

Sisteme de cartare a zonelor de risc la doborâturi produse de vânt

Ing. Ionel POPA
Stațiunea Experimentală de Cultura
Molidului
Câmpulung Moldovenesc

1 Introducere

Analiza structurii și funcționalității ecosistemelor forestiere naturale, neperturbate de acțiunea omului, ne conduce la ideea că doborâturile produse de vânt constituie un proces normal, natural, perfect integrat în lanțurile biogeochimice ale pădurii. Doborâturile produse de vânt constituie o formă de exercitare a funcțiilor ecosistemului, constituind alături de alte procese specifice, o formă a eliminării naturale. Pentru ecosistemul forestier, analizat la scară mare, ajuns în stadiul de climax, de stabilitate maximă, doborâturile nu constituie un factor perturbator, rata lor încadrându-se în limitele ratei eliminării naturale.

În comparație cu pădurea naturală, virgină, în cadrul ecosistemelor forestiere în care omul a intervenit, prin modificarea structurii și relațiilor interspecifice stabilite între diferitele componente ale ecosistemului, doborâturile produse de vânt depășesc nivelul de formă a eliminării naturale, având o rată mult mai mare, devenind un factor cu acțiune perturbatoare, cu efecte economice și ecologice negative, prin modificarea structurii arboretelor și prin dereglările de ordin economic pe care le determină.

Pierderile economice provocate de aceste calamități sunt anual de ordinul a sute de mii de ECU la nivel european. Din punct de vedere al pierderilor economice și al efectelor negative pe plan ecologic, doborâturile produse de uraganul Lothar, din decembrie 1999, sunt considerate ca fiind cea mai mare catastrofă eoliană din ultimele secole, fiind calamitat un volum de peste 190 milioane m³, numai în Franța fiind înregistrat un volum calamitat de peste 140 milioane m³ dintre care circa 103 milioane m³ în păduri private (UN/ECE 2000), reprezentând circa 3 posibilități anuale.

Necesitatea elaborării și implementării unui sistem silvotehnic diferențiat, fundamentat pe un sistem de cartare realist și eficient, se impune tot mai pregnant. Actualul sistem de cartare a zonelor de risc, promovat prin normele tehnice, are un caracter mult prea general, neoferind practicienilor un instrument eficient de analiză și decizie.

Date fiind aceste aspecte în prezentul material s-a abordat, din punct de vedere teoretic și practic, problema elaborării și fundamentării sistemelor de cartare a zonelor de risc la doborâturi produse de vânt. Principiul de la care s-a pornit este acela că un sistem de cartare este eficient în condițiile în care are la bază un model matematic sau statistico-matematic cuantificat și validat pe date reale. Propunerea unor sisteme de cartare a zonelor de risc la nivel global, la scară mare (ex. la nivel național) ne pot oferi numai informații cu privire la zonele cu risc potențial, dar nu pot servi în nici un caz la fundamentarea măsurilor silvotehnice.

Schema logică de elaborare a unui sistem de cartare a vulnerabilității arboretelor la acțiunea unor factori perturbatori, în acest caz la acțiunea vântului, este redată schematic în figura 1.

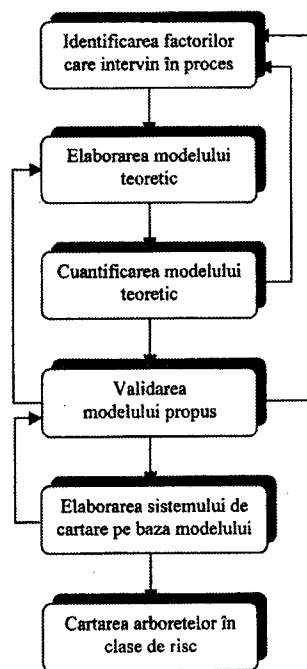
Procesul de modelare și cartare a stabilității unui arboret are la bază o analiza aprofundată și realistă a factorilor care intervin în proces, la diferite nivele de organizare a sistemului.

Pe baza acestei clasificări și încadrării în clase de risc se vor adopta sisteme silvotehnice diferențiate de conducere și îngrijire a arboretelor.

Sistemele de cartare a zonelor de risc la doborâturi produse de vânt au fost aplicate practic la nivelul arboretelor din bazinul superior al Bistriței Auri, respectiv U.P. VII Izvoarele Bistriței, O.S. Borșa, D.S. Baia Mare.

Primele cercetări privind elaborarea unor criterii de încadrare în diferite zone de vulnerabilitate la acțiunea vântului au fost în special criterii

Fig. 1 Schemă logică de elaborare a unui sistem de cartare a vulnerabilității arboretelor la acțiunea unui factor perturbator (Logically scheme to mapping the stands vulnerability at a perturbation factor)



de arboret. Cartarea pe criterii staționale a apărut mai târziu odată cu intensificarea cercetărilor în direcția identificării factorilor ce intervin în proces, odată cu acumularea unui material statistic bogat.

Unul dintre cele mai sofisticate sisteme de cartare a arboretelor din punct de vedere al stabilității la acțiunea vântului a fost elaborat în Marea Britanie de către K.F. Miller (1985, 1986), îmbunătățit ulterior de C.P. Quine și I.M.S. White (1993). Acest sistem de cartare este aplicat cu succes în pădurile de conifere din Marea Britanie. El a fost introdus de asemenea și în Irlanda. Pentru pădurile nord - americane, S.J. Mitchell (1995) propune un sistem de cartare pornind de la premiza că factorii ce influențează acest fenomen, respectiv expoziție, arboret sol, pot fi sintetizați în așa numitul triunghi al doborâturilor

Analizând influența diferiților factori, staționali și de arboret, asupra stabilității arboretelor, J. Becqueq și P. Riou-Nivert (1987), T. Bouchon (1986), au pus în evidență impactul indicelui de zvelteță h/d asupra rezistenței la acțiunea vântului, considerându-l un criteriu de delimitare a zonelor de risc la vânt.

Această cartare bazată pe indicii de zvelteță și înălțimea dominantă a fost propusă și pentru arboretele de conifere din regiunea Wallonne, Belgia, de către J.P. Scohy (1991). Cercetări privind elaborarea unor zone de stabilitate au fost întreprinse și în Slovacia de către J. Konopka (1973), bazându-se pe volumul doborâturilor survenite în perioada 1960-1970. El a delimitat zonele de risc funcție de intensitatea fenomenului.

În țară la noi semnificative sunt cercetările întreprinse de R. Ichim (1976; 1990) pentru pădurile din județul Suceava, P. Dumitrescu (1974) și L. Petrescu (1979), fiind propuse și oficializate prin normele tehnice în vigoare diverse sisteme de cartare a zonelor de risc la doborâturi produse de vânt.

Eficiența unui sistem de cartare a arboretelor din punct de vedere al vulnerabilității la acțiunea vântului este maximă la nivelul unui bazin, al unei unități geografice relativ uniformă din punct de vedere al dinamicii și circulației maselor de aer. De aceea se recomandă ca elaborarea sistemelor de cartare a zonelor de risc la vânt să se facă la nivel de unitate de producție sau la nivel de ocol silvic.

Bineînțeles că modelarea matematică și statistică a stabilității arboretelor, aplicată la spații mari ne oferă informații extrem de valoroase privind modul

în care caracteristicile staționale și de arboret influențează stabilitatea generală a arboretelor și modul în care trebuie direcționată silvicultura.

Reorientarea spre o silvicultură diferențiată, spre o silvicultură regională constituie singura soluție de limitare a acestui fenomen cu implicații economice și ecologice majore, în special pentru ecosistemele de rășinoase.

2 Material și metodă

Doborâturile produse de vânt constituie un factor dereglator al bioproducției forestiere în U.P. VII Izvoarele Bistriței, afectând an de an, cu o intensitate îngrijorătoare arboretele din bazinul superior al Bistriței Aurii. Ca urmare a acestor acțiuni distructive ale vântului, ponderea masei lemnoase provenită din produse accidentale reprezintă 80-90%, uneori mult mai mult, din posibilitatea calculată prin amenajament (fig. 2). Astfel, are loc o dereglare a circuitului normal al producției lemnoase, o dereglare a structurii pe clase de vârstă a arboretelor sub aspectul normalizării fondului de producție, o reducere a calității masei lemnoase valorificate.

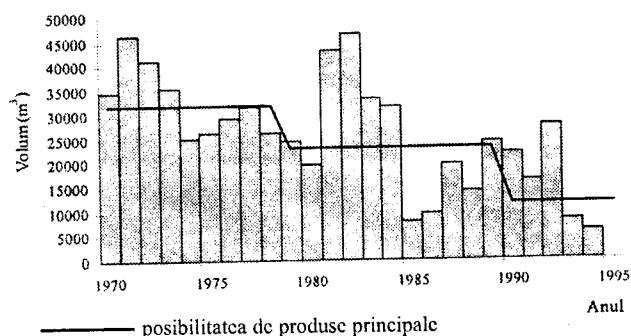


Fig. 2 Dinamica volumul doborâturilor produse de vânt în raport cu posibilitatea de produse principale (Dynamic of windthrow by the forest possibility)

Ținând cont de dificultățile financiare ce apar la efectuarea lucrărilor de îngrijire (curățiri), precum și cererea foarte mică de lemn subțire pe piața locală (rezultat din rărituri) se impune identificarea cât mai exactă a arboretelor în care este necesar a se interveni cu măsuri speciale de consolidate (curățiri mai intense), măsuri ce necesită un efort financiar ridicat. Conform sistemelor de cartare elaborate la noi în țară, arboretele din acest U.P. se încadrează în zona cu risc foarte ridicat la apariția doborâturilor produse de vânt. Această încadrare însă nu permite o focalizare, o diferențiere a lucrărilor de consolidare a arboretelor.

De aceea elaborarea unui sistem de cartare pentru zone relativ reduse, cu omogenitate ridicată a circulației curenților de aer, a condițiilor generale de vegetație etc. reprezintă un imperativ imediat a gospodării silvice din zona montană.

Datele primare se referă la doborâturile produse de vânt în perioada 1968 - 1994 în U.P. VII Izvoarele Bistriței, O.S. Borșa. Pentru fiecare u.a. s-a înregistrat numărul de fire și volumul doborâturilor produse de vânt, puse în valoare, precum și date cu privire la condițiile staționale, caracteristicile arboretului. Sursele din care au fost extrase datele sunt reprezentate de notele de recepție a lucrărilor, bonurile de lucru (pentru numărul de fire), iar volumul s-a extras din registrul de partizi. Condițiile staționale și caracteristicile arboretului s-au obținut din amenajamentele unității de producție. Datele se referă la perioada 1970 - 1994, fiind extras un număr de 6990 de înregistrări. Deoarece scopul metodei este realizarea unei cartări a arboretelor din punct de vedere al probabilității de producere a doborâturilor "endemice" din calcule au fost eliminate înregistrările în care procentul doborâturilor a depășit 30% din volumul existent la hectar.

Diferiți autori au propus ca indicator sintetic al intensității fenomenului fie numărul de arbori la hectar, I_n , în fire/an/ha, fie volumul materialului lemnos calamitat, I_v , în m^3 /an/ha (R. Ichim 1990). Acești indicatori au însă valabilitate în cazul unor zone geografice mari, aplicabilitatea lor la nivelul unei unități de producție nefiind recomandată. Din aceste motive s-a apelat la un alt indicator, mult mai sugestiv, respectiv procentul material lemnos calamitat din volumul existent pe picior sau rata doborâturilor (I. Barbu 1987), PDV.

3 Rezultate și concluzii

Pentru a se elimina subiectivismul în alegerea criteriilor și delimitarea zonelor de risc, principiul care a stat la baza elaborării sistemelor de cartare propuse este testarea statistică a semnificației diferenței dintre medii, apelându-se la două teste statis-

tice: testul Student-Newman-Keuls și testul Duncan.

Analiza și modelarea statistică a datelor primare a fost precedată de o analiză a intercorelațiilor care există între frecvența și intensitatea doborâturilor și condițiile staționale, respectiv de arboret. Integrând datele spațiale cu cele atributive (intensitate a doborâturilor, factori staționali și de arboret) într-un sistem geografic informațional - GIS - a fost posibilă aplicarea analizei spațiale și temporale a fenomenului prin intermediul hărților tematice combinate (fig. 3).

Factorii luați în calcul sunt: altitudinea, expoziția, vârsta, structura, diametrul mediu, înălțimea

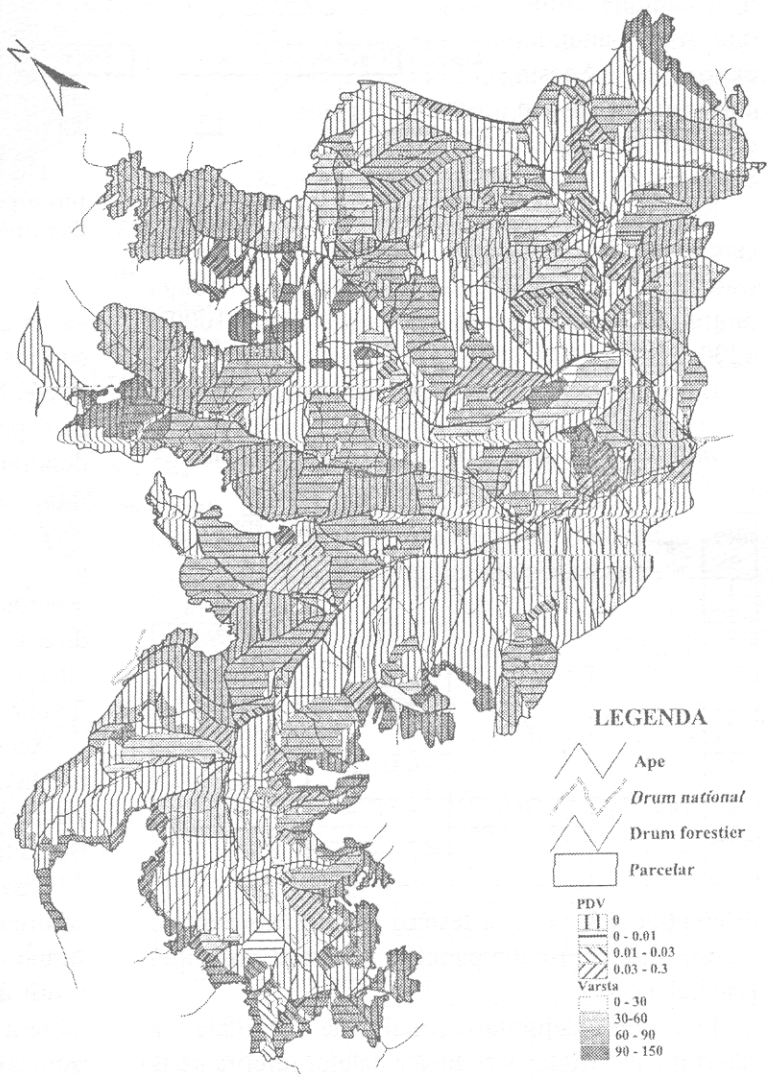


Fig. 3. Distribuția doborâturilor produse de vânt în raport cu vârsta arboretelor 1990-1994. O. S. Borșa U.P. VII Izvoarele Bistriței

medie, clasa de producție, consistența.

Pe baza testării semnificației dintre medii s-a procedat la elaborarea a două sisteme de cartare:

- un sistem de cartare a riscului potențial, luând în calcul factorii staționali relevanți din punct de vedere al influenței lor asupra stabilității arboretului și în special asupra corectitudinii și comparabilității lor, respectiv altitudinea și expoziția, fiind un sistem de cartare pe termen lung;

- un sistem de cartare a riscului actual luând în calcul pe lângă factorii staționali și parametrii arboretului, fiind un sistem de cartare pe termen scurt.

În prima situație s-au stabilit clasele de risc din punct de vedere al condițiilor staționale, respectiv al probabilității de apariție a doborâturilor cu o anumită intensitate, PDV, la o anumită altitudine și pe o anumită expoziție. Acesta constituie un sistem de analiză de tip arbore.

În acest scop s-a procedat mai întâi la o stratificare a datelor de clase de altitudine. Prin aplicarea testelor statistice de testare a semnificației diferenței dintre medii s-au obținut trei clase de risc: 1000 - 1200; 1300 - 1400; 1500 - 1600.

În cadrul fiecărei clase de risc altitudinale s-au

Tabelul 1

Delimitarea claselor de risc (The separation of the risk classes)

Nr. crt.	Clase de risc d.p.d.v. altitudinal	PDV (%) Medie - interval de încredere	Clase de risc d.p.d.v. expozițional	PDV (%) Medie - interval de încredere
1	1000 - 1200	0,8624 0,7627 - 0,9621	N; NE; E; SV; NV	0,6420 0,5458 - 0,7383
2			SE; S; V	1,3237 1,0937 - 1,5537
3	1300 - 1400	1,2517 1,1602 - 1,3432	N; NV	1,6268 1,3976 - 1,8560
4			NE; SV	1,0069 0,8677 - 1,1461
5			E; SE; S; V	1,2528 1,1176 - 1,3879
6	1500 - 1600	0,5941 0,4779 - 0,7102	N; NE; NV	0,8810 0,6379 - 1,1242
7			E; SE; S; SV; V	0,3965 0,2964 - 0,4965

diferențiat, tot pe baza testării semnificației dintre medii, clase de risc din punct de vedere al expoziției (tabelul 1):

În vederea delimitării zonelor de stabilitate s-a realizat o clasificare ierarhică a datelor referitoare la medii, limitele inferioare și superioare ale intervalelor de încredere prin intermediul analizei statistice de clasificare ierarhică a datelor (cluster analysis).

Astfel s-au delimitat trei zone de stabilitate, respectiv:

- zona I de stabilitate ridicată în care sunt incluse

clasele de risc 1 și 7, având o intensitate medie a fenomenului PDV de 0,52%;

- zona II de stabilitate relativă în care sunt incluse clasele de risc 4 și 6, având o intensitate medie a fenomenului PDV de 0,94%;

- zona III de stabilitate redusă în care se încadrează clasele de risc 2, 3 și 5 cu o intensitate medie de 1,40 %.

Cheia de cartarea a stațiunilor din punct de vedere riscului de apariție a doborâturilor produse de vânt cu o anumită intensitate medie este redată în figura 4:

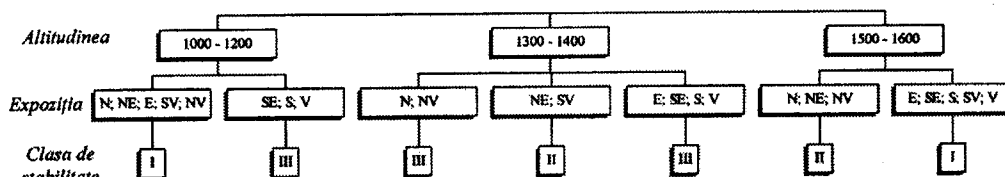


Fig. 4 Cheia de determinare a zonelor de risc la doborâturi produse de vânt - metoda I (Determination key of wind-throw risk zones - method I)

Analizând acest sistem de cartare se poate observa că zona de stabilitate maximă este la altitudini cuprinse între 1000 și 1200 m, pe expoziții N, NE, E, SV, NV, precum și la altitudini mari peste 1500 m pe expozițiile E, SE, S, SV și V. Cele mai expuse la doborâturi sunt stațiunile de la altitudini cuprinse între 1300 - 1400 m.

Această metodă permite o orientare a modului general de întemeiere, conducere și regenerare a arboretelor, furnizând criterii obiective în alegerea diferitelor soluții de gospodărire, oferind posibilitatea planificării din timp a intervențiilor necesare funcție de vulnerabilitatea stațiunii la vânt.

Acest sistem de cartare a arboretelor în zone de risc la doborâturi produse de vânt a fost aplicat pentru arboretele din U.P. VII Izvoarele Bistriței, O.S. Borșa (fig. 5).

Una dintre prioritățile de gospodărire a arboretelor din această unitate de producție o constituie identificarea arboretelor ce necesită intervenții urgente cu lucrări complexe de mărire a stabilității la acțiunea vântului. În vederea eliminării subiectivismului în alegerea acestor arboretelor s-a elaborat un sistem de cartare din punct de vedere al rezistenței la acțiunea vântului, sistem fundamentat atât pe criterii staționale cât și pe criterii de arboret. Acest sistem de cartare permite identificarea arboretelor instabile în care se impune o intervenție urgentă.

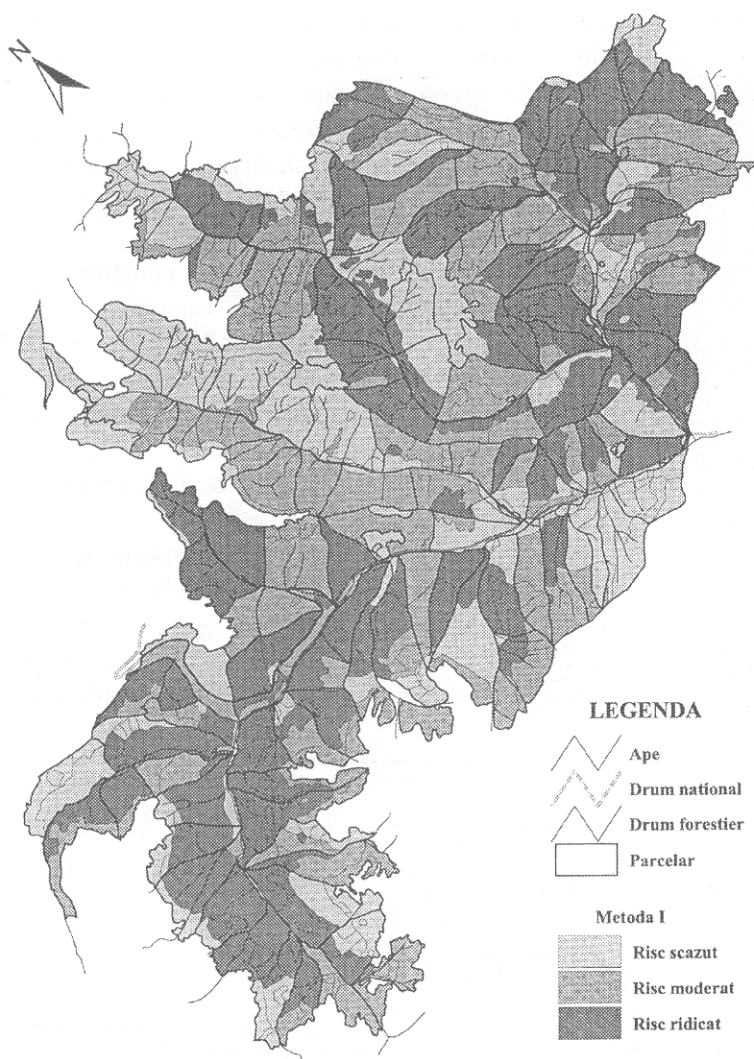


Fig. 5. Cartarea arboretelor în zone de risc la doborâturi produse de vânt - Metoda I. O. S. Borșa U. P. VII Izvoarele Bistriței

Elaborarea metodei s-a realizat printr-o analiză a fiecărui factor, pentru care s-a dispus de date statistice certe, prin metode statistice de testare a semnificație diferenței mediilor dintre diferite clase de risc obținute prin gruparea înregistrărilor din aproape în aproape. Sintetic clasele de risc pentru fiecare factor sunt redată în tabelul 2:

Stabilirea ponderii fiecărui factor, în cadrul scorului general, constituie o problemă delicată, întrucât este necesar a se găsi un criteriu obiectiv care să reflecte contribuția acestor factori la frecvența și intensitatea doborâturilor produse de vânt. Ca și criteriu statistic se poate alege coeficientul de corelație dintre indicatorul sintetic al intensității fenomenului, PDV, și fiecare factor. Analizând modul de variație a factorilor în raport cu PDV s-a putut observa că legătura dintre aceștia nu este strict lineară. De aceea, utilizarea coeficientului de core-

lație ca criteriu în stabilirea ponderii fiecărui parametru nu este indicată, recomandându-se folosirea raportului de corelație.

Prin intermediul raportului de corelație s-a stabilit ponderea fiecărui factor, obținându-se în final, prin înmulțirea ponderii cu intensitatea medie, pentru fiecare clasă de risc un scor. Prin însumarea scorului pentru fiecare factor se obține scorul final, funcție de care se face încadrarea în zone de stabilitate. Scorul final reprezintă media intensității fenomenului pe clase de risc ponderată cu raportul de corelație normalizat (suma rapoartelor de corelație este egală cu 1) fiind considerată ca intensitatea probabilă a doborâturilor pentru o anumită combinație a factorilor.

Scorul pentru fiecare clasă de risc este redată în tabelul 3:

În vederea delimitării zonelor de stabilitate s-au calculat toate variantele posibile de combinare a claselor de risc obținându-se un număr de 3456 variante. Scorul final obținut în cazul acestor variante posibile a fost analizat statistic prin testul K-Means Cluster Analysis (clasificare ierarhică pe baza mediei grupurilor), delimitându-se trei grupuri omogene, ce corespund celor trei zone de stabilitate, respectiv:

Tabelul 2

Delimitarea claselor de risc (The separation of the risk classes)

Factor	Clase de risc	PDV (%) Media - intervalul de încredere
Altitudinea (m)	1000 - 1200	0,8624 (0,7627 ÷ 0,9621)
	1300 - 1400	1,2517 (1,1602 ÷ 1,3432)
	1500 - 1600	0,5941 (0,4779 ÷ 0,7102)
Expoziția	NE; SV	0,8188 (0,7300 ÷ 0,9076)
	N; E; SE; S; V; NV	1,1392 (1,0593 ÷ 1,2192)
Vârsta (ani)	0 - 40	0,1097 (0,0690 ÷ 0,1503)
	41 - 60	0,8712 (0,7226 ÷ 1,0197)
	61 - 100	1,3562 (1,2655 ÷ 1,4469)
	> 100	1,5910 (1,3283 ÷ 1,8538)
Diametru (cm)	< 18	0,0486 (0,0322 ÷ 0,0650)
	19 - 26	0,5452 (0,4542 ÷ 0,6361)
	> 27	1,4559 (1,3663 ÷ 1,5456)
Înălțimea (m)	< 15	0,0616 (0,0419 ÷ 0,0812)
	16 - 21	0,4867 (0,3996 ÷ 0,5738)
	22 - 25	1,2936 (1,1779 ÷ 1,4093)
	> 26	1,7507 (1,6044 ÷ 1,8970)
Clasa de producție	1 - 2	1,3447 (1,1703 ÷ 1,5190)
	3	1,0282 (0,9550 ÷ 1,1015)
	4 - 5	0,7450 (0,6097 ÷ 0,8802)
Consistența	0,1 - 0,6	1,5723 (1,4119 ÷ 1,7326)
	0,7	1,1181 (1,0101 ÷ 1,2261)
	0,8	0,8060 (0,7157 ÷ 0,8963)
	0,9 - 1,0	0,3036 (0,2129 ÷ 0,3944)

Tabelul 3

Scorul pentru clasele de risc (Score for risk classes)

Factor	Pondere	Clasă de risc	Medie	Scor clasă de risc
Altitudinea (m)	0,09	1000 – 1200	0,8624	0,08
		1300 – 1400	1,2517	0,11
		1500 – 1600	0,5941	0,05
Expoziția	0,06	NE; SV	0,8188	0,05
		N; E; SE; S; V; NV	1,1392	0,07
Vârsta (ani)	0,20	0 – 40	0,1097	0,02
		41 – 60	0,8712	0,17
		61 – 100	1,3562	0,27
		> 100	1,5910	0,32
Diametru (cm)	0,20	< 18	0,0486	0,01
		19 – 26	0,5452	0,11
		> 27	1,4559	0,29
Înălțimea (m)	0,23	< 15	0,0616	0,01
		16 – 21	0,4867	0,11
		22 – 25	1,2936	0,30
		> 26	1,7507	0,40
Clasa de producție	0,06	1 – 2	1,3447	0,08
		3	1,0282	0,06
		4 – 5	0,7450	0,04
Consistența	0,16	0,1 – 0,6	1,5723	0,25
		0,7	1,1181	0,18
		0,8	0,8060	0,13
		0,9 – 1,0	0,3036	0,05

• Zona I de stabilitate ridicată în care sunt incluse arborele cu un scor mai mic de 0,8 cu o medie a intensității de 0,59%;

• Zona II de stabilitate relativă în care sunt incluse arborele cu un scor cuprins între 0,8 și 1,0 având o intensitate medie de 0,90%;

• Zona III de stabilitate scăzută în care sunt încadrate arborele cu un scor mai mare de 1,0 având o intensitate medie de 1,27%.

Cheia de determinare a claselor de stabilitate prin această metodă de cartare este prezentată în figura 6:

Funcție de gradul de risc, stabilit prin încadrarea arboretului într-o zonă de stabilitate, se vor stabili urgențele de intervenție cu măsuri silvico-tehnice de consolidare.

Aplicând acest sistem de cartare pe termen mediu la nivelul bazinului superior al Bistriței Aurii s-a obținut harta tematică reprezentând zonarea arboretelor în raport cu gradul de vulnerabilitate la vânt (fig. 7).

Scopul acestor metode de cartare este stabilirea unor criterii obiective de fundamentare, a intervențiilor silvice, a diferențierii, tehnicilor de gospodărire, în raport cu necesitățile reale ale arboretelor, din punctul de

vedere al rezistenței la acțiunea perturbatoare a vântului. Rezultatele obținute au aplicabilitate limitată numai la nivelul unității de producție, pentru arborele din Bazinul Superior al Bistriței Aurii. Extrapolarea lor, generalizarea metodelor de cartare, nu este recomandată, putând duce la erori cu efecte grave.

Sistemele de criterii prezentate constituie un punct de plecare în continuarea cercetărilor, prin introducerea de noi factori cum ar fi: panta, tipul de sol, adâncimea de înrădăcinare, caracteristicile arborilor individuali (lungimea coroanei, indicele de zvelțeță, defecte), elemente ale structurii orizontale și verticale al arboretului (profil, stare de vegetație, marginea de masiv), etc.

Una din premisele realizării unui sistem de grupare a arboretelor funcție de rezistența la vânt o constituie obținerea de date exacte, complete și reprezentative pentru o anumită zonă. Acest lucru va permite o analiză și o corelare a parametrilor de

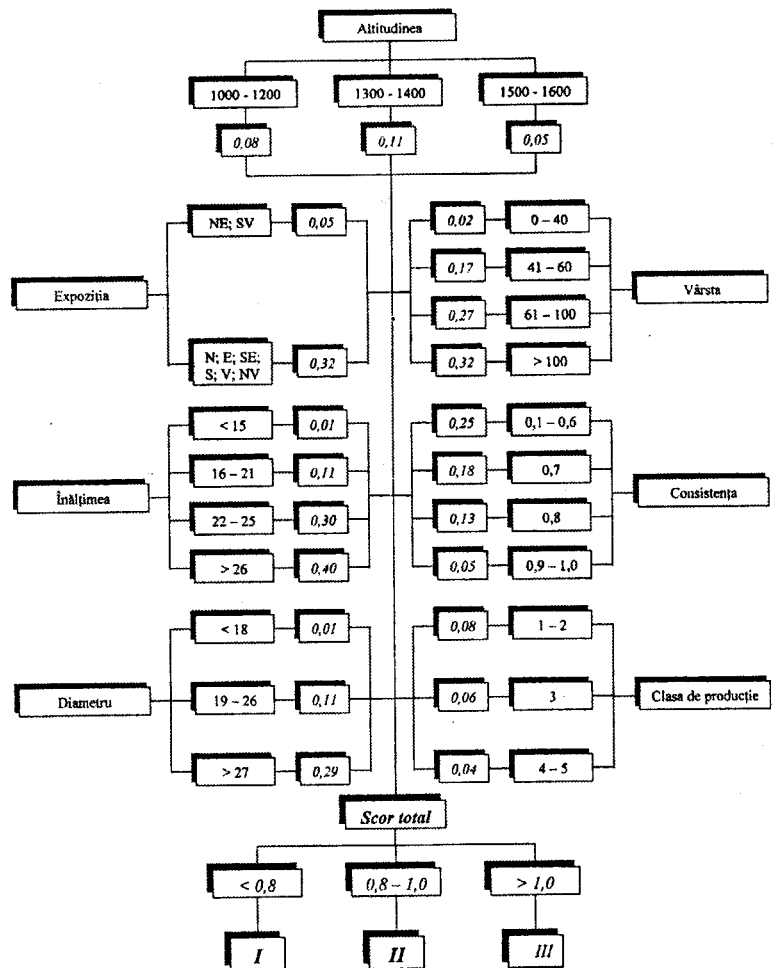


Fig. 6 Cheia de determinare a zonelor de risc la doborâturile produse de vânt - metoda II (Determination key of wind-throw risk zones - method II)

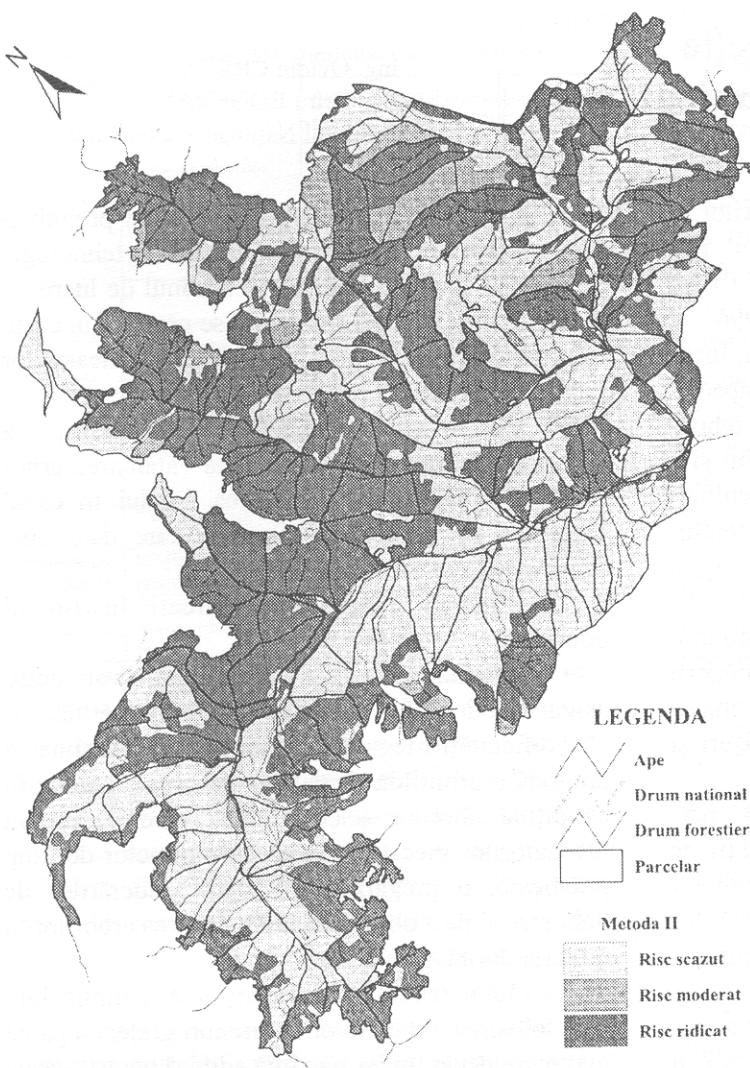


Fig. 7. Cartarea arboretelor în zone de risc la doborâturi produse de vânt - Metoda II. O. S. Borșa U. P. VII Izvoarele Bistriței

intrare și control ai procesului doborâturilor produse de vânt.

Una dintre modalitățile de obținere a datelor statistice privind acest fenomen este reprezentată de rețeaua de monitorizare a doborâturilor produse de vânt, a cărei implementare se recomandă mai ales în zonele în care vântul este principalul factor perturbator al bioproducției forestiere.

Mapping systems of windthrow risk zones

Abstract

The windthrow are the most negative factor of the mountainous forest ecosystems management. The elaboration and implementation the mapping systems for windthrow risk hazard is an imperative of the sustainable management of coniferous forests. A mapping system is efficient and realist if he has at base a statistically model or mathematical model, estimated and tested by real data.

For the stands of U.P. VII Izvoarele Bistriței, O.S. Borșa we have proposed two mapping system of windthrow risk: one by long time based on stational conditions, and other for medium time based on stational and stands conditions. These mapping systems permitted of forest managers the update a differential technical system of forest works.

Keywords: windthrow, mapping systems, risk.

BIBLIOGRAFIE

Barbu, I. 1985: *Contribuții la prognoza volumului și a suprafețelor calamitate de vânt*. Manuscris ICAS. 20 p.

Becquey, J., P. Riou-Nivert 1987: *L'existence de zone de stabilite des peuplements. Consequences sur la gestion*. Revue Forestiere Francaise. Numero Special Les Chablis. p.323-335.

Bouchon, J. 1986: *Susceptibility of different conifer species to blow down. Minimizing wind damage to coniferous stands*. CEE. Lovenholt Castle. Denmark.

Dumitrescu, P. 1974: *Cercetări privind doborâturile produse de vânt în păduri*. Rezumatul tezei de doctorat. Universitatea Transilvania. Brașov.

Ichim, R. 1976: *Doborâturile de vânt din pădurile județului Suceava*. ICAS .Seria a II-a. București.

Ichim, R. 1990: *Gospodărirea rațională pe baze ecologice a pădurilor de molid*. Ed. Ceres. București.

Konopka, J. 1973: *Basic demarcation of regions of wind and snow damage in Slovakia*. Lesnický Casopis. 19 (2). p. 147-161

Miller, K.F. 1985: *Windthrow hazard classification*. Forestry Commission. Leaflet 85. p. 3-14.

Miller, K.F. 1986: *Windthrow hazard in conifer plantations*. Irish Forestry. 43 (1).

Mitchell, S.J. 1995: *The windthrow triangle: a relative windthrow hazard assessment procedure for forest managers*. Forestry Chronicle. 71 (4).

Petrescu, L. 1979: *Sisteme de taieri de îngrijire și conducere a padurilor de molid în scopul maririi rezistentei acestora la actiunea vântului*. Bucuresti.

Quine, C.P., I.M.S. White 1993: *Revised windline scores for the windthrow hazard clasification: the revised scoring method*. Forestry Commision Res. Inf. Note 230
Schoy, J.P. 1991: *Chablis: prevention et gestion*. Silva Belgica. 98 (1).

UN/ECE, 2000: *Storms of december 1999 fell 165 milion m³ of timber; equivalent of 6 moths harvest in three day*, Press Release ECE/TIM, Geneva.

*** 1968: *Amenajamentul U.P. III Prislop, 1968-1979*.

*** 1979: *Amenajamentul U.P. VII Izvoarele Bistriței, 1979-1989*.

*** 1990: *Amenajamentul U.P. VII Izvoarele Bistriței, 1990-1999*.