

# Model logistic de simulare a stabilității arborelui la acțiunea vântului

## 1 Introducere

Structura și funcționarea ecosistemelor forestiere boreale este puternic afectată de acțiunea vântului și a zăpezii. Doborâturile produse de vânt constituie un factor cu acțiune destabilizatoare când depășește limita critică, a cărui prezență în pădurile de molid este un fapt real, normal, cu influență în plan economic, prin dereglarea bioproducției forestiere, și în plan ecologic prin modificarea, pozitivă sau negativă, a structurii și relațiilor funcționale ale ecosistemelor de molid.

Pierderile economice provocate de aceste calamități sunt anual de ordinul a sute de mii de ECU la nivel european. De exemplu, numai în 1990 peste 110 milioane m<sup>3</sup> au fost afectați într-o singură noapte (D. Doll 1992). Aceste efecte negative sunt resimțite și la nivelul României, semnificative din acest punct de vedere fiind doborâturile masive din luna noiembrie 1995, fiind calamitată o suprafață de 141657 ha și un volum total de material lemnos de 7,9 milioane m<sup>3</sup>.

Silvicultorii nu pot privi cu pasivitate aceste fenomene ci trebuie, dimpotrivă, să le studieze și să caute căile pentru înlăturarea sau micșorarea efectului lor.

Modelarea fizico - matematică a efectelor vântului asupra unui arbore sau a întregului arboret pornește de la un subiect de studiu ideal, cu parametri ce variază după legi pur matematice. Rezultatele obținute în urma modelărilor fizico - matematice sunt perfect valabile din punct de vedere teoretic, însă aplicarea ad literam a acestor concluzii în practică nu este recomandată. Fenomenul doborâturilor produse de vânt este mult mai complex, intervenind o serie de factori a căror influență nu poate fi surprinsă prin legi și modele fizico-matematice. Astfel influența microreliefului local, a factorilor biotici (putregai), nu poate fi cuantificată, în prezent, cu aparatul matematic existent. Este posibil, ca în viitor, o dată cu dezvoltarea tehnicilor moderne de măsurare și simulare cu ajutorul calculatoarelor să fie posibilă matematizarea acestor factori. Utilizarea modelelor statistice în modelarea doborâturilor produse de vânt este de dată relativ recentă (E. Valinger, L. Lundqvist, L. Bondesson, L. (1993), E. Valinger, J. Fridman (1997)).

Includerea în modele a acestor factori necuantificabili matematic se poate realiza prin tehnicile și metodele puse la dispoziție de statistica matematică. Pe baza unor date inițiale, culese din condiții de mediu omogene, prin prelucrări statistice se pot obține ecuații de variație, cu ajutorul cărora se pot face modelări statistice ale fenomenului în studiu. Variind un parametru, în condițiile menținerii constante a celorlalți factori, se pot obține prin modelare statistică, date cu privire la influența diferiților factori, precum și stabilirea unor nivele critice ale

Ing. Ionel POPA  
Stațiunea Experimentală  
de Cultura Molidului  
Câmpulung Moldovenesc

fenomenului. Valabilitatea rezultatelor, respectiv aplicabilitatea lor, este strict limitată la zona geografică și tipul de vegetație forestieră de unde au fost preluate datele inițiale.

Concluziile la care se ajunge prin astfel de modelări constituie criteriile de fundamentare a sistemelor de măsuri silvico-tehnice ce se aplică în zona respectivă. Obținerea datelor statistice se recomandă a se face în cadrul unui sistem organizat de supraveghere și control a doborâturilor produse de vânt, care să surprindă particularitățile de mediu și vegetație ale zonei. O condiție esențială a valabilității rezultatelor o constituie extinderea observațiilor pe o perioadă cât mai lungă, cunoscut fiind faptul că doborâturile produse de vânt reprezintă un fenomen a cărui cunoaștere presupune decenii de observații.

## 2 Material și metodă

Zona de studiu este situată în u.a. 69E, U.P. VII Izvoarele Bistriței, O.S. Borsa, D.S. Baia Mare, situat pe versantul stâng al pârâului Vulcănescu, la o altitudine de 1200 m, pe o expoziție SV. Tipul de stațiune este 2332, montan de molidișuri, P<sub>m</sub>, brun acid, edafic submijlociu, cu Oxalis și Dentaria ± acidofile. Tipul de sol este 3301, brun acid cu o profunzime de 0,5-0,8 m. Conținutul în schelet variază între 20-30%. Nu sunt semnalate fenomene de podzolire sau de gleizare - pseudogleizare. Forma geomorfologică este versantul ondulat, dar doborâtura în masă este situată în partea inferioară a versantului.

Din punct de vedere al condițiilor de arboret avem un molidiș pur alcătuit din două elemente de arboret:

- 80% molid în vârstă de 80 ani, clasa III de producție;
- 20% molid de 50 ani, clasa II de producție.

Elagajul mediu este de 0,5. Consistența medie a arboretului este 0,5, în partea inferioară a versantului fiind de 0,4-0,3.

Analizând modul de cădere a arborilor s-a putut constata că vântul ce a provocat doborâtura în masă a venit din NV, curenții de aer fiind canalizați de valea Vulcănescu. Doborâtura s-a produs în vara anului 1997.

Au fost inventariați un număr de 64 de arbori, măsurându-se pentru fiecare diametrul de bază, din cm în cm, înălțimea, din 0,5 m în 0,5 m, înălțimea elagată, din 0,5 m în 0,5 m, și au fost identificate defectele existente, cauzele și vechimea lor. Pentru fiecare arbore s-a înregistrat dacă a fost afectat de vânt sau nu, precum și tipul de doborâtură (dezrădăcinare, rupere la bază, rupere la o anumită înălțime, aplecat, etc.).

Modelul logistic de dezvoltare a fenomenelor a

fost elaborat de către matematicianul belgian P.F. Verhulst în 1838. Cu ajutorul modelului logistic se poate exprima legitatea de evoluție a fenomenelor care trec prin două faze diferite: una caracterizându-se printr-un ritm accelerat, iar cea de-a doua printr-un ritm încetinit. Dezvoltarea fenomenului se produce între două limite strict stabilite.

Forma clasică a dezvoltării logice este dată de relația:

$$y(t) = \frac{k_0}{1 + e^{-(at+b)}}$$

unde  $k_0$ ,  $a$  și  $b$  sunt parametri reali ai modelului.

### 3 Rezultate

Modelul probabilistic utilizat are forma generală:

$$\Pr(\text{eveniment}) = \frac{1}{1 + e^{-f(x_i)}}$$

unde  $f(x_i)$  reprezintă o combinație lineară a variabilelor independente, respectiv a parametrilor introduși în model (DEF, H, HE, D).

Analiza statistică a modelului logistic a fost realizată cu ajutorul programului statistic SPSS for Windows. Modelul probabilistic astfel calculat este:

$$\Pr(\text{even}) = \frac{1}{1 + e^{-(3.2117 \cdot \text{DEF} + 0.4523 \cdot \text{H} + 0.2796 \cdot \text{HE} - 0.1122 \cdot \text{D} - 13.0578)}}$$

Încadrarea în una dintre cele două grupe (doborât - 1 sau nedoborât - 0) se face în funcție de probabilitatea de producere a evenimentului, astfel: dacă probabilitatea este mai mică de 50% arborele se încadrează în grupa 0, iar dacă este mai mare de 50% se situează în grupa 1.

Cuantificarea vulnerabilității arborilor la acțiunea vântului s-a făcut prin intermediul înălțimii critice, respectiv înălțimea la care probabilitatea este egală cu 50%.

Pe baza acestui model probabilistic au fost efectuate o serie de simulări matematice punându-se în evidență influența diferiților parametri asupra probabilității unui arbore de a fi doborât. O primă simulare are ca scop studierea influenței defectelor asupra vulnerabilității arborilor la vânt. Ca indicator al vulnerabilității arborelui a fost aleasă înălțimea critică, respectiv înălțimea de la care probabilitatea de a fi doborât este mai mare de 50%. S-au menținut constante parametrii privind indicele de zveltețe, 1,0, și lungimea coroanei, 0,5H. Grafic, dezvoltarea fenomenului, pe baza modelului logistic, este redată în figura 1.

Analizând dezvoltarea fenomenului, conform modelului și a parametrului introdus, se poate observa că prezența defectelor a dus la scăderea înălțimii critice de la 27 m la 20 m.

Influența indicelui de zveltețe asupra stabilității arborelui poate fi observată grafic în figurile 2 și 3, pentru un arbore cu o lungime a coroanei de 0,5H, în două cazuri: cu defecte și fără defecte.

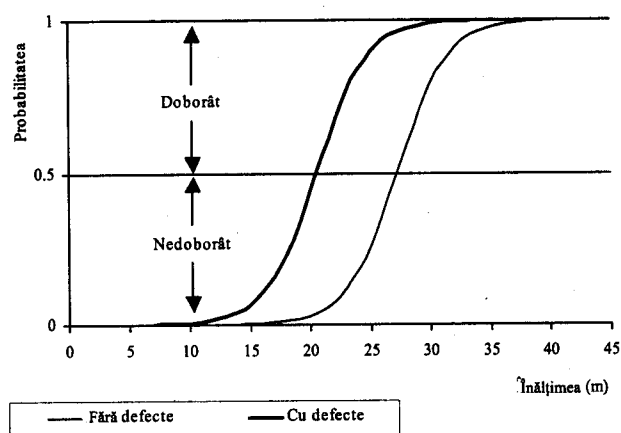


Fig. 1 Modelul probabilistic privind influența defectelor asupra înălțimii critice

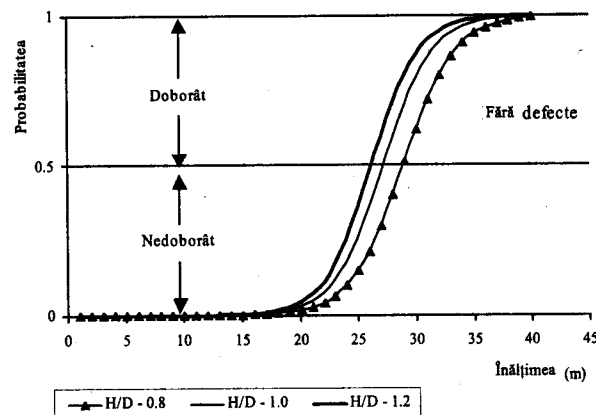


Fig. 2 Influența indicelui de zveltețe asupra vulnerabilității arborelui în cazul prezenței defectelor

Se poate observa, în ambele cazuri, o reducere a înălțimii critice pe măsură ce indicele de zveltețe crește, astfel de la 28 m pentru un indice de 0,8 la 27 m pentru 1,0, respectiv 26 m pentru 1,2, aceasta în cazul absenței defectelor. Prezența defectelor duce la o scădere semnificativă a înălțimii critice, respectiv la 21 m pentru 0,8, 20 m pentru 1,0 și 19 m pentru un indice de zveltețe de 1,2.

Modul în care lungimea coroanei influențează probabilitatea unui arbore de a fi doborât sau nu este redată grafic, pentru un indice de zveltețe constant de

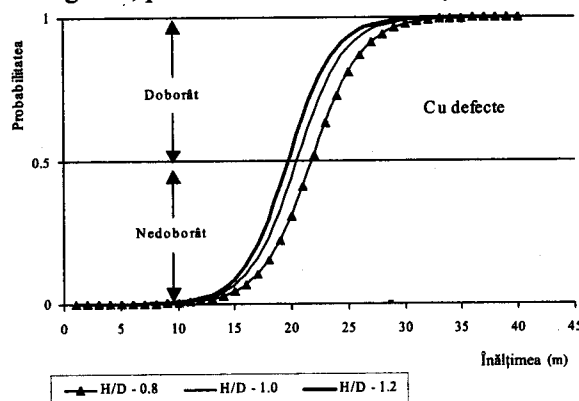


Fig. 3 Influența indicelui de zveltețe asupra vulnerabilității arborelui în cazul absenței defectelor

1,0, în figura 4 și 5:

Analizând aceste simulări, în care s-a variat lungimea coroanei, se poate remarca că scăderea lungimii coroanei duce la o diminuare a înălțimii critice, respectiv de la 30 m în situația unei lungimi a coroanei de 0,7H, la 27 m pentru 0,5H și numai 24 m pentru 0,3H, în cazul absenței defectelor. Concluzia rămâne valabilă și în cazul prezenței defectelor, totuși remarcându-se și aici o reducere semnificativă a înălțimii critice ca urmare a defectelor, respectiv 23 m pentru 0,7H, 20 m pentru 0,5H și 18 m pentru 0,3H.

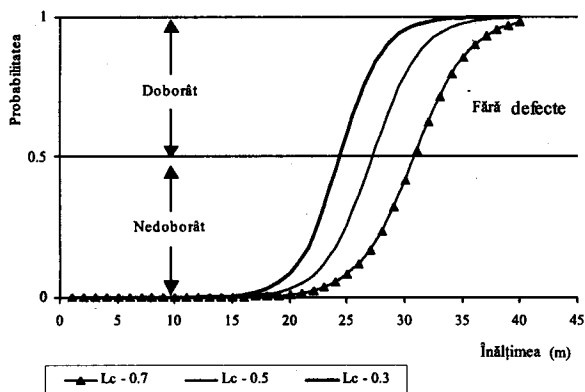


Fig. 5 Influența lungimii coroanei asupra înălțimii critice în cazul prezenței defectelor

#### 4 Concluzii

În urma simulărilor făcute pe baza modelului probabilistic determinat prin analiza statistică a datelor de inventariere prin metoda modelului logistic se poate concluziona:

- creșterea indicelui de zveltețe este însoțită de o scădere a înălțimii critice;
- diminuarea lungimii coroanei duce la o reducere a înălțimii critice;
- prezența defectelor determină o scădere semnificativă a înălțimii critice.

În evaluarea rezultatelor obținute prin simulările efectuate pe baza acestei metode este necesar a se ține cont că fenomenul ca atare are un caracter mai mult sau mai puțin stocastic nefiind stric determinist.

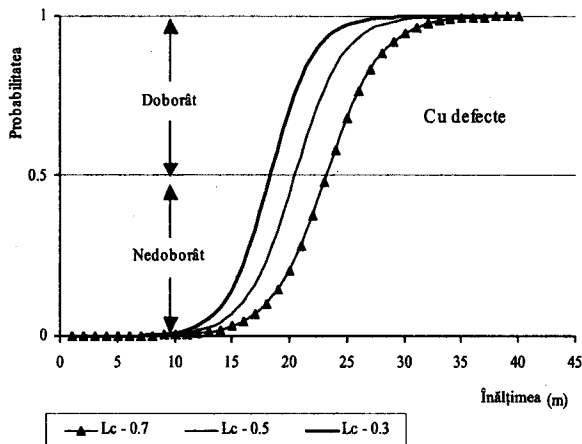


Fig. 6 Influența lungimii coroanei asupra înălțimii critice în cazul absenței defectelor

S-a putut observa că caracteristicile arborilor au o influență semnificativă asupra probabilității producerii doborâturilor. Aceste analize ne indică că probabilitatea ca un arbore să fie doborât crește o dată cu scăderea lungimii coroanei, cu creșterea indicelui de zveltețe, respectiv cu prezența defectelor.

Aplicarea în practică a acestor rezultate este însă limitată la populația din care au fost extrase datele de bază. Prin utilizarea unui material statistic reprezentativ pentru o anumită zonă de studiu se pot obține informații prețioase cu privire la nivelul critic al fenomenului, funcție de diferiți parametri caracteristici ai arborilor, putându-se interveni în vederea reducerii probabilității de apariție a doborâturilor produse de vânt.

#### BIBLIOGRAFIE

- D o l l , D., 1992: *Les cataclysmes eoliens dans les forêts d'Europe*. Forest Enterprise, 77, p.8-9.
- V a l i n g e r , E., L u n d q v i s t , L., B o n d e s s o n , L. 199: *Assessing the risk of snow and wind damage from tree physical characteristics*. Forestry. 66 (3).
- V a l i n g e r , E., F r i d m a n , J., 1997: *Modelling probability of snow and wind damage in Scots pine stand using tree characteristics*, Forest Ecology and management, vol. 97, p. 215-222.

#### Logistic model for simulate the tree stability at wind action

##### Abstract

This paper presents a statistically model, respectively the logit model, for modeling and simulation the tree stability at wind action. By simulation it was determining the influence of biometrical parameters against the tree vulnerability at windthrow.

The stability of the trees at wind, quantify, by critical height, decreased with increasing of the rapport  $d/h$ , height and decreasing of crown weight. The presents of defects induce a low stability.

**Key words:** logit model, tree stability, windthrow.