	<i>Universitatea Națională a Bioresurselor și Utilizării Naturii</i>	<i>Centrul de Mediu Zikatar</i>	<i>Asociația Internațională a pastrătorilor râului Eco-Tiras</i>	<i>Universitatea Artvin Coruh</i>



Fig. 1 Localizarea zonelor pilot

Activitățile principale

- Crearea bazei de date geografice
- Luarea probelor de combustibil forestier și elaborarea modelului de hartă a combustibilului
- Cartografierea riscurilor și comportamentului a incendiilor
- Validarea și modificarea modelului scurgerii
- Evaluarea amplasării bazinelor de apă și capacitățile acestora în controlul incendiilor
- Disseminarea rezultatelor proiectului

Zona pilot în Republica Moldova – Rezervația Științifică Codrii

Rezervația naturală “Codrii” (în continuare – Rezervația) este prima rezervație în Republica Moldova. Rezervația a fost fondată în 1971 în scopul conservării celor mai reprezentative sectoare de păduri tipice zonei din Podișul Central al Codrilor. Rezervația este situată la 49 km spre nord-vest de Chișinău; 99,9% din suprafață totală fiind situate în nord-vestul raionului Strășeni cu sediul în vecinătatea comunei Lozova (Fig. 2).

Suprafața Rezervației constituie 51.59 km² (cu zona limitrofă – 350 km²) și este divizată în trei zone funcționale (Fig. 3):



Fig. 4.3 Zonele funcționale ale Rezervației ”Codrii”

- *Zona strict protejată* (720 ha) – formează nucleul Rezervației și cuprinde sectoare cu habitatele speciilor de animale și plante rare cu valoare universală din punctul de vedere al științei și al conservării lor. În limitele acestei zone se interzice orice gen de activitate, cu excepția cercetărilor științifice și de protecție;
- *Zona tampon* (4,457 ha) înconjoară zona strict protejată și limitează impactul uman. Ea reprezintă formațiuni silvice asemănătoare cu cele pe care le înconjoară, însă necesită reconstrucții ecologice, științific argumentate;
- *Zona de tranziție* (12,300 ha) – care cuprinde teritorii cu o rază de până la 2 km în jurul zonelor de tampon și reprezintă masive agricole private sau publice. În această zonă se permit toate genurile de activitate economică care nu contravin specificului ecosistemelor naturale.



Fig. 2 Rezervația Codrii pe harta Republicii Moldova

Condițiile geologice de climă și relief ale Rezervației au avut ca urmare formarea unei flore bogate și variate care cuprinde aproape 1000 specii de plante protejate, jumătate din care sunt specifice pentru Republica Moldova/ Speciile principale ale vegetației forestiere sunt caracterizate ca unele de o complexitate floristică înaltă, cu predominarea Cvercineelor (Fig. 4). Toate pădurile protejate sunt încadrate în grupa I funcțională, fiind subiectul regimului de protecție completă. Celelalte specii pot fi principale de amestec sau secundare, în funcție de poziția în etajul dominant – frasinul, teiul, jogastrul, carpenul, mărul și părul pădureț, sorbul ș.a.

Clima Rezervației este temperat continentală cu iarna scurtă și blândă, iar vara lungă și caldă. Pe parcursul a ultimilor două decenii temperatura medie anuală a aerului a constituit 9,5°C, cu media de -1,3°C iarna, 20,2°C – vara și 9,7°C și 9,6°C primăvara și toamna, respectiv.

Bazine acvatice mari lipsesc pe teritoriul Rezervației, însă sunt multe pâraieșe și izvoare. Râurile (Botna, Coghilnic și Bucovăț) sunt sărace în resurse de apă și uneori chiar se seacă, în special în anii secetoși în partea lor superioară. În sezonul de iarnă râurile de obicei îngheață din cauza absenței cursului permanent. Pe teritoriul Rezervației și în vecinătate sunt șase izvoare cu un debit mic, precum și iazuri mici cu suprafață cuprinsă între 0,4-0,5 ha și 5-12 ha.

Cartografierea riscurilor și modelelor de comportament a incendiilor

Pronosticul comportamentului și riscurilor potențiale ale incendiilor forestiere este o etapă obligatorie în managementul incendiilor. Procedura respectivă



Fig. 4 Compoziția pădurilor

se bazează pe preluarea probelor de combustibil din teren și este realizată prin intermediul FlamMap – un soft elaborat special pentru generarea caracteristicilor de comportament ale incendiului în celulele de raster.

Lucrările în teren de **preluarea probelor de combustibil** în Rezervația Codrii au permis identificarea 4 complexe de combustibil (Fig. 5) care au un grad diferit de sarcină de combustibil și, astfel, prezintă riscul diferit de incendiu forestier.





<i>Păduri mixte în zone eligibile pentru activitatea economică</i>	<i>Păduri în zona strict protejată și păduri de salcie</i>	<i>Pajiști și terenuri agricole cu furaje</i>	<i>Reîmpăduriri și arbuști</i>
			

Fig. 5 Principalele formațiuni silvice în Rezervația Codrii

Cartografierea modelelor de combustibil a fost realizată prin intermediul analizei conjugate a rezultatelor preluării probelor și imaginilor a zonei pilot din satelitul “GEOEYE-1”. Imaginile din satelit sunt realizate în mod multispectral de 4 canale (Fig. 6) cu o rezoluție spațială de 5,01 m de la suprafață.

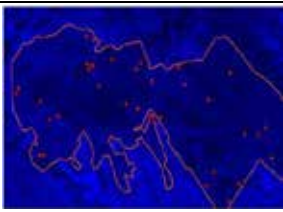
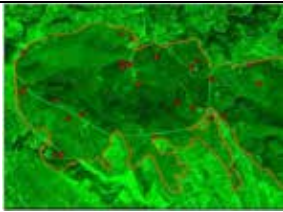
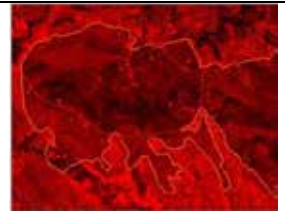
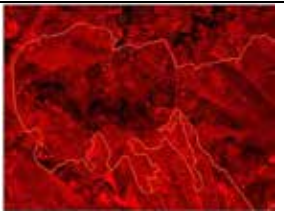
Dungi ale spectrului			
<i>Albastru (B)</i>	<i>Verde (G)</i>	<i>Roșu (R)</i>	<i>Aproape infraroșu (NIR)</i>
			

Fig. 6 Imaginea multispectrală din satelit a Rezervației Codrii în 4 dungii ale spectrului.

Linia roșie – hotarul Rezervației; *punctele roșii* – suprafețele de probă a combustibilului

Pentru a micșora efectul zgomotelor în imaginile spectrale și pentru a întări signalul util pentru cercetări, datele inițiale spectrale au fost transformate în două, așa numite, *indexe vegetației (VI)*, exprimate ca combinațiile diferite a capacității de reflecție în dungile spectrului selectate:

Diferența Normalizată a Indexului Vegetației (NDVI):

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Indexul de Verdeață a Vegetației (GVI):

$$GVI = 0.1253 * \text{Albastru} + 0.2435 * \text{Verde} + 0.3343 * \text{Roșu} + 0.9018 * \text{Aproape infraroșu}$$

Ponderea fiecărui diapazon în combinația lor liniară în ecuația GVI a fost estimată prin intermediul *Analizei Componentului Principal*. Cu ajutorul acestor ecuații valorile spectrale în patru dungii au fost recalculat în valorile NDVI și GVI pentru fiecare pixel a imaginilor din satelit. În rezultatul acestei proceduri s-a obținut imaginea spectrală a Rezervației Codrii exprimată în Indexele Vegetației. Pentru clasificarea imaginii spectrale în baza modelelor de combustibili a fost utilizată *Analiza de Cluster*. Această procedură grupează toate observații (pixele) în clustere în baza asemănărilor dintre ei. Pentru fiecare model de combustibil au fost selectate valorile de NDVI și GVI care au servit drept bază pentru formarea clusterelor (Fig. 7).

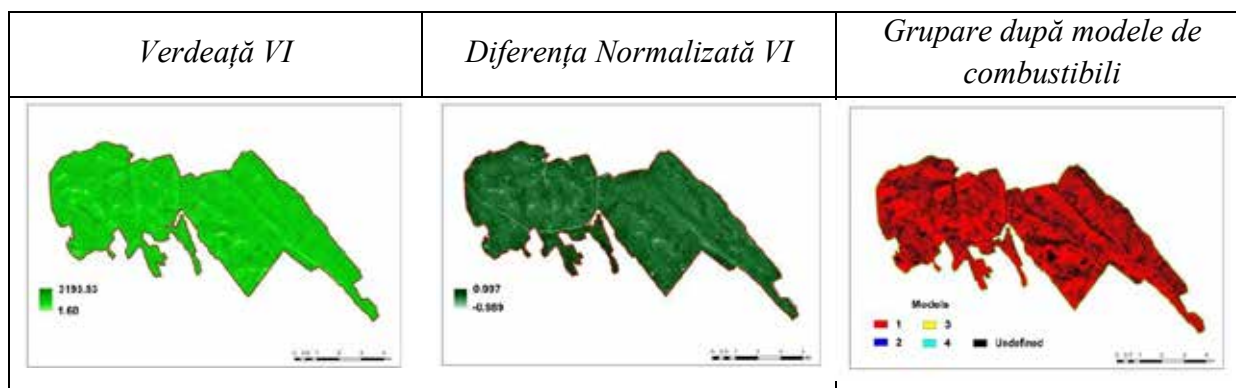


Fig. 7 Imaginea spectrală a Rezervației Codrii, transformată în două Indexe Vegației cu suprapunerea ulterioară cu acelea patru modele de combustibili

Comportamentul și riscuri potențiale de incendii forestiere

Analiza respectivă a fost bazată pe rezultatele modelării și cartografierii comportamentului incendiilor realizate prin FlamMap. Datele de intrare în FlamMap pot fi divizate în patru grupe principale: date topografice, caracteristicile pădurii, scenariile timpului și informații privind umiditatea combustibilului.

Temele de bază a **datelor topografice de intrare** care formează Fișier de Landșaft include coline, pante, orientare, care sunt prezentate în două formate în Fig. 8.

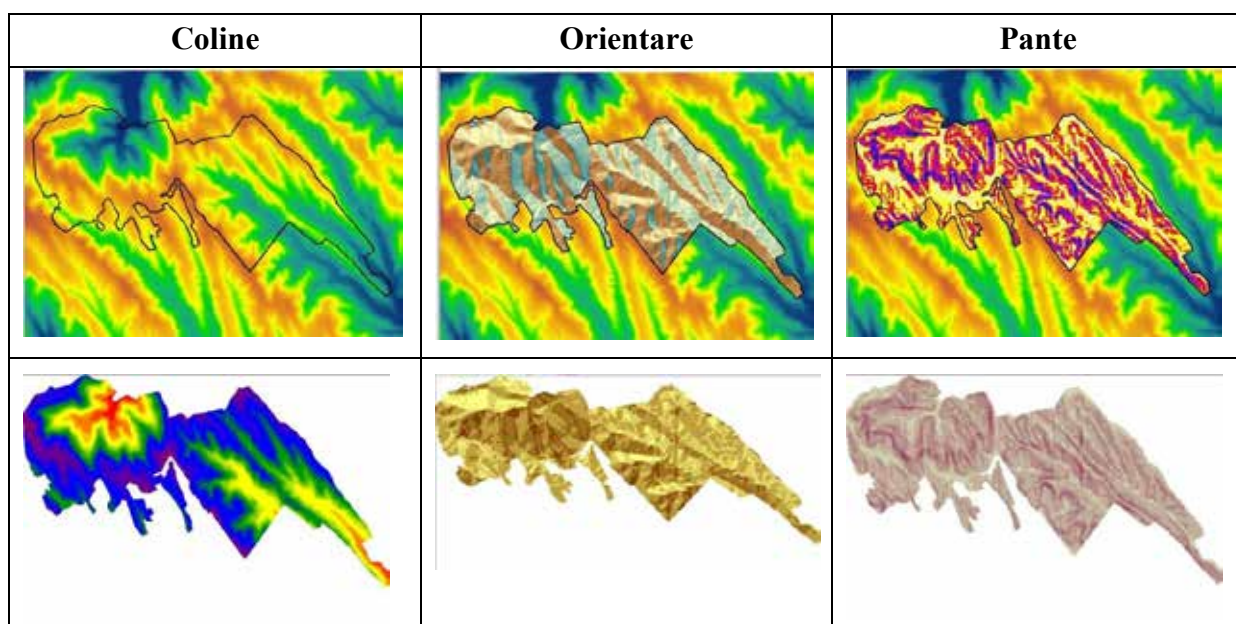


Fig. 8 Temele topografice de bază utilizate în calitate de date de intrare pentru crearea Fișierului de Landșaft Codrii în formatele ArcGIS (sus) și FlamMap5 (jos)

Caracteristicile pădurii au fost exprimate ca *Fișier Modelul Combustibilului (FMD)* cu valori corespunzătoare parametrilor obținute în rezultatul lucrărilor în teren de preluarea probelor de combustibil (Tabelul 1).

Scenariul timpului include viteza maxima a vântului în stațiunea meteorologică Codrii în timpul sezonului de vară (14 m/s) și direcția predominantă a vântului - nord vest (270°) înregistrată în perioada anilor 1996-2013.

Umiditatea combustibilului s-a introdus un set de indici pentru componentele a tuturor modelelor de combustibil: 1hr mort – 8%; 10hr mort – 10%; 100hr mort – 12%; Viu ierbos – 100%; Viu lemnos – 120%.

Tabelul 1 Parametrii Modelului de combustibili pentru Rezervația Codrii

Denumirea Componentului	Câmpul Componentului	Unitatea de măsură ²	Model de combustibil			
			1	2	3	4
Numărul Modelului de Combustibil	FMN	numărul	21	22	23	24
Codul Modelului de Combustibil	FMCode	char	FM21	FM22	FM23	FM24
Codul Modelului de Combustibil 11	FMCode	char	TU1(161)	TL9(189)	GR4(104)	GS1(121)
Sarcina de Combustibil	1h, 10h, 100h, ViiH, Vii W	t/ac	0.27 1.03 1.03 0.00 0.27	0,40 1.55 2.10 0.00 0.23	0.00 0.00 0.00 2.30 0.00	0.21 2.75 2.13 0.00 1.30
Tipul Modelului de Combustibil	FMT	dinamic	dinamic	dinamic	dinamic	dinamic
Raportul suprafața/volum	1hSAV, LiveH(W)SA V	1/ft	2000 1800 1600	1800 9999 1600	2000 1800 9999	2000 1800 1800
Adâncimea stratului de combustibil	Adâncime	ft	0,054	0,63	0,082	0,026
Umiditatea	Umiditatea de stingere	procente	30	30	30	30
Căldura de combustie, combustibil viu și mort	DHt, LHt	Btu/lb	8 000	8 000	8 000	8 000
Denumirea Modelului de Combustibil	FMName	character	Pădure mixtă	Pădurile din zona protejată	Pajiști și furaje	Reîmpăduriri și arbuști

Notă: 1. Codul Modelului de Combustibil este acordat conform clasificării propuse de Scott și Burgan (2005)

2. În model sunt utilizate unitățile sistemului Englez de măsurare

Datele de ieșire FlamMap pot fi descrise prin două parametri: rata răspândirii și intensitatea liniei de foc. Rata de propagare (m/min) stabilește mărimea flăcării emanate dintr-o celulă de raster. Intensitatea liniei de foc reprezintă rata energiei de încălzire emanată într-o unitate de timp per unitate de lungime a flăcării (kW/m) și se calculează ca produsul energiei disponibile a combustibilului și rata de avansare a focului (Tabelul 2, Fig. 9). În conformitate cu gradarea riscurilor de incendii, aproape o jumătate din suprafața a Rezervației Codrii este supusă riscului mediu de incendiu, aproximativ 40% – unui risc înalt, restul suprafeței – unui risc foarte înalt.

Tabelul 2 Intensitatea liniei de foc și riscuri de incendii pe teritoriul Rezervației Codrii

<i>Intensitatea focului, kw/m</i>	<i>Risc de incendii</i>	<i>% suprafeței</i>	<i>Rata de propagare, m/min</i>	<i>Risc de incendii</i>	<i>% suprafeței</i>
350	Scăzut	0.6	2	Scăzut	0.003
1,700	Moderat	48.0	15	Moderat	55.1
3,500	Înalt	39.0	30	Înalt	41.1
>3,500	Foarte înalt	12.4	<30	Foarte înalt	3.8

Generarea hărților de risc de incendiu a fost realizată prin transformarea Intensității liniei de foc și Ratei de propagare în Factorii de risc de incendiu, care au fost egalate cu 5, 10, 15 și 20 pentru

scăzut, mediu, înalt și foarte înalt respectiv. Varianta finală a hărților de risc de incendiu au fost obținute prin suprapunerea acestor două straturi transformate (Fig. 9).

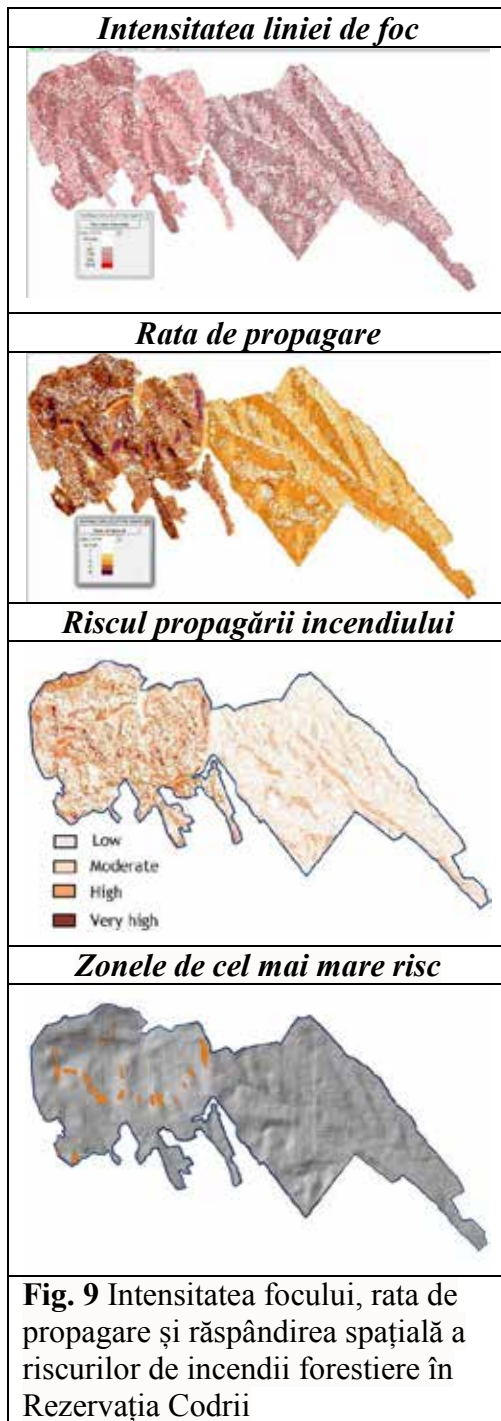


Fig. 9 Intensitatea focului, rata de propagare și răspândirea spațială a riscurilor de incendii forestiere în Rezervația Codrii

15% din scurgerile modelate a hidrografic. Totuși aceste rezultate cu situația reală. Estimările Lalikin, 2005) demonstrează că aproximativ a fluxului de apă în datorită doar unei părți a factorilor utilizarea terenurilor – până la 20%, – 10 – 15%; irigarea – 4 – 5%. Pe lângă acestea, secarea lui starea generală a ecosistemelor hidrografic, schimbă pătura erbacee În rezultat, cursul râului s-a schimbat, ulterior și-a pierdut sursele și afluenții, iar precipitațiile și topirea zăpezii mai intensiv se evaporază sau se infiltrează în soluri. Astfel, modelarea SWAT

Diferența evidentă în riscuri existente în partea stângă și partea dreaptă a Rezervației poate fi explicată prin situarea acestora pe părțile opuse a pantei: pantele din stângă predispuse incendiilor sunt în majoritatea sa vestice și estice; pantele din dreapta sunt nord-vestice și sud-estice.

Evaluarea capacităților rezervoarelor de apă și amplasarea acestora

În calitate de instrumentul efectiv de evaluare a resurselor de apă la o scară înaltă și condițiile de mediu s-a utilizat Instrumentul de Evaluare a Solurilor și Apelor (SWAT) (Arnold et al., 2012; Neitsch et al., 2011; Winchell et al., 2013). În prezenta cercetare SWAT a fost utilizat pentru precizarea curgerii torențelor principali în condițiile tipice pentru zona de centru a Moldovei. Validarea preliminară a SWAT a servit drept bază pentru analiza ulterioară a corespunderii scurgerilor totale pe teritoriul Rezervației necesităților creării și menținerii bazinelor acvatice suficiente pentru stingerea eventualelor incendii forestiere.

Modificarea și validarea modelului de scurgere

De obicei, validarea SWAT se realizează prin comparație datelor de ieșire în rezultatul modelării cu măsurările scurgerilor. Pentru această validare au fost utilizate înregistrările recordurilor istorice a scurgerilor zilnice ale râului Cogilnic. Acest râu izvorăște în Codrii și formează un sub-bazin pe teritoriul Rezervației (Fig. 10). Postul hidrologic Hîncești care monitorizează scurgerile este situat la 20 km de la Rezervația. Astfel, aria de validare este bazinul râului Cogilnic de la izvorul său până Hîncești. Validarea de fapt este o comparație a scurgerii simulate cu scurgerea reală a râului înregistrată în 2010-2012.

În conformitate cu rezultatele validării discrepanța dintre simulări și observații a fost foarte semnificativă pentru a fi eliminată de ajustarea SWAT, iar capacitatea ei este destul de limitată datorită râurilor mici ale Moldovei, care au fost

expose enormelor schimbări antropice. Pe parcursul diferitor ani fluxul observat al râului Cogilnic a constituit de la ~10% până la bazinului sunt în concordanță disponibile (Casac și reducerea râul Cogilnic antropici constituie: rezervoare artificiale urbanizarea – 10%. influențează serios bazinului și evapotranspirația.

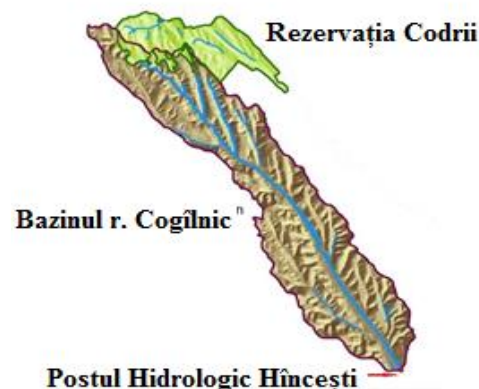


Fig. 10 Subbazinul râului Cogilnic folosit pentru validarea

pentru râurile mici produce anumite scurgeri ipotetice din bazinul hidrografic, ce constituie un lucru important pentru „un mediu curat”, e.g. pentru rezervațiile naturale.

Modelarea SWAT a rezervoarelor locale

La etapa finală, a fost identificată amplasarea rezervoarelor de apă pentru stingerea incendiilor și căile optime de acces pentru vehiculele de teren. Această activitate de modelare a fost bazată pe hărțile digitale elaborate anterior prin intermediul vizitelor *in situ*. Deoarece în cadrul Rezervației Codrii lipsesc bazine acvatice mari, problema pusă poate fi rezolvată doar prin extinderea zonei de cercetare. Ca atare, a fost investigat un bazin hidrografic mai mare cu un număr considerabil de râuri și iazuri (Fig. 11).



Fig. 11 Harta topografică a bazinului hidrografic folosită pentru planificarea rezervoarelor potrivite pentru combaterea incendiilor în rezervația Codrii

Pentru identificarea întinderilor de ape între cotituri și bazinelor hidrografice subterane, a fost efectuată conturarea inițială a bazinelor în cadrul ArcSWAT, cu folosirea Modelului Digital de Elevație (1:25000)

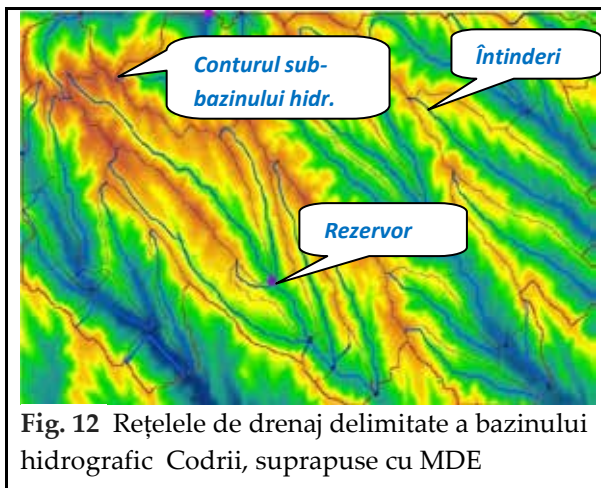


Fig. 12 Rețelele de drenaj delimitate a bazinului hidrografic Codrii, suprapuse cu MDE

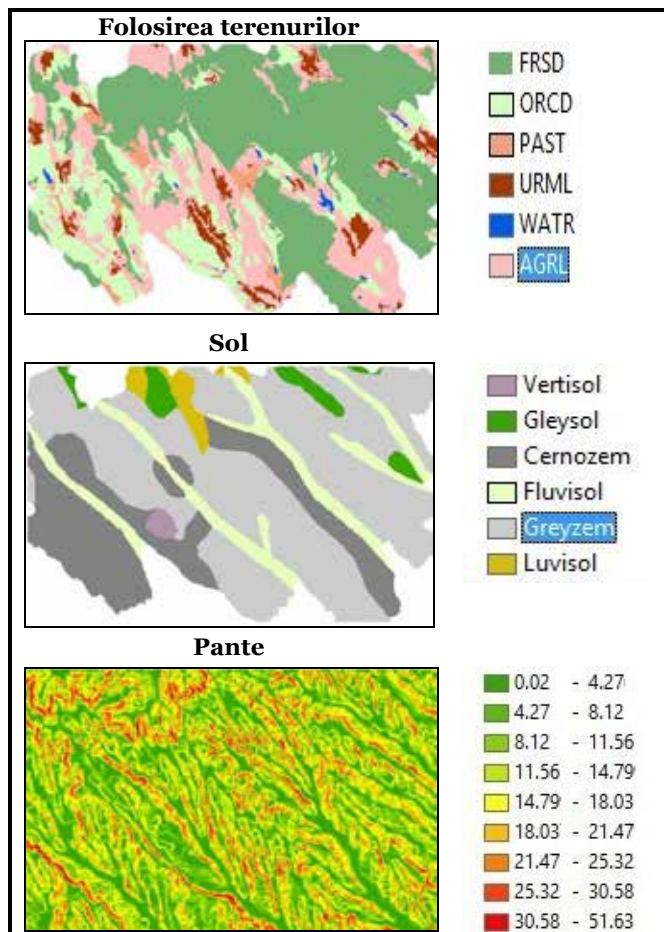
creat pentru zona respectivă (Fig. 13). *Întinderile de ape între cotituri* au fost definite ca lungimi de râuri unde pragul zonei de drenaj a fost 500 ha. Conform acestui prag au fost definite 34 de bazine hidrografice subterane. Lungimile întinderilor de ape între cotituri au constituit între 0,3 km și 11,5 km, cu valoarea medie de 4,2 km, zonele medie, maximă și minimă au fost respectiv 11,9; 28,07 și 1,07 km pătrați, altitudinile corespunzătoare deasupra nivelului mării 191,6; 308,1 și 124,4 m. Trei rezervoare planificate au fost amplasate la sursele bazinelor hidrografice subterane a râurilor Bucovăț, Coghilnic și Botna.

Urmând metodologia SWAT, în scopul reflectării diferențelor în condițiile hidrologice locale întregul bazin hidrografic a fost divizat în Unități

Hidrologice de Recepție (UHR). Datorită zonelor relativ mici a bazinelor hidrografice subterane delimitate, pentru fiecare a fost identificată câte o singură Unitate Hidrologică de Recepție, astfel au fost obținute 34 de Unități în total, reieșind din categoria dominantă de folosire a terenurilor, tipul solului și clasificarea pantelor; caracteristicile respective au fost exprimate ca straturi vectoriale GIS care ulterior au fost transformate conform codurilor și formatelor SWAT.

În Fig. 13, formele de **folosire a terenurilor** sunt distribuite în felul următor: Rezidențială (URML) – 4,6% a bazinelor hidrologice, Livezi (ORCD) – 19,1%; Pășuni (PAST) – 2,2%; Păduri de foioase (FRSD) – 48,1%; Acvatică (WATR) – 0,5%; Terenuri Agricole (AGRL) – 25,6%. În conformitate cu clasificarea FAO, **solurile** au fost grupate în șase clase: cernoziom (CH) - 24,2% a bazinului hidrografic, Fluvisol (FL) – 11,8%, Gleisol (GL) – 3,6%; Vertisol (VR) – 0,8%; Luvisol (LV) – 2,6%; Griziomuri (GR) – 57,5%. Spre deosebire de Fig.13, în sistemul SWAT pantele au fost divizate în trei categorii care reflectă zonele cu înclinarea relativ joasă, medie și înaltă: <math><10^{\circ}</math> (41,9%), $10-30^{\circ}$ (57,1%) și $>30^{\circ}$ (~1%). Suprapunerea acestor straturi tematice a dus la apariția unui nou strat necesar pentru estimarea scurgerilor de la fiecare Unitate Hidrologică de Recepție.

Pentru simularea informației climatice zilnice au fost folosite mediile temperaturilor maxime și minime lunare (anii 1996 – 2013) și derivatele lor standard, precum și indicii de precipitații de la stația meteorologică Codrii. Ceilalți parametri meteorologici, necesari pentru modelarea scurgerilor au fost simulați de Generatorul Meteo (WGEN), care este încorporat în SWAT.



Scurgerile de suprafață în clima curentă

Scurgerile de suprafață se prognozează separat pentru fiecare Unitate Hidrologică de Recepție, cu programarea ulterioară a contribuțiilor lor în debitul de apă și profilul solului, indicii respectivi se sumează pentru a obține datele cu privire la scurgerile totale în bazinul hidrografic. Scurgerile apar în cazul când capacitatea de infiltrare a apei de către sol este depășită. După cum se vede din Fig.14, scurgerile anuale maxime (>350 mm) au loc în partea de nord-vest a bazinului hidrografic, minime (<320 mm) – în partea de sud-vest; totuși pe cea mai mare parte a bazinului hidrografic scurgerile constituie 330 – 340 mm pe an.

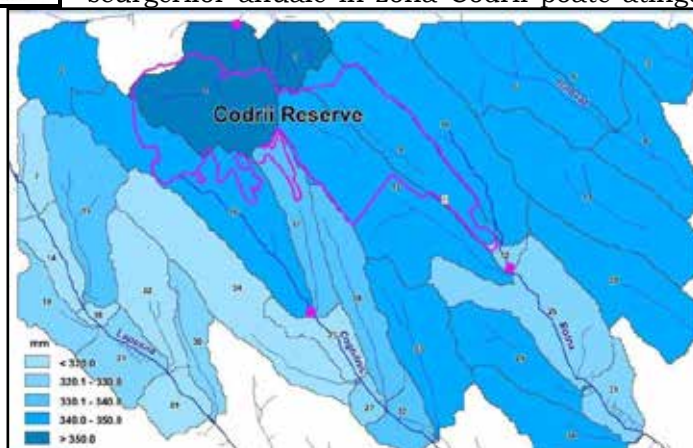
Multiplicarea volumului de scurgeri pe o unitate a zonei (*randamentul de apă, mm*) cu

Fig. 13 Straturile tematice pentru prognozarea stocului de UHR

suprafața ne dă valoarea scurgerii totale (Fig.14) și volumul potențial al apei necesar pentru umplerea rezervoarelor (Tabelul 3). Scurgerile minime au fost fixate în lunile ianuarie – mai, iar cele maxime în a doua jumătate a anului. Volumul total al scurgerilor anuale în zona Codrii poate atinge

0,135 km³, debitul de apă în rezervoarele selectate – de la ~0,008 până la 0,13 km³. Având în vedere că activitatea economică intensivă în zona Rezervației este limitată, datele respective sunt destul de obiective.

Fig. 15 Distribuția spațială a scurgerilor anuale din bazinul hidrografic Codrii



Tabelul 4 Scurgerile bazinului hidrografic în rezervoare

Rezervor	L u n a												Scurgerea anuală	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mm	km ³
Bucovăț	0,0	11,4	27,6	9,6	6,3	4,7	56,2	53,4	51,3	32,4	40,5	45,9	339,2	0,0075
Cogîlnic	0,0	11,2	23,5	10,8	8,0	3,3	42,3	56,1	52,1	38,7	36,5	51,7	334,2	0,0094
Botna	0,0	12,3	25,7	10,2	7,3	3,6	48,0	53,6	50,9	35,1	37,3	48,8	332,8	0,0132
Codrii	0,0	12,0	26,0	10,1	7,1	3,8	48,7	52,6	50,1	34,0	37,2	47,6	329,2	0,1346

Metodologia SWAT poate fi utilizată pentru evaluarea impactului activității umane asupra hidrologiei bazinelor râurilor mici și mijlocii pe întreg teritoriu Republicii Moldova.

Scurgerile de suprafață în cadrul schimbării climei

Proiectarea scurgerilor posibile în condițiile de schimbare a climei este fondată pe baza de date de rezoluție înaltă (12,5 km) din ansamblul multi-model al simulărilor climatice regionale pentru cercetări finale (Jacobs *et al.*, 2013). Pentru simulările respective au fost folosite experimentele

bazate pe concentrare, în care au fost prescrise mai degrabă concentrațiile gazelor cu efect de seră decât emisiile lor. Aceste, așa-numite scenarii a *Căilor Reprezentative de Concentrare (CRC)* (Moss et al., 2010) asumă rezultatele unor anumite efecte radioactive pentru diferite orizonturi de timp. Prognozele cu privire la variabilele climatice necesare pentru generarea meteorologică SWAT sunt demonstrate în Tabelul 5.

Tabelul 5 Prognozele schimbărilor anuale de temperatură și precipitații în zona Codrii

Orizonturi de timp, anii											
2021-2050						2071-2100					
Căile Reprezentative de Concentrare (CPC)											
CPC2,6		CPC4,5		CPC8,5		CPC2,6		CPC4,5		CPC8,5	
Temperatura aerului (°C)											
Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin
0,2	0,1	1,8	1,3	1,9	1,4	0,3	0,2	3,1	2,1	5,2	3,5
Precipitațiile, mm											
Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%
-30	-5,2	-2	-0,3	2	0,3	-35	-2,1	21	3,6	12	2,1

Creșterea temperaturii aerului, chiar și cu o schimbare ușoară în precipitațiile anuale totale va fi însoțită de creșterea evapotranspirației și în consecință de o reducere corespunzătoare a scurgerilor de suprafață. Modelarea SWAT a scurgerilor de suprafață în zona Codrii (Tabelul 6), bazată pe valorile proiectate a temperaturii aerului și precipitații, a confirmat aceste

ipoteze. Reducerea posibilă a scurgerilor de suprafață în râurile care asigură rezervoarele, în dependență de timp și efectele radioactive poate ajunge de la 2% până la 21%. În medie, valoarea respectivă poate atinge 6,5% în perioada anilor 2021 – 2050 și respectiv 16% în ultimii treizeci de ani a secolului curent.

Tabelul 6 Modelarea scurgerilor anuale de suprafață (Abs, mm) și schimbarea relativă (%)

Orizonturi de timp, anii													
1996-2013	2021-2050						2071-2100						
329 mm	Căile Reprezentative de Concentrare (CPC)												
	CPC2,6		CPC4,5		CPC8,5		CPC2,6		CPC4,5		CPC8,5		
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
	310	5,8	323	1,8	290	11,9	260	21,0	286	13,1	283	14,0	

Drumurile de acces optimale către incendiile posibile

Suprapunerea zonelor cu risc de incendiu pe rețeaua de drumuri, deja existentă în Rezervația Codrii a permis identificarea și evaluarea căilor de aprovizionare cu apă către aceste zone de la trei rezervoare programate. În prezent, aici există o rețea destul de mare de drumuri,



Fig. 17 Drumurile de acces către zonele cu risc de incendiu





care include drumuri arteriale, regionale și locale cu suprafață dură (asfalt sau piatră zdrobită/pietriș), precum și drumuri neasfaltate și drumuri forestiere. Astfel, practic nu există necesitatea de construcție a drumurilor noi, sarcina principală fiind optimizarea rutelor. Rezultatele analizelor respective sunt demonstrate în Fig.16 și Tabelul 7.

Calculările analitice au fost verificate prin intermediul vizitelor de teren a bazinelor hidrografice aflate în proces de studiere. Inspectările vizuale a rezervoarelor selectate și drumurilor de acces, în general, au confirmat reprezentativitatea

rezultatelor. De asemenea, este clar că volumele de apă în iazurile existente, considerate ca fiind rezervoare potențiale, sunt suficiente pentru potolirea oricărui incendiu posibil din Rezervația Naturală Codrii (Fotografii).

Tabelul 7 Descrierea rutelor optime de livrare a apei în zonele de incendiu din rezervoarele propuse

Zone cu risc de incendiu	Rezervor	Ruta	Tip de drum			Distanța,km	Timpul alimentării cu apă, min
			Local	Neasfaltat	Drum forestier		
1	2	1		8.5		8.5	10
2	1	2	1.8	5.0	0.7	7.5	15
3	1	3	1.8	2.5	2.6	6.9	15
4	1	4	1.6	0.9	2.0	4.5	10
5	1	5	3.4	0.9	2.1	6.4	12
6	1	6	5.4		0.4	5.8	8
7	1	7	4.1			4.1	5
partea SE	3			8-10	2-5	10-15	15-20

		
Iazul amplasat lângă blocul administrativ al Rezervației Codrui din partea de sud a Rezervorului №1	Bazinul de apă din partea de nord a satului Ciuciuleni a râului Cogîlnic	Rezervorul №3 din lunca râului Botna între satele Horodca și Ulmu
		
Drumul regional în direcția satului Ciuciuleni	Drum local tipic	Drum forestier tipic

Referințe

- Kазак В. и Лалыкин Н. (2005) *Гидрологические характеристики малых рек Молдовы и их антропогенные изменения*. Chișinău, 208 pp.
- Коробов Р., Тромбицкий И., Сыродоев Г., Андреев А., 2014. *Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра*. Chișinău, Eco-TIRAS, 320 p. <http://eco-tiras.org/docs/ecotirasFinal-small.pdf>
- Jacob D., J. Petersen, B. Eggert *et al.*, 2013: EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change*, DOI 10.1007/s10113-013-0499-2.
- Moss R. H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., *et al.*, 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463: 747-756.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R. and Williams, J.R. (2011): *Soil and Water Assessment Tool – Theoretical Documentation*. Version 2009. Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service - Blackland Research Center - Texas AgriLife Research; Temple, Texas. 618 pp.
- Scott J.H., Burgan R.E., 2005: *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 72 p.
- Winchell M., Srinivasan R., Di-Luzio M., and Arnold J.G. (2013) *ArcSWAT Interface For SWAT 2009: User's Guide*. Texas Agricultural Experiment Station (Texas) and USDA Agricultural Research Service (Texas), Temple (Texas), March 2013.

Acest document a fost elaborat cu asistență financiară din partea Uniunii Europene. Conținutul acestui document constituie responsabilitatea exclusivă a Asociației Internaționale a Păstrătorilor Râului Eco-Tiras și nici într-un caz nu poate reflecta poziția Uniunii Europene.

Pagina web a proiectului: www.suppressfires.eu

Pagina web Eco-Tiras: www.eco-tiras.org