

MODELE DE SIMULARE ÎN SILVICULTURĂ ÎN PERSPECTIVA GESTIONĂRII DURABILE A PĂDURILOR

Dr. ing. Lucian DINCĂ, ing. Maria DINCĂ
Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice Brașov

Noțiuni generale și scurt istoric al modelării

Noțiunea generală de model se poate aplica, de exemplu, în cazul unei relații simple de tipul: $h = a \cdot d^b$, unde:

h = înălțimea unui arbore;

d = diametrul arborelui la 1,30 m;

a și b = parametri (coeficienți)

O astfel de relație este de fapt un model structural și static (nu ține cont de creșterea arborilor). Un model dinamic este format dintr-un ansamblu de relații matematice, statistice, sau logice care reprezintă evoluția unui ansamblu de variabile caracteristice arboretului sau arboretelor și/sau ale arborilor studiați.

Majoritatea mijloacelor și tehnicilor de modelare constau din metode ale matematicii aplicate:

- statistica joacă un rol esențial, mai ales prin utilizarea regresiiilor, analiza preliminară a datelor, evaluarea preciziei lor sau prin testele de ipoteze;
- informatica folosește și dezvoltă cunoștințele din statistică prin întocmirea unor programe, organizarea unor baze de date, etc.

Silvicultorii sunt interesați să cunoască schimbările în timp ale pădurii, cum va arăta un arboret actual după o anumită perioadă de timp, folosind pentru aceasta modele de creștere. Principalele procese avute în vedere sunt creșterea (mai ales creșterea în diametru), mortalitatea (numărul arborilor ce dispar) și regenerarea (creșterea semințișului). Dintre acestea, creșterea poate fi cel mai ușor și mai exact determinată (măsurarea diametrului arborilor la intervale cunoscute sau măsurarea lățimii inelelor anuale pe carote de creștere). Și celelalte două procese pot fi cuantificate destul de exact. O primă încercare de modelare la arbori a fost efectuată de Michael Usher în 1966 pentru pinul silvestru. Din punct de vedere cronologic, cele care au apărut primele au fost modelele arboretelor, iar dintre acestea, primele apărute au fost tabelele de producție, care se bazau pe o descriere globală a arboretului (înălțimea dominantă, diametrul mediu, numărul de arbori la hectar, etc.) și erau adaptate doar arboretelor pure, echiene și cu consistență plină. Ulterior, au apărut modele ce studiază forma și evoluția coroanelor arborilor lipsiți de concurență, analiza interacțiunii și dezvoltării lor în arborete și legarea ulterioară a dimensiunilor lor de creșterea fusului (Mitchell, Oswald și Ottorini, 1983). Această ultimă direcție de modelare, care implică, printre altele, măsurători detaliate ale coroanelor și aplicarea de modele informatice performante (arborii și interacțiunile lor sunt reprezentați tridimensional) a fost aplicată la conifere. Metoda a prezentat numeroase avantaje: permite analiza influenței tratamentelor alternative, studierea funcționării ecosistemelor și aplicarea de modele experimentale complementare dispozitivelor clasice. O altă etapă a fost cea a modelelor arborilor independenți de distanță. Cu ajutorul acestor modele se

caracterizează un arboret printr-o listă a arborilor săi și prin dimensiunile lor, fără însă să se analizeze localizarea lor spațială. Paradoxal, aceste modele, relativ simple, s-au dezvoltat după utilizarea modelelor dependente de distanță. Prin simplitatea lor, spectrul larg de aplicare (numeroase modele au fost construite pentru arborete pluriene), robustețea și eficacitatea lor, modelele arborilor independenți de distanță sunt în momentul actual „favoritele” cercetătorilor și ale utilizatorilor. Totuși, ele au și anumite neajunsuri: nu descriu corect reacția arborilor în situații excepționale, în cazul unei repetiții foarte neregulate a arborilor în spațiu modelele arborilor dependenți de distanță se dovedesc mai eficace. O altă categorie de modele utilizate a fost cea a modelelor arhitecturale. Aceste modele se bazează pe:

- o analiză profundă a modelelor de creștere și a ramificării arborilor;
- identificarea tipurilor arhitecturale elementare ale arborilor;

Cu ajutorul acestei metode s-a realizat:

- cuantificarea probabilistică a procesului de ramificare;
- simularea dezvoltării spațiale a arborilor.

Aceste modele au fost puțin aplicate în silvicultură, mai ales pentru că ele nu țin cont de efectele concurenței. Totuși, ele au permis obținerea de rezultate în domenii conexe (arhitectura peisageră de exemplu), sau la stabilirea măsurilor de elagaj și de tăieri în coroană.

Totuși, în ultima vreme, modelele arhitecturale și-au găsit numeroase aplicații în silvicultură:

- simularea plantațiilor;
- creșterea și flexiunea unui arbore sub propria greutate;
- rezistența unor arborete la doborâturile de vânt;
- influența speciei și a densității arboretelor asupra propagării incendiilor forestiere

Exemple de modele dinamice utilizate în silvicultură

În silvicultură au apărut, mai ales în ultimii ani, numeroase modele dinamice:

În Noua Zeelandă, pentru *Pinus radiata*, există mai multe programe, ca:

- programul de modelare a ramificației (J.C. Grace, D. Pont, C.J. Goulding);

- programul "C-CHANGE", de simulare a conținutului de carbon (P.N. Beets, K.A. Robertson, J.B. Ford-Robertson, J. Gordon, J.P. Maclaren);

- programul "STANDPAK", utilizat pe scară largă în Noua Zeelandă, Australia și Chile, care estimează dimensiunile, volumul și calitatea buștenilor de pin obținuți în diverse condiții staționale și culturale.

- În Germania, unde există chiar un institut de cercetare specializat în modelare, s-au întocmit numeroase modele, cum ar fi: TREEDYN31 (care studiază dinamica carbonului și azotului), TRAGIC, SILVA, etc.

- Țara cu cele mai multe modele întocmite pentru silvicultură este, bineînțeles, SUA. Exemple de modele: JABOWA (creșterea arboretelor din nordul SUA), FORET (creșterea arboretelor din sud), PROGNOISIS, FORDYN.

- Modele din alte țări: FORGRO (Olanda-dinamica apei, carbonului și a altor elemente nutritive în ecosistemele forestiere), GROMIT (evoluția plantațiilor de rășinoase, mai ales a celor de molid din Marea Britanie), etc.

O scurtă prezentare a două modele de simulare

Programul pentru analiza și prognoza arboretelor BWIN, întocmit de Institutul Forestier din Saxonia Inferioară, Goettingen, Germania.

Se bazează pe un model de creștere flexibil al arborelui. Pe baza datelor existente, s-a întocmit o versiune independentă a modelului de creștere pentru principalele speciile forestiere din Germania. Acest program oferă, pe lângă modelul de creștere propriu-zis, și alte aplicații pentru simulările din silvicultură. Pentru stocarea și utilizarea comodă a rezultatelor, a fost întocmită o bancă de date. Se pot, de asemenea, importa și exporta date ASCII. Baza de date cuprinde următoarele 8 arborete:

- un arboret de molid de 30-40 de ani cu 380 de arbori, inventariat în 1998;
- un arboret de molid de 51 de ani cu 95 de arbori, inventariat în 1997;
- un arboret de molid de 75-105 de ani cu 104 arbori, inventariat în 1997;
- un arboret de fag de 67 de ani cu 128 arbori, inventariat în 1997;
- un arboret de fag de 91-102 ani cu 23 de arbori, inventariat în 1999;
- un arboret de fag de 119 ani cu 83 de arbori, inventariat în 1980;
- un molideto-făget de 35 de ani cu 235 de arbori, inventariat în 2000;
- un amestec de rășinoase și foioase de 85-160 de ani cu 516 arbori, inventariat în 2000.

S-a întocmit o procedură de generare a rezultatelor, care include: funcții de distribuție a diametrelor, curbe de înălțime a arboretelor, funcții de înălțime și suprafață a coroanelor, funcții de volume ale arborilor.

Utilizând generatorul de constituire a structurii întocmit de Pretzch (1993), pot fi simulate 3 tipuri de rărituri:

- extragerea arborilor până la un anumit diametru (Zielstarkennutzung);
- "A-Value" (Johann, 1982);
- răritură interactivă pe ecran.

Rezultatele programului constau în: date despre arborii individuali, tabele referitoare la arboret, relații diametru-înălțime, distribuția diametrelor și parametrii structurii. De asemenea, rezultatele pot fi reprezentate grafic tridimensional și se pot întocmi hărți ale arboretelor. Programul oferă și posibilitatea vizualizării creșterii arboretelor.

Programul forestier de simulare FVS, întocmit de Serviciul de Management Forestier din Fort Collins, SUA. FVS are la bază un model de creștere și producție independent de distanță pentru arborii individuali. Programul simulează creșterea și producția principalelor specii forestiere, tipurilor de pădure și arboretelor. El poate de asemenea simula o largă paletă de tratamente. Variantele programului au fost întocmite pentru zone geografice diferite din SUA. Programul inițial care a stat la baza lui FVS a fost Prognosis. În prezent, FVS a devenit un model național pentru SUA.

Programul FVS are trei componente care lucrează împreună pentru a simula creșterea arborilor și acțiunile de conducere a arboretelor: un model extins pentru arbori, un model redus și un model prestabilit. Există, de asemenea, și un model de mortalitate a arborilor.

FVS tratează un arboret ca o unitate populațională, folosind inventariile forestiere și datele privind arboretele.

Câteva dintre rezultatele ce pot fi vizualizate și cuantificate cu ajutorul acestui program sunt:

- evoluția unui arboret în următorii 5,10-100 de ani, fără intervenția umană;
- aplicarea mai multor tipuri de rărituri:
 - de sus, cu țelul de a avea un anumit număr de arbori la hectar;
 - de jos, cu țelul de a avea o anumită suprafață de bază;
 - de jos, cu lăsarea arborilor cu diametrul mai mic decât o anumită valoare, etc.
- stabilirea unor limite dimensionale și calitative ale buștenilor obținuți;
- tăierea tuturor arborilor dintr-o anumită specie, sau de un anumit diametru;
 - simularea regenerării naturale și artificiale;
 - simularea consecințelor unui incendiu, etc.

S-au întocmit extensii ale programului FVS pentru estimarea influenței altor factori asupra creșterilor, cum ar fi bolile sau defoliatorii.

Bibliografie

- GRACE J.C., ș.a., 1999: "Modelling branch development for forest management", New Zealand Journal of Forestry Science, vol. 29, nr. 3.
- HOULLIRE F., BOUCHON J., BIROT Y., 1991: „Modelisation de la dynamique des peuplements forestiers: etat et perspectives”, Revue forestieres francaise, nr.2.
- NAGEL J., ALBERT M., 2000: "BWINPro. Programm zur Bestandesanalyse und Prognose".
- REFLYE PH., BLAISE F., 1993: „Modelisation de l'architecture des arbres. Application forestieres et paysageres”, Revue forestiere francaise, nr. special.

SIMULATION MODELS USED IN FORESTRY IN THE PURPOSE OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

ABSTRACT

The paper contents: some general notion and a short historic of modeling; few examples of dynamic models used in forestry; a short presentation of two forest simulation models: BWINPro, made by Base Saxon Forest Institute, Goettingen, Germany and FVS, made by Fort Collins Forest Management Service, United States; some suggestions concerning sustainable forest management by using such models.