

Evoluția regenerării naturale de stejar pedunculat într-un șleau de luncă din Ocolul silvic București în contextul aplicării degajărilor prin metode diferite

M.-N. Ghinescu, P.T. Stăncioiu

Ghinescu M.-N., Stăncioiu P.T., 2024. The evolution of natural regeneration of pedunculate oak in a mixed species, riparian stand from the Bucharest Forest District in the context of applying different methods of cleaning-respacing. *Bucov. For.* 24(1): 23-42

Abstract. The research analyzed the growth of natural regeneration installed by group shelterwood in a mixed species riparian stand looking at: the influence of the position in the regeneration gaps (fertile edge of the gap; differences between the center and edge of gap) and the influence of the type of cleaning-respacing works on the growth of regeneration. Cleaning respacing was applied in three different ways: cutting from ground level the competing vegetation and breaking the stems of unwanted trees at 1/3 and 1/2 of the height of the oak trees chosen to be kept, respectively. For comparison, some control (no tending) areas were also set in the field. The results show that the fertile edge is in the south-west (size and biomass were significantly higher at this edge than in the north-east edge) indicating that summer heat is the limiting factor rather than shade. All measured variables (height, diameter, and total aboveground biomass) had significantly higher values in the center of the gap than at the edge. Thus, despite the thinning of the stand between gaps, competition with mature stands still plays an important role. The three methods of cleaning-respacing did not produce significant differences in the central area, although there appears to be a tendency for bottom cutting to result in trees with higher biomass than the other two cases. At the edge, where competition with the old stand dominates, the situation is similar. However, a negative effect on oak regeneration survival is observed (average number of saplings per sample area at the edge is only 8.7, compared to 14.2 and 13.1 saplings in the middle and central areas). So timely and consistent application of tending operations remains important. As the saplings, even at the gap edge, have reached (only seven years since regeneration process started) sizes well above those recommended (in the technical guidelines) as a threshold for applying the final felling, the regeneration period may be shorter than that provided for in the management plan.

Keywords: mixed species riparian forest, shelterwood, natural regeneration, fertile edge, total aboveground biomass, seedling growth, pedunculate oak.

Authors. Mugurel-Nicolae Ghinescu (mugurel.ghinescu@unitbv.ro) - Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Șirul Beethoven, nr. 1, 500123, Brașov, România și Regia Națională a Pădurilor-Romsilva, Direcția silvică Ilfov, Ocolul silvic București, str. Iani Buzoiani, nr. 15, sector 1, 011572 - București, România; Petru Tudor Stăncioiu - Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Șirul Beethoven, nr. 1, 500123, Brașov, România

Manuscript received May 11, 2024; revised Jun 12, 2024; accepted June 12, 2024; online first July 24, 2024.

Introducere

Stejarul pedunculat (*Quercus robur* L.) are un areal vast de răspândire în Europa, pornind din părțile sudice ale Norvegiei și Suediei și ajungând până în zona mediteraneană (Portugalia, Grecia și Turcia), în timp ce înspre est ajunge până la munții Urali (Jones 1959, Ducouso și Bordacs 2004). De asemenea, este una din cele mai valoroase specii forestiere în Europa, lemnul său, cu calități deosebite, având utilizări foarte diverse, cum sunt: construcții, mobilă (Praciak et al. 2013); butoaie pentru vinificație (Roloff et al. 2010, Garde-Cerdán și Ancín-Azpilicueta 2006); furnir, pardoseli (Savill 2019), iar în trecut chiar pentru construcția de nave (Jones 1959). Ca urmare, alături de gorun, stejarul pedunculat este considerat una din cele mai importante specii din punct de vedere economic la nivel european (Eaton et al. 2016). Pe lângă toate acestea, specia este deosebit de importantă și din punct de vedere conservativ, arboretele cu stejar fiind incluse în diverse tipuri de „habitate forestiere de interes comunitar”, printre care și cele din zonele joase, de câmpie (ex. - 91I0* Vegetație de silvostepă eurosiberiană cu *Quercus spp.*), inclusiv șleaurile din luncele râurilor (ex. - 91F0 Păduri mixte ripariene cu *Quercus robur*, *Ulmus laevis* și *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* sau *Fraxinus angustifolia* de-a lungul râurilor și fluviilor) (Doniță et al. 2005). Ca atare, obținerea unor arborete cu stejar pedunculat rămâne un deziderat important al silviculturii în prezent. Mai mult, regenerarea stejarului pedunculat pe cale naturală, din sămânță, este unul dintre obiectivele principale ale silviculturii actuale nu doar pentru a reduce costurile ci, mai ales, pentru promovarea proveniențelor locale, dar și a diversității genetice regionale, ca metodă eficientă pentru o adaptabilitate crescută la schimbările climatice preconizate și la efectele lor conexe.

Gospodărirea cu succes a acestor păduri, în care, pe lângă stejarul pedunculat, apar și numeroase alte specii (tei, carpen, ulm, frasin), presupune o atenție deosebită nu doar în ceea ce privește obținerea regenerării naturale ci și,

ulterior, în dezvoltarea arboretului, mai ales în etapa tinereții. Astfel, la momentul regenerării, se impune asigurarea unor condiții optime pentru o regenerare naturală abundentă și uniform distribuită a stejarului (Savill 2019, Aas et al. 2000). Ulterior, pentru menținerea în compoziție și obținerea unor arbori de calitate, gestionarea trebuie să urmărească cu atenție deosebită proporționarea amestecurilor și reglarea densității arboretelor (Savill 2019). Ambele procese (obținerea și menținerea/cresțerea) reprezintă însă provocări importante în prezent atât datorită frecvenței reduse a fructificațiilor abundente la stejarul pedunculat, cât și schimbării condițiilor staționale. Astfel, schimbările climatice creează condiții mai favorabile de dezvoltare pentru factorii perturbatori biotici și duc la exacerbarea efectelor negative ale acestora. La acestea se adaugă și introducerea accidentală a unor specii exotice de insecte și patogeni (ciuperci, virusuri, bacterii), care pun în pericol existența speciei. În plus, reducerea frecvenței inundațiilor din lunci, precum și coborârea nivelului pânzei freatice, sunt considerate drept cauze potențiale pentru declinul stejarului pedunculat în zonele de luncă (Stojanović et al. 2015).

Așadar, modul de obținere a regenerării și îngrijirea ulterioară a semințișurilor instalate pe cale naturală sunt elemente cheie în obținerea unor arborete stabile și productive. În acest sens, studiul de față a urmărit evoluția regenerării naturale instalate într-o pădure de șleau de luncă în urma aplicării tratamentului tăierilor progresive, în contextul aplicării unor lucrări de îngrijire (descopleșiri și degajări) în primii șapte ani după declanșarea procesului de regenerare. Întrucât tratamentul tăierilor progresive creează condiții de regenerare neuniforme (spațial) în arboret, este de așteptat ca regenerarea naturală să prezinte anumite particularități în ceea ce privește instalarea și dezvoltarea ulterioară. Astfel, în analiza dezvoltării regenerării naturale, trebuie luate în calcul două laturi ale competiției: cea cu alți indivizi din regenerare și cea cu arborii mari rămași pe picior. Prima formă este caracteristică zonei centrale, unde

nu se resimte competiția cu arborii mari de pe marginea ochiului, în timp ce în zonele de pe margine ambele forme sunt prezente. Ca urmare, în zona centrală a ochiurilor deschise prin tăieri, puieții de stejar pedunculat instalați ar beneficia de mai multă lumină, competiția fiind doar cu regenerarea din jur, nu și cu arborii mari rămași din arboretul matern. În zona de margine însă, cantitatea de lumină care ajunge la regenerare este mai redusă datorită arborilor mari rămași, deci competiția este atât cu regenerarea din jur, cât mai ales cu arborii mari. În consecință, este firesc ca dezvoltarea să fie diferită în aceste zone ale ochiurilor (adică dezvoltare viguroasă în zona centrală a ochiurilor; dezvoltare mai puțin viguroasă în zonele de margine). În plus, întrucât cantitatea de radiație solară care ajunge la regenerare este direct influențată de unghiul de înclinare al razelor solare și de momentul zilei, ne așteptăm să existe diferențe între porțiunile de la marginea ochiului cu poziții diferite din punct de vedere al punctelor cardinale, adică să existe o așa-zisă „margine fertilă”. Datorită faptului că locul cercetărilor se află în regiunea de câmpie din sudul țării (călduroasă, cu secete prelungite; lunca râului adâncită, accesul la apă fiind redus, și inundațiile puțin probabile), „marginea fertilă” ar trebui să fie preponderent spre centru-sud, comparativ cu zonele unde umiditatea este suficientă și unde partea fertilă a ochiului este în porțiunea de centru-nord (Diaci et al. 2007). Pe lângă aceste particularități datorate condițiilor staționale și competiției, aplicarea unor lucrări în mod diferențiat (tăiere de jos a vegetației competitoră sau frângere de la o anumită înălțime) ar trebui să producă diferențe de creștere regenerării din ochiuri. În timp ce eliminarea competiției prin tăierea de jos a exemplarelor competitoră ar trebui să stimuleze creșterea atât în diametru, cât și în înălțime, deci să asigure o biomasă superioară, cea prin frângerea exemplarelor de la o anumită înălțime comparativ cu cea a stejarilor pedunculat ce se doresc a fi promovați, ar trebui să stimuleze creșterea în înălțime și mai puțin cea în diametru. Pe de altă parte, lipsa lucrărilor (su-

prafețe martor) ar trebui să stimuleze cel mult creșterea în înălțime, cea în grosime fiind însă serios afectată sau, dacă puieții sunt umbriți de sus de alte exemplare din regenerare, chiar și cea în înălțime poate să fie afectată. În ceea ce privește competiția cu arborii mari, prezenți la marginea ochiurilor, aceasta ar trebui să se facă tot mai vizibilă pe măsură ce regenerarea crește întrucât, odată cu creșterea în dimensiune, cresc și nevoile de resurse, care însă sunt limitate de competiția cu arborii mari. Deci, ar trebui să vedem efecte mai vizibile ale lucrărilor de îngrijire, care controlează doar competiția cu regenerarea din jur, în zona centrală a ochiului și mai puțin pe margine.

Având în vedere toate aceste particularități, studiul de față, derulat într-un șleau de luncă parcurs cu tăieri progresive, a avut drept scop reliefarea particularităților regenerării naturale instalate în ochiuri în contextul aplicării în mod diferențiat al unor lucrări de îngrijire. Pentru atingerea acestuia, s-au urmărit următoarele obiective:

- detectarea efectului marginii fertile asupra creșterii regenerării naturale de stejar pedunculat instalate în ochiuri, după 7 sezoane de creștere (de la declanșarea tăierilor de regenerare);
- analiza efectului poziției în cuprinsul ochiurilor de regenerare asupra creșterii regenerării naturale de stejar pedunculat în contextul aplicării aceluiași tip de lucrare (tăiere de jos a vegetației competitoră) timp de 5 sezoane (până în anul 2017 inclusiv), precum și al aplicării unor tipuri diferite de intervenție (timp de 2 sezoane, până în anul 2019 inclusiv);
- detectarea efectelor tipului de lucrare asupra creșterii regenerării naturale de stejar pedunculat din ochiuri.

Materiale și metode

Locul cercetărilor

Cercetările s-au desfășurat într-un șleau de luncă aflat la sud de Municipiul București (45°16'45,12" lat. N; 26°06'54,66" long.

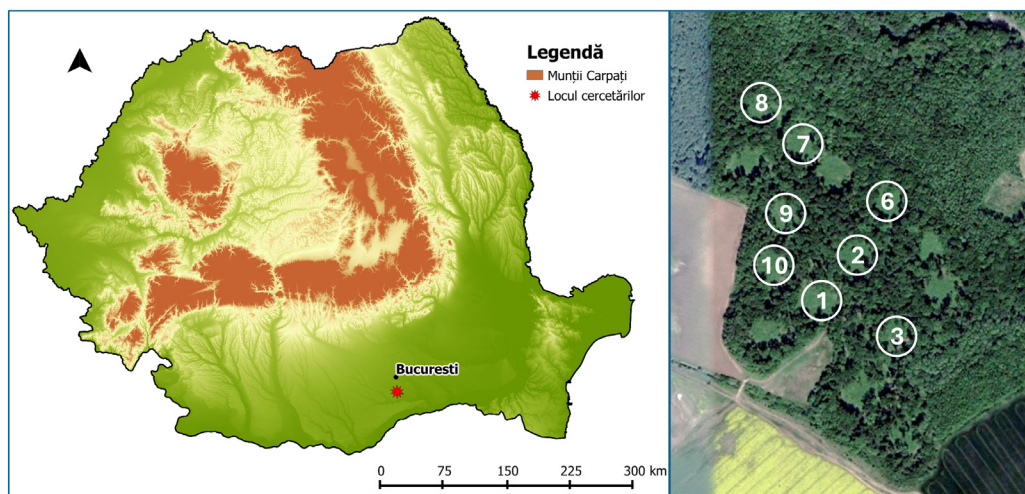


Figura 1 Locul cercetărilor (dreapta – detaliu cu ochiurile de regenerare; sursa: Google Earth).
Study site (right side – detail with regeneration gaps; source: Google Earth).

E) (Figura 1). Din punct de vedere administrativ, acesta face parte din unitatea de producție V Jilava (u.a. 54C din trupul de pădure Bartoneasa), proprietate publică a statului administrată de Ocolul silvic București din Direcția silvică Ilfov, subunitate a Regiei Naționale a Pădurilor – ROMSILVA. Trupul de pădure se află în lunca râului Sabar, la altitudinea de 65 m, pe un teren plan (platou). Climatul este tipic zonei de câmpie din sudul țării (temperat-continental), cu temperatura medie anuală de 10,5 °C și precipitații medii anuale de cca. 564 mm (Fick și Hijmans 2017).

În arboretul studiat, au fost aplicate tăieri de regenerare specifice tratamentului tăierilor progresive, după cum urmează:

- în toamna anului 2012, după o fructificație abundentă, s-a intervenit cu tăierea de deschidere a ochiurilor, prin care s-au deschis 15 ochiuri de regenerare, cu diametrul de cca. 1H-1,5H (H – înălțimea medie a arboretului). Cu această ocazie au fost îndepărtați toți arborii din alte specii, lăsându-se în ochiuri câteva exemplare semincere de stejar pedunculat. Consistența arboretului în ochiuri a fost astfel redusă la 0,2-0,4. În restul arboretului nu s-a intervenit;

- în primăvara anului 2014 s-a intervenit cu tăierea de lărgire a ochiurilor. Cu aceeași oca-

zie, porțiunea dintre ochiuri a fost parcursă cu lucrări de igienă și s-a extras semințișul preexistent neutilizabil de pe toată suprafața arboretului;

- în primăvara anului 2016, când s-a produs o nouă fructificație abundentă, s-a intervenit cu a treia tăiere, care a urmărit extragerea semincărilor rămăși în ochiuri, precum și rărirea arboretului dintre acestea (s-a redus consistența între ochiuri la 0,2-0,3).

De la declanșarea procesului de regenerare, în anul 2012, în ochiurile deschise s-a intervenit anual cu lucrări de îngrijire a semințișurilor: descopleșiri și extragerea semințișului preexistent neutilizabil, în caz de necesitate. După ce regenerarea naturală din ochiuri a realizat starea de masiv s-au aplicat lucrări de degajări. Până în anul 2017 acestea au constat în tăierea de jos a exemplarelor copleșitoare pentru stejarul pedunculat. Din 2017 până în 2019, pentru a cerceta efectul unor moduri diverse de aplicare, lucrările au fost executate în mod diferit, așa cum se va prezenta mai jos. Trebuie menționat faptul că după declanșarea procesului de regenerare, datorită unor „stropeli” care au existat între cei doi ani de fructificație, este posibil ca unii dintre puietii măsurați în piețele de probă să provină din evenimente diferite și ca atare să fie de vârste diferite. Astfel, prezența unor

indivizi de dimensiuni foarte mici comparativ cu restul arborilor din piață (și deci o parte din variabilitatea surprinsă de măsurători) se poate datora vârstei (momentului instalării) și nu neapărat condițiilor de creștere. Astfel de cazuri au fost însă foarte rar consemnate (șansele de germinare și supraviețuire fiind foarte reduse în desigurul deja existent), iar diferențele de vârstă foarte reduse (maxim 2 ani). Ca atare, considerăm că efectele acestui fenomen asupra rezultatelor sunt nesemnificative.

Metoda de lucru

În anul 2017 au fost alese pentru derularea cercetărilor opt ochiuri de regenerare (ochiurile nr. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10), din totalul celor 15 ochiuri deschise inițial în anul 2012 (Figura 1). Pentru a analiza efectele poziționării în cadrul ochiurilor de regenerare, în fiecare din aceste ochiuri s-au trasat două linii de eșantionare perpendiculare, urmând direcțiile S-N și respectiv E-V. Pe fiecare dintre acestea s-au amplasat câte șase suprafețe de probă, la 10 m distanță una de cealaltă (Figura 2). Acestea au avut formă pătrată (3 x 3 m), suprafața de 9 m², iar colțurile s-au materializat în teren cu țăruiși vopsiți cu vopsea roșie. Ulterior, în șase ochiuri, au fost efectuate lucrări de îngrijire (degajări) după 3 metode diferite: (1) în ochiurile 7 și 9 s-au efectuat degajări prin tăiere de jos a exemplarelor nedorite (numite în continuare „tăiere de jos”), (2) în ochiurile 1 și 10 s-au efectuat degajări prin frângerea exemplarelor nedorite la 1/3 din înălțimea stejarilor pedunculați aleși pentru a fi păstrați în viitor (numite în continuare „frângere de la 1/3”), (3) în ochiurile 6 și 8 s-au efectuat degajări prin frângerea exemplarelor nedorite la 1/2 din înălțimea stejarilor pedunculați aleși pentru a fi păstrați în viitor (numite în continuare „frângere de la 1/2”). Pe lângă aceste șase ochiuri, alte două ochiuri (2 și 3) nu s-au parcurs cu lucrări, fiind oprite ca suprafețe martor.

Pentru analize, similar altor cercetări anterioare (Modrow et al. 2020), dintre puieții existenți în fiecare suprafață de probă de 9 m², au

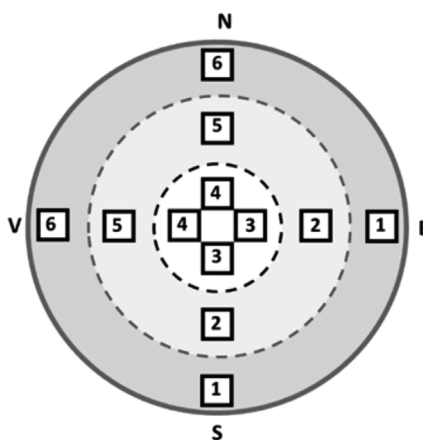


Figura 2 Direcțiile de eșantionare și modul de numerotare a suprafețelor de probă de-a lungul acestora (cu tonuri de gri zonele de influență din ochi: centrală, intermediară și de margine). *The two transects and the numbering of the research plots along them (with different gray tones the three zones of influence within the gap: central, intermediary, edge).*

fost alese cele mai înalte cinci exemplare de stejar pedunculat. Acest număr asigură o desime a speciei de 5.555 puieți la ha și, deci, un număr suficient de exemplare pentru a garanta succesul speciei în structura viitorului arboret, arborii aleși fiind în continuare favorizați prin lucrările de îngrijire și conducere a arboretelor. În cazul în care numărul exemplarelor de stejar pedunculat a fost mai mic decât cinci, au fost aleși toți indivizii prezenți. La exemplarele alese s-au măsurat: înălțimea (în cm), diametrul la colet (în mm) și s-a determinat și biomasa totală supraterană cu ajutorul unei formule alometrice (ecuația 1), bazată pe cele două variabile anterioare și obținută cu ajutorul setului de date din Blujdea et al. (2012), pus la dispoziție de Dutcă I. (com. pers., martie 2024).

$$BST = e^{-2,793} \times D_c^{1,7772} \times H^{0,6802} \times 1,02737 \quad (1)$$

unde,

BST – biomasa totală supraterană (include și frunzișul), în kg; D_c - diametrul la colet, în cm, H – înălțimea totală, în m; 1,02737 – factor de corecție calculat ca e^(0,2324*2/2).

Ulterior, pentru fiecare variabilă de mai sus, pe baza valorilor medii înregistrate, s-a realizat o analiză comparativă (test t):

- între diferitele zone ale ochiului (centrală, intermediară și de margine), pentru a analiza efectul poziționării în cadrul ochiurilor de regenerare;
- între suprafețe de margine din sud și vest , comparativ cu cele din nord și est, pentru a confirma/infirma caracterul limitativ al căldurii estivale (marginea fertilă datorată adăpostului oferit de arboretul matur);
- între tipurile de lucrare (martor – fără intervenții; tăiere de jos; frângere de la 1/2; frângere de la 1/3), pentru a analiza eventuale diferențe între efectul lucrărilor.

Analizele au fost realizate pe baza datelor obținute din piețele de probă (amplasate în cele opt ochiuri menționate mai sus), în doi ani diferiți: 2017 (la 5 ani de la începerea tăierilor de regenerare, perioadă în care lucrările asupra semînțişului instalat s-au efectuat uniform – prin aceeași metodă - în toate ochiurile) și în anul 2019 (după 2 sezoane de creștere în care s-au aplicat lucrări diferențiate).

În plus, pentru a vedea dacă eventualele diferențe între tipurile de lucrări efectuate (fără martor) se datorează regimului de iluminare din ochiuri rezultat în urma tăierilor de regenerare care au cuprins și porțiunile dintre ochiuri, unde arboretul matur a fost rărit, s-a recurs și la analiza acestuia. Ca atare, cu ajutorul unor fotografii hemisferice colectate cu sistemul WinScanopy (Regent Instruments, Canada) s-au analizat două variabile: gradul de deschidere a coronamentului („Canopy openness”) și procentul de lumină fotosintetică activă care ajunge la sol (PACL „Percentage of Above Canopy Light”). Cea de-a doua variabilă este exprimată ca procent din fluxul de fotoni fotosintetici (PPFD „Photosynthetic Photon Flux Density”) înregistrat deasupra coronamentului, care ajunge sub coronament, în punctul ales pentru determinare. Din considerente de timp, aceste măsurători s-au efectuat doar în ochiurile 1 (parcurs cu frângere de la 1/3), 8 (parcurs cu frângere de la 1/2) și 9 (parcurs cu tăiere de jos). În fiecare dintre acestea, pentru fiecare suprafață de probă de pe fiecare din cele două direcții de eşantionare

re alese, s-a înregistrat o fotografie la vârful celui mai înalt arbore din suprafață, pentru a surprinde influența arboretului matur, rămas în jurul ochiului. Fotografiiile au fost realizate în condiții de cer acoperit, cu discul solar invizibil. Ulterior, acestea au fost prelucrate cu programul dedicat (de la același producător, Regent Instruments, Canada) pentru analiza celor doi parametri menționați.

Rezultate

Marginea fertilă a ochiurilor (dimensiunile puietilor în marginea de sud și vest vs. nord și est)

În ceea ce privește marginea fertilă a ochiurilor, pentru marginea de sud și vest au fost analizate valorile din suprafețele cu numărul 6 de pe direcția est-vest și din suprafețele cu numărul 1 de pe direcția nord-sud. Pentru marginea de nord și est au fost utilizate valorile din suprafețele cu numărul 1 de pe direcția est-vest și din suprafețele cu numărul 6 de pe direcția nord-sud (Figura 2). Rezultatele arată că dimensiunile puietilor (înălțimea, diametrul la colet și biomasa supraterană totală) în marginea de sud și vest sunt semnificativ mai mari decât cele din marginea de nord și est a ochiurilor (Figura 3, Tabelul 1). Aceste diferențe existau și înainte de începerea lucrărilor diferențiate (anul 2017) și se păstrează și după aplicarea acestora timp de două sezoane de creștere, până în anul 2019.

Efectele competiției asupra creșterii regenerării (dimensiunile puietilor în funcție de poziția în interiorul ochiurilor de regenerare: centrală, intermediară, de margine)

Pentru a analiza efectul poziției în cuprinsul ochiurilor de regenerare, datele au fost cumulate pe trei zone: centrală, intermediară și de margine. Ca atare, datele pentru zona centrală provin din suprafețele cu numerele 3 și 4 de pe ambele direcții de eşantionare, cele pentru zonele intermediare din suprafețele 2 și 5 de pe ambele direcții de eşantionare, iar cele pentru zonele de margine din suprafețele cu numere-

Tabelul 1 Dimensiunile puietilor în suprafețele de probă din marginile dinspre sud și vest și respectiv nord și est ale ochiurilor și semnificația statistică a diferențelor dintre acestea (H – înălțimea, D_c – diametrul la colet, BST – biomasa supraterană totală)

Size of seedlings in the research plots from the Southern and Western edge and Northern and Eastern edge of regeneration gaps and the statistical significance of the differences between them (H – height, D_c – root collar diameter, BST – total aboveground biomass)

Variabila	Anul	valoare medie S-V	valoare medie N-E	test t (probabilitate p)
H (cm)	2017	96,56	59,07	0,000
	2019	198,06	110,41	0,000
D_c (mm)	2017	9,95	6,55	0,000
	2019	19,45	11,80	0,000
BST (kg)	2017	0,08	0,03	0,000
	2019	0,46	0,11	0,001

Tabelul 2 Valorile medii din suprafețe în funcție de poziția în cadrul ochiului (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală; C - centru; I - intermediar; M – margine; cu cifre îngroșate - diferențele semnificative statistic pentru un nivel de încredere de 95%)

The average values at plot level as a function of position inside the gap (H – height; D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass; C - center; I - intermediary; M – edge; in bold – significant differences for a 95% confidence level)

Variabila	Anul	C	I	M	test t (prob. p)	
H (cm)	2017	119,27	110,53	77,39	C vs. I	0,052
					C vs. M	1,74E-11
					I vs. M	5,03E-08
	2019	220,49	205,54	151,86	C vs. I	0,132
					C vs. M	1,10E-07
					I vs. M	1,49E-05
D_c (mm)	2017	11,34	10,71	8,21	C vs. I	0,126
					C vs. M	1,09E-08
					I vs. M	1,74E-06
	2019	19,79	19,40	15,41	C vs. I	0,655
					C vs. M	2,18E-04
					I vs. M	4,23E-04
BST (kg)	2017	0,10	0,09	0,05	C vs. I	0,093
					C vs. M	6,96E-07
					I vs. M	1,68E-04
	2019	0,52	0,40	0,27	C vs. I	0,034
					C vs. M	0,001
					I vs. M	0,044

le 1 și 6 de pe ambele direcții de eșantionare (Figura 2). În ceea ce privește regimul de lumină, rezultatele analizei fotografiilor hemisferice arată că, și în suprafețele de margine, procentul de lumină fotosintetic activă care ajunge la sol (PACL) este destul de ridicat (între 26,6% și 79,4%) cu o singură excepție (suprafața 1, din marginea ochiului, pe direcția S-N, ochiul nr. 8, unde valoarea este de doar 9,8%). Această situație este de altfel confirmată și de gradul

de deschidere a coronamentului în aceste zone (între 16,9% și 44,3%; cu o singură excepție, aceeași suprafață de margine, cu valoarea de 12,6%). În ciuda acestui fapt, datele cumulate pe toate ochiurile analizate arată că există o diferență clară în creșterea puietilor de la centru spre margine (Figura 4, Tabelul 2).

Diferențele între zona centrală și cea de margine sunt totdeauna semnificative indiferent de variabilă măsurată (înălțime, diametru și

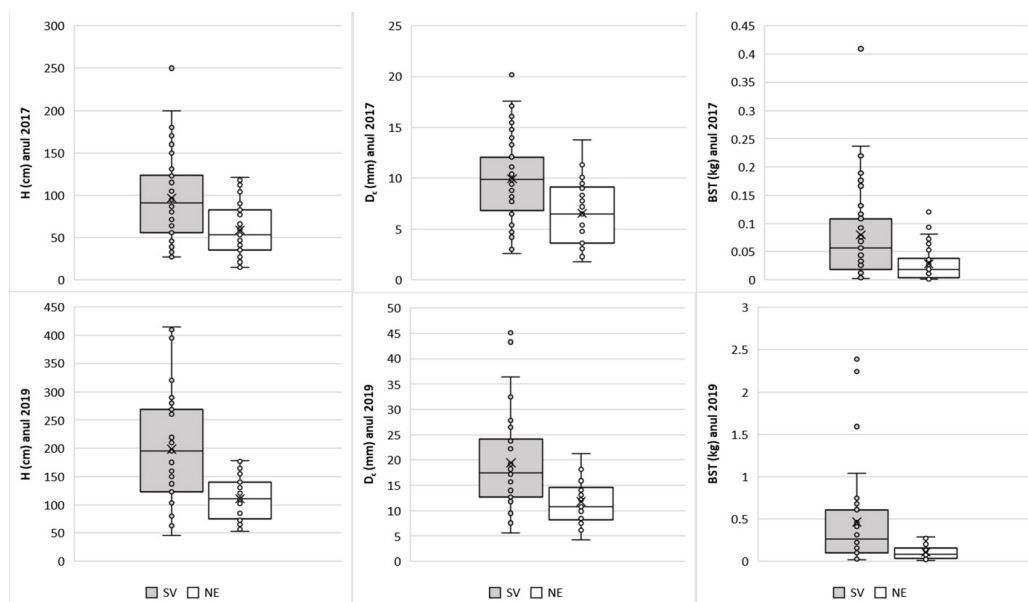


Figura 3 Dimensiunile celor mai înalți cinci stejari pedunculăți din suprafețele de probă aferente zonelor din marginile dinspre sud și vest și respectiv nord și est ale ochiurilor. În toate cazurile diferențele sunt statistic semnificative – vezi Tabelul 1 (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală) *Sizes of the five tallest oak seedlings in the research plots from the Southern and Western edges and Northern and Eastern edges of regeneration gaps. In all cases differences are statistically significant – see Table 1 (H – height; D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass).*

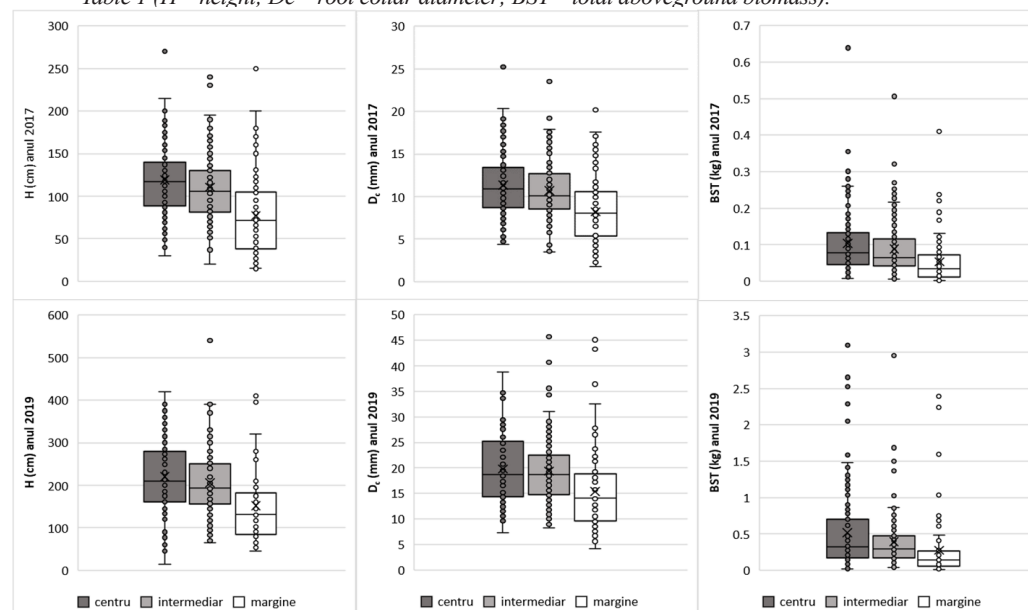


Figura 4 Dimensiunile celor mai înalți cinci stejari pedunculăți din suprafețele de probă aferente celor trei zone ale ochiurilor: centrală, intermediară și de margine (vezi Figura 2) (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală). *Sizes of the five tallest oak seedlings in the research plots from the three zones of the gap: central, intermediary and edge (see figure 2). (H – height; D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass)*

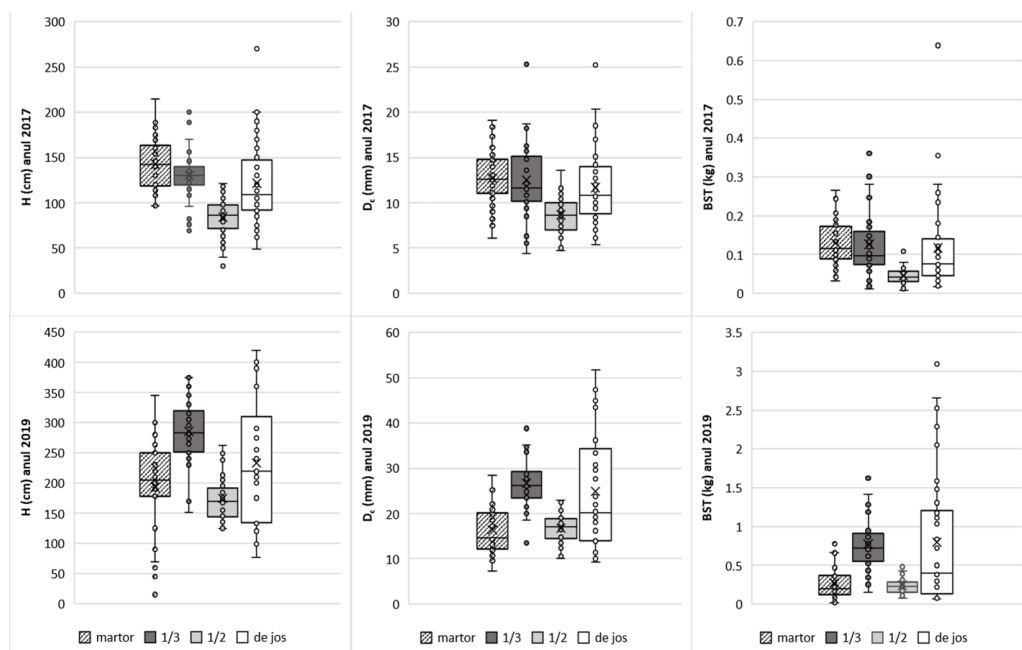


Figura 5 Dimensiunile celor mai înalți cinci stejari pedunculați din suprafețele de probă aferente celor trei zone ale ochiurilor: centrală, intermediară și de margine (vezi Figura 2) (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală).

Sizes of the five tallest oak seedlings in the research plots from the three zones of the gap: central, intermediary and edge (see figure 2). (H – height; D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass)

biomasă totală supraterană) și înainte de lucrările aplicate diferențiat (când lucrările au fost aplicate în același fel – tăiere de jos a exemplarelor competitorare), cât și după. Chiar dacă diferențele între zona centrală și cea intermediară nu sunt semnificative în general, acestea există, zona centrală rămânând cea mai favorabilă creșterii. În ceea ce privește diferențele între zona intermediară și cea de margine, în prima se înregistrează valori semnificativ mai mari ale variabilelor măsurate, care rămân și după lucrări. Trebuie, deci, remarcat faptul că aceste diferențe semnificative apar în ciuda faptului că în arboretul matur s-a intervenit și între ochiuri.

Efectele lucrărilor aplicate diferențiat asupra creșterii regenerării

În zona centrală a ochiurilor

Rezultatele arată că, la momentul începerii aplicării diferențiate a lucrărilor (anul 2017),

stejarii pedunculați din zona centrală a ochiurilor considerate ca „marmor” (în care nu se vor mai executa lucrări) aveau cele mai mari dimensiuni (Figura 5). Aceștia erau semnificativ mai înalți decât cei din ochiurile în care urmau să se facă degajări prin frângerea de la 1/2 și semnificativ mai înalți și mai groși decât cei în care urmau să se facă degajări prin tăiere de jos (Tabelul 3). De altfel, puieții din ochiurile prevăzute cu frângere de la 1/2 aveau dimensiuni (și implicit biomasă) semnificativ mai reduse decât cei din celelalte ochiuri, unde urmau să se facă alte tipuri de lucrări.

După efectuarea lucrărilor în mod diferențiat (2019), efectul este clar: exemplarele din suprafețele cu frângere de la 1/3 și cu tăiere de jos devin semnificativ mai mari, ca diametru și biomasă, decât cele din suprafețele marmor, pe când valorile din suprafețele cu frângere de la 1/2 devin apropiate - rămân mai mici, cu excepția diametrului, dar nesemnificativ statistic.

În ceea ce privește eventuale diferențe între

Tabelul 3 Dimensiunile puiștilor (valori medii) din zona centrală a ochiurilor în funcție de lucrarea executată în cadrul ochiului (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală; M – martor; 1/3 - frângere de la 1/3; 1/2 – frângere de la 1/2; de jos – tăiere de jos; cu cifre îngroșate – diferențele semnificative statistic pentru un nivel de încredere de 95%)

Size (average values) of seedlings in the research plots from the central part of regeneration gaps (H – height, D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass; M – control plots; 1/2 – breaking stems of competing vegetation at 1/2 of the height of oak seedlings; 1/3 – breaking stems of competing vegetation at 1/3 of the height of oak seedlings; de jos – cutting competing vegetation form ground level; in bold – significant differences for a 95% confidence level).

Variabila	Anul	M	1/3	1/2	de jos	test t (prob. p)	
H (cm)	2017	142,93	130,29	83,98	121,53	M vs. 1/3	0,071
						M vs. 1/2	3,25E-16
						M vs. de jos	0,014
						1/3 vs. 1/2	3,62E-10
						1/3 vs. de jos	0,322
						1/2 vs. de jos	1,25E-05
	2019	193,37	285,50	174,38	233,32	M vs. 1/3	6,63E-07
						M vs. 1/2	0,208
						M vs. de jos	0,080
						1/3 vs. 1/2	4,86E-13
						1/3 vs. de jos	0,014
						1/2 vs. de jos	0,004
D_c (mm)	2017	12,67	12,53	8,65	11,69	M vs. 1/3	0,867
						M vs. 1/2	5,00E-10
						M vs. de jos	0,226
						1/3 vs. 1/2	1,15E-05
						1/3 vs. de jos	0,394
						1/2 vs. de jos	1,22E-04
	2019	16,45	26,65	16,78	24,89	M vs. 1/3	7,33E-11
						M vs. 1/2	0,756
						M vs. de jos	0,001
						1/3 vs. 1/2	5,22E-12
						1/3 vs. de jos	0,456
						1/2 vs. de jos	7,69E-04
BST (kg)	2017	0,13	0,13	0,05	0,12	M vs. 1/3	0,845
						M vs. 1/2	1,73E-10
						M vs. de jos	0,540
						1/3 vs. 1/2	4,48E-06
						1/3 vs. de jos	0,689
						1/2 vs. de jos	4,80E-04
	2019	0,27	0,77	0,24	0,79	M vs. 1/3	3,19E-09
						M vs. 1/2	0,450
						M vs. de jos	0,001
						1/3 vs. 1/2	3,91E-10
						1/3 vs. de jos	0,897
						1/2 vs. de jos	0,001

cele trei tipuri de lucrări, stejarii pedunculăți din suprafețele cu frângere de la 1/2, care aveau dimensiuni semnificativ mai mici decât în cele în

care urmau să se facă altfel de lucrări, rămân mai mici și după lucrări, deci lucrările nu conduc la o diferență atât de mare încât să recupe-

Tablelul 4 Dimensiunile puiștilor (valori medii) din zona intermediară a ochiurilor în funcție de lucrarea executată în cadrul ochiului (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală; M – martor; 1/3 - frângere de la 1/3; 1/2 – frângere de la 1/2; de jos – tăiere de jos; cu cifre îngroșate – diferențele semnificative statistic pentru un nivel de încredere de 95%).

Size (average values) of seedlings in the research plots from the intermediary part of regeneration gaps (H – height, D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass; M – control plots; 1/2 – breaking stems of competing vegetation at 1/2 of the height of oak seedlings; 1/3 – breaking stems of competing vegetation at 1/3 of the height of oak seedlings; de jos – cutting competing vegetation from ground level; in bold – significant differences for a 95% confidence level)

Variabila	Anul	M	1/3	1/2	de jos	test t (prob. p)	
H (cm)	2017	121,88	125,78	89,92	105,15	M vs. 1/3	0,721
						M vs. 1/2	0,001
						M vs. de jos	0,102
						1/3 vs. 1/2	5,59E-06
						1/3 vs. de jos	0,013
						1/2 vs. de jos	0,010
	2019	202,36	254,34	163,51	196,86	M vs. 1/3	0,011
						M vs. 1/2	0,015
						M vs. de jos	0,747
						1/3 vs. 1/2	1,60E-06
						1/3 vs. de jos	0,003
						1/2 vs. de jos	0,015
D_c (mm)	2017	11,57	11,36	9,48	10,52	M vs. 1/3	0,826
						M vs. 1/2	0,007
						M vs. de jos	0,219
						1/3 vs. 1/2	0,008
						1/3 vs. de jos	0,290
						1/2 vs. de jos	0,062
	2019	16,50	22,99	17,22	19,75	M vs. 1/3	9,35E-05
						M vs. 1/2	0,538
						M vs. de jos	0,028
						1/3 vs. 1/2	1,70E-04
						1/3 vs. de jos	0,056
						1/2 vs. de jos	0,061
BST (kg)	2017	0,11	0,11	0,06	0,08	M vs. 1/3	0,915
						M vs. 1/2	0,001
						M vs. de jos	0,088
						1/3 vs. 1/2	6,37E-04
						1/3 vs. de jos	0,097
						1/2 vs. de jos	0,016
	2019	0,27	0,61	0,25	0,39	M vs. 1/3	0,001
						M vs. 1/2	0,559
						M vs. de jos	0,094
						1/3 vs. 1/2	1,60E-04
						1/3 vs. de jos	0,028
						1/2 vs. de jos	0,021

reze diferența de înălțime și diametru în 2 ani. În suprafețele în care urma să se facă frângere de la 1/3, înălțimile și diametrele erau mai mari în

2017 decât în ochiurile în care urma să se facă tăierea de jos, însă cu diferențe nesemnificative. După lucrări (în 2019), stejarii pedunculați din

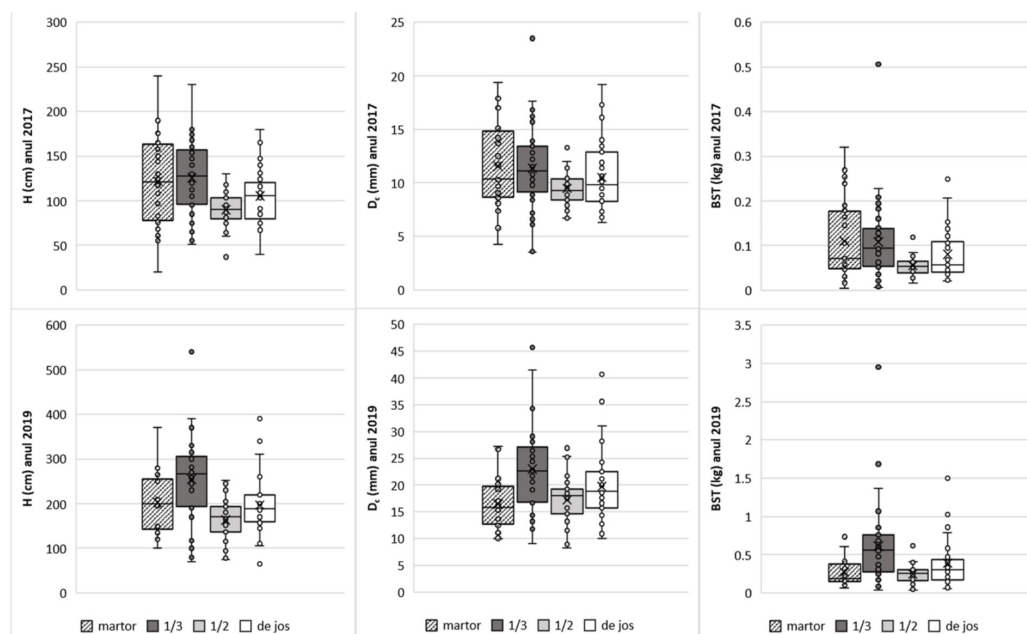


Figura 6 Dimensiunile celor mai înalți cinci stejari pedunculați din suprafețele de probă aferente zonei intermediare a ochiurilor în funcție de lucrările executate (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa suprațerană totală; 1/2 – frângere de la 1/2; 1/3 – frângere de la 1/3; tăierea de jos).

Size of the five tallest oak seedlings in the research plots from the intermediary areas of regeneration gaps as a function of the cleaning-respacing type (H – height; D_c – root collar diameter; BST – total above-ground biomass; marmor – control plots; 1/2 – breaking stems of competing vegetation at 1/2 of the height of oak seedlings; 1/3 – breaking stems of competing vegetation at 1/3 of the height of oak seedlings; de jos – cutting competing vegetation form ground level).

primul caz (frângere la 1/3) devin semnificativ mai înalți decât cei din ochiurile cu tăierea de jos. Acest lucru nu este surprinzător, întrucât în cazul frângerii de la 1/3 vegetația concurentă rămâne și este destul de înaltă și, ca atare, stimulează creșterea în înălțime a stejarelor pedunculați. În ceea ce privește diametrul, valorile rămân mai mari în cazul frângerii de la 1/3, dar diferența este tot ne semnificativă statistic, așa cum era și în 2017. Se observă însă pe grafic (Figura 5) un număr mai mare de arbori în cazul tăierii de jos care înregistrează valori mult deasupra mediei și superioare arborilor din ochiurile cu frângere de la 1/3. La biomasa, situația e similară cu cea de la diametre, diferența fiind ne semnificativă, deși de această dată media înregistrată în ochiul cu tăierea de jos este mai mare decât cea din ochiurile cu frângere de la 1/3. În plus, se observă și mai mulți arbori cu valori mult mai mari decât cele înregistrate în

cazul frângerii de la 1/3. Deci, foarte probabil, în timp, după repetarea lucrărilor se vor vedea efectele pozitive ale tăierii de jos (biomasă și dimensiuni semnificativ mai mari decât la frângerea de la 1/3).

În zona intermediară a ochiurilor

În anul 2017, înainte de aplicarea diferențiată a lucrărilor de îngrijire și conducere a arboretelor, stejarii pedunculați din suprafețele marmor aveau cele mai mari dimensiuni, la fel ca și în cazul suprafețelor centrale (Figura 6). Aceștia au, totuși, dimensiuni asemănătoare (diferențe ne semnificative statistic) cu cele din ochiurile în care urma să se facă frângere de la 1/3, însă semnificativ mai mari decât în cele în care urma să se facă frângerea de la 1/2 (Tabelul 4). La fel ca în cazul suprafețelor centrale, puișii din ochiurile prevăzute cu frângere de la 1/2 erau

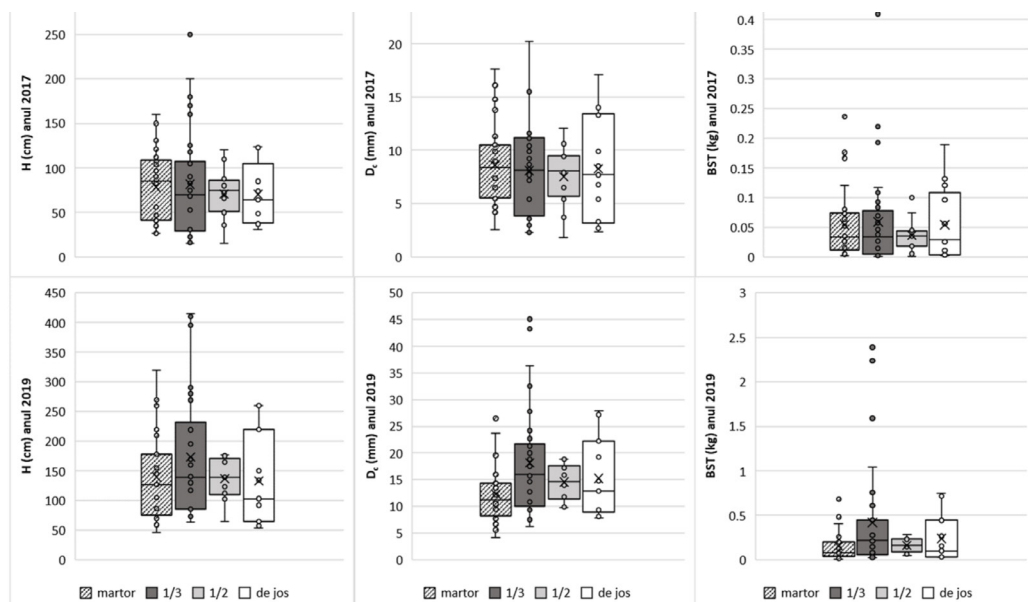


Figura 7 Dimensiunile celor mai înalți cinci stejari pedunculați din suprafețele de probă aferente zonei de margine a ochiurilor în funcție de lucrările executate (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa suprate-rană totală; 1/2 – frângere de la 1/2; 1/3 – frângere de la 1/3; tăierea de jos).

Size of the 5 tallest oak seedlings in the research plots from the edge of regeneration gaps as a function of the cleaning-respacing type (H – height; D_c – root collar diameter; BST – total aboveground biomass; martor – control plots; 1/2 – breaking stems of competing vegetation at 1/2 of the height of oak seedlings; 1/3 – breaking stems of competing vegetation at 1/3 of the height of oak seedlings; de jos – cutting competing vegetation from ground level).

în general semnificativ mai mici decât cei din celelalte ochiuri unde urmau să se facă celelalte tipuri de lucrări, cu excepția diametrului (ne-semnificativ mai mic față de cel din suprafețele cu tăiere de jos).

După efectuarea lucrărilor (2019), efectul nu este la fel de clar ca în cazul suprafețelor centrale. Situația se schimbă în cazul diametrului, unde valorile din suprafețele cu frângere de la 1/3 și cele cu tăiere de jos devin semnificativ mai mari decât în martor, iar cele din suprafețele cu frângere de la 1/2 recuperează din diferență, care devine nesemnificativă. Aceste schimbări se reflectă oarecum și în cadrul biomasei suprate-rane, unde însă doar valorile din suprafețele cu frângere de la 1/3 sunt semnificativ mai mari și cele din suprafețele cu frângere de la 1/2 recuperează din diferență, care devine nesemnificativă.

Referitor la diferențele dintre lucrările propriu-zise, inițial (2017) stejarii pedunculați din suprafețele cu frângere de la 1/2 aveau cele mai

mici dimensiuni, în general semnificativ mai mici, decât în cele în care urmau să se alfe de lucrări. Acestea au rămas la fel și după lucrări, deci lucrările nu produc așa o mare diferență încât să recupereze în 2 ani. În suprafețele în care urma să se facă frângere de la 1/3, înălțimile și diametrele erau mai mari în 2017 față de ochiurile în care urma să se facă tăierea de jos (diferențe semnificative la înălțimi și nesemnificative la diametre și biomasă). După lucrări (în 2019), situația a rămas neschimbată pentru diametru și înălțime însă, în mod surprinzător, pentru biomasa suprate-rană, stejarii pedunculați din primul caz (frângere la 1/3) înregistrează valori semnificativ mai mari decât cei din ochiurile cu tăierea de jos.

În zona de margine a ochiurilor

Înainte de aplicarea în mod diferențiat a lucrărilor (anul 2017), stejarii pedunculați din toate

Tablelul 5 Dimensiunile puietilor (valori medii) din zona de margine a ochiurilor în funcție de lucrarea executată în cadrul ochiului (H – înălțimea; D_c – diametrul la colet; BST – biomasa supraterană totală; M – martor; 1/3 - frângere de la 1/3; 1/2 – frângere de la 1/2; de jos – tăiere de jos; cu cifre îngroșate – diferențele semnificative statistic pentru un nivel de încredere de 95%).

Size (average values) of seedlings in the research plots from the edge of regeneration gaps (H – height, D_c – root collar diameter, BST – total aboveground biomass; M – control plots; 1/2 – breaking stems of competing vegetation at 1/2 of the height of oak seedlings; 1/3 – breaking stems of competing vegetation at 1/3 of the height of oak seedlings; de jos – cutting competing vegetation form ground level; in bold – significant differences for a 95% confidence level).

Variabila	Anul	M	1/3	1/2	de jos	test t (prob. p)	
H (cm)	2017	78,57	81,55	70,67	70,31	M vs. 1/3	0,811
						M vs. 1/2	0,483
						M vs. de jos	0,504
						1/3 vs. 1/2	0,416
						1/3 vs. de jos	0,433
	2019	139,74	173,03	136,80	133,18	1/2 vs. de jos	0,978
						M vs. 1/3	0,179
						M vs. 1/2	0,880
						M vs. de jos	0,820
						1/3 vs. 1/2	0,112
D_c (mm)	2017	8,60	8,08	7,51	8,28	1/3 vs. de jos	0,205
						1/2 vs. de jos	0,894
						M vs. 1/3	0,606
						M vs. 1/2	0,316
						M vs. de jos	0,837
	2019	12,30	18,15	14,56	15,24	1/3 vs. 1/2	0,611
						1/3 vs. de jos	0,899
						1/2 vs. de jos	0,635
						M vs. 1/3	0,012
						M vs. 1/2	0,160
BST (kg)	2017	0,05	0,06	0,04	0,05	M vs. de jos	0,275
						1/3 vs. 1/2	0,100
						1/3 vs. de jos	0,336
						1/2 vs. de jos	0,794
						M vs. 1/3	0,788
	2019	0,15	0,42	0,16	0,24	M vs. 1/2	0,184
						M vs. de jos	0,999
						1/3 vs. 1/2	0,177
						1/3 vs. de jos	0,830
						1/2 vs. de jos	0,357
						M vs. 1/3	0,031
						M vs. 1/2	0,834
						M vs. de jos	0,364
						1/3 vs. 1/2	0,034
						1/3 vs. de jos	0,204
						1/2 vs. de jos	0,400

ochiurile, în zonele de margine, aveau dimensiuni asemănătoare (diferențele înregistrate între înălțimile și diametrele medii și, implicit, bio-

masa arborilor, erau ne semnificative statistic). Deci, nu a existat nicio diferență semnificativă statistic între ochiurile martor și cele în care ur-

mează a fi aplicate lucrări diferențiate (Figura 7, Tabelul 5). După efectuarea lucrărilor (2019), situația a rămas asemănătoare. Deși, în cazul diametrului, în ochiurile unde s-a aplicat frângerea de la 1/3 a apărut o diferență semnificativă față de martor (media în martor este semnificativ mai mică), acest lucru se datorează unor valori extreme (trei valori), fără de care diferențele devin ne semnificative. La fel se întâmplă și în cazul biomasei, unde stejarii pedunculați din aceleași ochiuri (cu frângerea de la 1/3) au valori semnificativ mai mari decât cei din ochiurile martor. Și aici, însă, dacă se exclud cele două valori extreme (cele mai mari), diferențele devin ne semnificative.

În ceea ce privește diferențele între lucrările propriu-zise, înainte de aplicarea acestora (anul 2017), stejarii pedunculați din toate ochiurile aveau dimensiuni asemănătoare în zonele de margine (diferențele înregistrate între înălțimile și diametrele medii și, implicit, biomasa arborilor erau ne semnificative statistic). Deci, nu a existat nicio diferență semnificativă statistic între ochiurile în care urmează a fi aplicate lucrări diferențiate. După efectuarea lucrărilor (2019), situația a rămas asemănătoare. Deși, în cazul biomasei, în ochiurile unde s-a aplicat frângerea de la 1/3 a apărut o diferență semnificativă față de cele cu frângerea de la 1/2, unde media este semnificativ mai mică, acest lucru se datorează unor valori extreme (două valori) fără de care diferențele devin ne semnificative.

Discuții

Marginea fertilă a ochiurilor

În ceea ce privește marginea fertilă a ochiurilor, măsurătorile efectuate în anul 2017 asupra tuturor puiștilor de stejar pedunculat din suprafețele de probă, la nivelul tuturor ochiurilor, înainte de începerea lucrărilor diferențiate (Ghinescu et al. 2022), au arătat că dimensiunile puiștilor (înălțime și diametru la colet) cresc de la est spre centru, în continuare, spre vest, dimensiunile fiind destul de similare. În

cazul direcției nord-sud, creșterea dimensională pare să continue și dincolo de suprafețele centrale, spre cele din sud (Ghinescu et al. 2022). Deci, se constată influența luminării favorabile la vest în cursul dimineții și de adăpost temporar oferit de marginea din sud în perioadele călduroase ale zilei. Aceeași tendință și, deci, marginea fertilă, sunt confirmate de cei mai înalți cinci puiști de stejar pedunculat din fiecare suprafață aleși aici pentru analize, atât pentru anul 2017, cât și după două sezoane de creștere în care s-au aplicat lucrări diferențiate. Așadar, factorul limitativ în zonă rămâne uscăciunea datorată căldurii ridicate din timpul sezonului de vegetație, partea de sud și vest a ochiului fiind bine luminată dimineața, dar mai adăpostită la prânz și după masă, când căldura este excesivă. În plus, indiferent de aplicarea sau nu a lucrărilor, fiind incluse aici și suprafețele martor, diferențele se păstrează, confirmând încă o dată faptul că factorii staționali au rol determinant în distribuția neuniformă a calității spațiului de creștere la nivel de ochi și nu doar competiția, controlată prin lucrările aplicate. Ca atare, ochiurile trebuie să aibă mai degrabă o formă eliptică (axa mare pe direcția est-vest), iar răririle porțiunilor dintre ochiuri să fie neuniformă (la est mai mult, pentru a permite pătrunderea luminii; la vest mai puțin, pentru a limita pe cât posibil efectul advers al arșiței). Aceste rezultate confirmă, de asemenea, faptul că, în prezent, condițiile staționale (luncă adâncită, lipsa inundațiilor, uscăciune ridicată datorată unor condiții climatice mai atipice – secete mai prelungite față de deceniile trecute) sunt mai degrabă caracteristice unui șleau normal de câmpie (unde căldura și uscăciunea produsă afectează creșterea arborilor și, ca atare, prezența teiului și chiar a carpenului este normală - Pașcovschi 1967) și nu unuia tipic de luncă, unde umiditatea ar fi mai favorabilă datorită inundațiilor și, deci, prezența frasinului firească. De altfel, evoluția compoziției arboretului în ultimele decenii arată o tendință similară: proporția frasinului s-a redus, pe când cea a carpenului și teiului a crescut (Tabelele 1 și 3 din Ghinescu et al.

2022). Rezultate similare privind rolul decisiv al uscăciunii (datorată căldurii excesive în contextul unor precipitații reduse și lipsei inundațiilor) au fost raportate pentru regenerarea stejarului pedunculat atât în Ungaria (Erdős et al. 2021) cât și în Slovenia (Čater și Batič 2006).

Efectele competiției asupra creșterii regenerării (centru vs. intermediar vs. margine)

Referitor la efectul poziției în cuprinsul ochiurilor de regenerare, rezultatele confirmă efectul celor două tipuri de competiție descrise în partea introductivă: doar cu regenerarea din jur; atât cu regenerarea din jur, cât și cu arborii maturi rămași încă în arboret. Astfel, în centru, unde competiția este doar cu regenerarea din jur, creșterile sunt cele mai active (diferențe semnificative față de margine, unde partea supraterană este mai mică). Chiar dacă s-a rărit arboretul între ochiuri (iluminarea la margine este destul de bună - PACL în general mai mare de 50%; între 26,6% și 79,4%, cu o singură excepție, unde valoarea este de 9,8%) și regenerarea la margine a crescut bine (înălțimile medii la margine sunt deja de 1,5 m), competiția cu arboretul matur pare să joace încă un rol important, lucru de altfel confirmat și de alte cercetări (Annighöfer et al. 2015). Diferențele observate aici se pot datora și faptului că, atunci când lumina care ajunge sub coronament reprezintă mai puțin de 50% din cea care ajunge deasupra acestuia, stejarii pedunculați din regenerare investesc mai mult în rădăcini decât în partea supraterană (Modrow et al. 2020). Alte studii similare (Brezina și Dobrovlny 2011) au arătat că, la gorun, pentru o creștere viguroasă în înălțime, acest parametru ar trebui să înregistreze valori între 30 și 60%. În cazul studiului de față, în jumătate din suprafețele de margine în care s-au făcut fotografiile hemisferice (6 din 12), valorile PACL au fost de până la 50%, chiar dacă unele valori au fost apropiate de acest prag (41,0%, 47,9% și 48,2%). Deși fotografiile hemisferice s-au făcut doar în trei ochiuri (1, 8 și 9), tăierile de regenerare au fost aplicate simi-

lar în arboret în porțiunile dintre ochiuri, deci regimul de iluminare este foarte probabil asemănător și în cazul celorlalte ochiuri analizate.

Efectele lucrărilor aplicate diferențiat asupra creșterii regenerării

În zona centrală a ochiurilor

Așa cum era de așteptat, apar diferențe ca urmare a aplicării lucrărilor, acest lucru fiind evident în toate cazurile comparativ cu suprafețele martor. Desigur, efectul este parțial mascat de variabilitatea foarte mare existentă înainte de începerea aplicării lucrărilor (anul 2017), de altfel caracteristică regenerărilor naturale comparativ cu plantațiile, unde atât dimensiunea puieților, dar mai ales spațierea, sunt mult mai uniforme. Întrucât la mijlocul ochiurilor, influența arborilor de pe margine (competiția cu arboretul matern, mult mai înalt și cu sistem radicular mult mai bine dezvoltat) este nesemnificativă, competiția cu celelalte exemplare provenite din regenerare produce efecte evidente. În ceea ce privește diversele moduri de aplicare a lucrărilor, se pare că în zona centrală (unde lumina este suficientă – PACL > 60%) nu produc diferențe de creștere semnificative sau cel puțin nu pe termen scurt, deși apare o tendință ca tăierea de jos să conducă la arbori mai bine dezvoltați (adică indivizi cu biomasă superioară) decât în celelalte două cazuri.

Indiferent de lucrare (inclusiv în suprafețe martor), creșterea stejarelor pedunculați este deosebit de activă, înălțimile atinse după 7 ani de la inițierea procesului de regenerare fiind, în medie, de 2 m, cu multe valori chiar mai mari. În aceste zone, unde influența arboretului matur rămas încă pe picior nu se resimte, nu este de așteptat ca tăierile ulterioare (de lărgire a ochiurilor și cea de racordare a acestora) să aducă un aport important, astfel încât aplicarea sau întârzierea aplicării lor nu au efect

În zona intermediară a ochiurilor

Având în vedere că, în aceste suprafețe, pe

lângă competiția cu regenerarea din jur începe să fie resimțită și cea cu arboretul matern, este de așteptat ca rezultatele să nu mai fie atât de tranșante ca în cazurile extreme (suprafețe centrale – doar competiție cu regenerarea din jur; suprafețe de margine – competiție datorată majoritar arboretului matur). Astfel, se confirmă, de fapt, situația de tranziție între cele două (zona de centru a ochiurilor și cea de margine). În ciuda acestui fapt, așa cum s-a observat în studiul de față, dimensiunile puietilor din zona intermediară sunt apropiate de cele ale celor din zona centrală a ochiului, chiar dacă începe să se resimtă competiția cu arboretul matur. Ca atare, importanța aplicării lucrărilor silvotehnice este și mai mare.

În zona de margine a ochiurilor

Deși ne așteptam să se constate diferențe în ceea ce privește creșterea ca urmare a aplicării lucrărilor, acest lucru nu este evident în niciunul din cazuri, nici măcar comparativ cu suprafețele martor. Această situație se datorează foarte probabil faptului că, la margine, domină competiția cu arboretul matern, competiție care nu este afectată de lucrările de îngrijire și conducere, acestea controlând doar competiția cu regenerarea. Ca atare, efectul lucrărilor asupra competiției este mult redus, prin lucrări fiind controlată doar competiția cu alți arbori din regenerare, nu cu cei mari. Totuși, lipsa lucrărilor nu este recomandată, cel puțin la început, având în vedere că efectul competiției cu regenerarea din jur, cât și cu arborii maturi rămași pe picior, pare să aibă un efect negativ asupra supraviețuirii stejarilor pedunculați. Astfel, numărul de puiți prezenți în suprafețele de la margine este în general mai redus față de celelalte (de exemplu, numărul mediu este de doar 8,7 puiți pe suprafață de probă, față de suprafețele intermediare și cele de centru, unde găsim 14,2, respectiv 13,1 puiți pe suprafață).

Trebuie însă remarcat faptul că, indiferent de lucrare (inclusiv în suprafețele martor), creșterea stejarilor pedunculați este activă chiar și

în marginea ochiurilor, înălțimile atinse după 7 ani de la inițierea procesului de regenerare fiind în jur de 1,5 m, sau chiar mai mult în anumite cazuri. În aceste zone este de așteptat ca tăierile ulterioare (de lărgire a ochiurilor, respectiv de racordare a acestora), care vor înlătura competiția exercitată de arborii mari, să aducă un aport important asupra creșterii. Pe de altă parte, chiar dacă întârzierea aplicării lor are un efect negativ mai mult asupra acumulării de biomasă și nu duce la dispariția regenerării deja suficient de mare, prejudiciile care vor fi aduse cu ocazia lucrărilor de exploatare vor fi mult mai greu de evitat și mai ales de reparat, capacitatea de refacere după recepere fiind mai redusă decât în cazul puietilor de dimensiuni mici.

Efectele lucrărilor în general

Rezultatele obținute arată că, indiferent de lucrare (inclusiv în suprafețe martor), creșterea stejarilor pedunculați este deosebit de activă, înălțimile atinse de la inițierea procesului de regenerare fiind în medie de 1,5 m la marginea ochiurilor. În zonele centrale, valorile sunt și mai mari (în medie cca. 2 m, dar cu multe valori peste). Aici, însă, momentul aplicării tăierilor ulterioare (de lărgire a ochiurilor și de racordare a acestora) nu mai produce o diferență, puietii fiind deja independenți de condițiile arboretului matur și departe de pericolul zdrobirii cu ocazia tăierilor finale. În zonele de margine însă, întârzierea lucrărilor va duce nu doar la creșteri mai reduse ci, mai ales, la prejudicii importante în timpul exploatării, prejudicii greu de recuperat prin recepere și care, în lipsa recepării, conduc la arbori de calitate inferioară în viitorul arboret. Ca atare, în condiții favorabile instalării și dezvoltării regenerării naturale a stejarului pedunculat în astfel de arborete, aplicarea tratamentului „ca la carte” (cu periodicitate lungă a tăierilor de regenerare, de 15-30 ani - MMAP 2022) poate conduce la efecte mai degrabă negative asupra calității arboretelor tinere ce se instalează și, deci, la utilizarea

ineficiență a ocaziilor, și așa tot mai rare, în care nu doar fructificația stejarului pedunculat este suficientă pentru instalarea unei regenerări naturale, ci și condițiile staționale sunt favorabile unei creșteri ulterioare viguroase. Trebuie menționat faptul că în cazul de față creșterea activă chiar și la marginea ochiurilor (inclusiv în suprafețe martor) se datorează foarte probabil regimului favorabil de lumină realizat atât prin deschiderea de ochiuri suficient de mari cât și prin rădirea arboretului dintre ochiuri. Astfel, succesul nu se datorează doar capacității stejarului de a rezista (specia fiind competitivă prin longevitate, capacitatea de regenerare din lăstari și sămânță, creștere destul de rapidă și rezistență la umbră în primii ani – Götmark și Kiffer 2014) ci și condițiilor favorabile oferite prin tăierile de regenerare în cazul de față. De altfel, necesitatea deschiderii coronamentului prin ochiuri mari este o condiție necesară promovării stejarului în arborete amestecate cum sunt cele de șleau de luncă, mai ales în situațiile în care inundațiile (perturbările naturale tipice în aceste păduri și care produc efecte similare) nu mai au loc din cauze naturale sau antropice (Ortmann-Ajkai et al. 2017).

Concluzii

În ciuda variabilității dimensionale mari a puiștilor între ochiurile analizate, de altfel firească pentru regenerările naturale, instalate treptat, sub masiv, la 7 ani după declanșarea procesului de regenerare se pot trage câteva concluzii utile pentru practică. Astfel, folosirea părții fertile a ochiului din partea de sud și vest este indicată în contextul climatic actual chiar și în arborete din zone de luncă, uscăciunea accentuată devenind și aici un caz destul de comun. În ceea ce privește planificarea procesului de regenerare, deși s-a rărit arboretul între ochiuri și regenerarea la marginea ochiurilor a crescut în general bine, înălțimile medii la margine fiind deja de 1,5 m, competiția cu arboretul matur este încă importantă

și diferențele dimensionale sunt semnificative față de regenerarea din centrul ochiurilor. Ca atare, pe lângă aplicarea lucrărilor, eliberarea regenerării la momentul oportun devine un deziderat important, iar perioadele lungi de regenerare nu sunt totdeauna potrivite, mai ales în cazul unor regenerări valoroase, de dimensiuni mari, realizate într-un termen relativ scurt, cum este cazul de față. Studii similare (Annighöfer et al. 2015) susțin această idee arătând că prezența unui număr mare de seminceri e importantă pentru asigurarea instalării regenerării dar apoi, pentru dezvoltarea acestora (pe măsură ce puiștii cresc) lumina devine factor limitativ și arboretul matern trebuie îndepărtat. În ceea ce privește tipul de lucrare, întrucât în zona de margine nu apar diferențe semnificative între lucrări, valorile excepționale din cazul ochiurilor cu frânge de la 1/3 existând dinainte, nefiind deci un efect al lucrării propriu-zise, aplicarea celei mai ieftine metode pare să fie suficientă, până la îndepărtarea arboretului matern.

În zona centrală a ochiurilor, unde competiția este doar cu regenerarea din jur, lucrările au efectul cel mai vizibil comparativ cu situațiile în care nu se aplică lucrări, adică suprafețele martor. Putem spune, deci, că aplicarea lor nu este opțională. De altfel, studii recente (Mölder et al. 2019) arată că aplicarea la timp și din timp a lucrărilor de îngrijire este unul dintre cei mai importanți factori pentru obținerea unor arborete valoroase de stejar pedunculat. În ceea ce privește tipul de lucrare, nici în acest caz nu se văd diferențe semnificative statistic între diferitele tipuri de lucrări. Ca atare, și aici se poate opta pentru oricare dintre ele. Totuși, nu trebuie ignorat faptul că tăierea de jos, așa cum e de așteptat, pare să conducă la arbori mai bine dezvoltați (valorile excepționale, mai ales în ceea ce privește biomasa, sunt net superioare celor de la alte lucrări) decât în celelalte două cazuri. E de așteptat ca, în timp, diferențele să devină semnificative, ceea ce subliniază importanța acestui tip de lucrare, în ciuda costurilor mai ridicate, dacă se urmărește o creștere cât mai

rapidă atât în înălțime, cât și în grosime.

Dacă se dorește obținerea unor structuri mai mult sau mai puțin diversificate, de obicei obținute prin impunerea unor perioade de regenerare lungi, acestea se pot obține prin lucrări ulterioare (reținerea unor exemplare mature, lucrări diferențiate ca intensitate, instalare de regenerare în ochiuri prin plantații sau semănături), după ce arborii mari prevăzuți a fi extrași au fost îndepărtați. De altfel, transformarea spre structuri diversificate vertical (relativ pluriene) este indicat a fi începută în arborete mai tinere, în care etajul matur este încă viabil (Schütz 2001), pentru a putea fi prezent în structură până la instalarea altor etaje succesive (și pentru ca structura să devină într-adevăr diversificată și să rămână așa), operațiune care durează mult.

La final, trebuie menționat faptul că timpul relativ scurt avut la dispoziție precum și resursele limitate (în special în ceea ce privește efortul de măsurare în teren), nu au făcut posibilă extinderea cercetărilor în mai multe ochiuri de regenerare sau alte arborete de șleau de luncă. Variabilitatea ridicată întâlnită aici, caracteristică de altfel regenerărilor naturale (instalate treptat, pe perioade lungi de timp) poate masca efectele anumitor factori (cum sunt în acest caz lucrările de îngrijire). Ca atare, pentru a valida concluziile de aici și/sau pentru a îmbunătăți cunoștințele în acest domeniu, este recomandat ca în cercetările viitoare să fie inclus un număr mai mare de repetiții (ochiuri cu tipuri de lucrări diferite). De asemenea, etichetarea puieților din piețe, deși crește considerabil efortul pentru amplasarea cercetărilor, ar ajuta la analize mai detaliate asupra creșterii și supraviețuirii puieților instalați în regenerare precum și la identificare puieților care pot apărea pe parcurs, în ani cu stropeli (și astfel la explicarea unor diferențe datorate vârstei).

Mulțumiri

Autorii mulțumesc domnului conf. univ. dr. ing. Ioan Dutcă (Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatarea Forestiere) pentru punerea la

dispoziție a setului de date (din cadrul proiectului „Modelarea stocării carbonului în forme ecosistemice tranzitorii asociate schimbării utilizării terenurilor forestiere din Romania (FORLUC)”, 2007-2010, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării) necesar obținerii ecuației pentru calculul biomasei supraterane totale a puieților de stejar. De asemenea, mulțumesc referenților lucrării, pentru observațiile și sugestiile constructive care au dus la îmbunătățirea manuscrisului în vederea publicării.

Informații privind finanțarea

Lucrările s-au efectuat în cadrul stagiului de doctorat al primului autor, în cadrul Școlii Doctorale Interdisciplinare a Universității Transilvania din Brașov. Cercetările nu au beneficiat de nicio altă sursă de finanțare.

Contribuția autorilor

Ambii autori au participat în mod egal la analiza datelor și scrierea manuscrisului. Datele referitoare la creșteri au fost culese din teren de primul autor (GMN). Datele referitoare la regimul de lumină au fost culese de ambii autori.

Bibliografie

- Aas G., 2000. *Quercus robur* L., 1753. Stieleiche. În: Rolf A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B., Schütt P. (ed.), Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. Wiley-VCH, GmbH, Weinheim, Germany. pp. 1-16.
- Annghöfer P., Beckschäfer P., Vor T., Ammer C., 2015. Regeneration patterns of European oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L.) in dependence of environment and neighborhood. *PLoS one*, 10(8) : 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134935>
- Blujdea V. N. B., Pilli R., Dutca I., Ciuvat L., Abrudan I. V., 2012. Allometric biomass equations for young broadleaved trees in plantations in Romania. *Forest*

- Ecology and Management, 264 : 172-184. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.09.042>
- Březina I., Dobrovolný L., 2011. Natural regeneration of sessile oak under different light conditions. *Journal of Forest Science*, 57(8) : 359-368. <https://doi.org/10.17221/12/2011-JFS>
- Čater M., Batič F., 2006. Groundwater and light conditions as factors in the survival of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings. *European journal of forest research*, 125 : 419-426. <https://doi.org/10.1007/s10342-006-0134-6>
- Diaci J., Gyoerek N., Gliha J. Nagel T.A., 2008. Response of *Quercus robur* L. seedlings to north-south asymmetry of light within gaps in floodplain forests of Slovenia. *Annals of Forest Science*, 65(1) : 1-8. <https://doi.org/10.1051/forest:2007077>
- Doniță N., Paucă-Comănescu M., Popescu A., Mihăilescu S., Biriș I.A., 2005. Habitatele din România. Editura Tehnică Silvică, București: 496 p.
- Ducousso A., Bordacs S., 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy: 6 p.
- Eaton E., Caudullo G., Oliveira S., de Rigo D., 2016. *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. În: San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A. (ed.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, pp. 160-163.
- Erdős L., Szitár K., Öllerer K., Ónodi G., Kertész M., Török P., Baráth K., Tölgyesi C., Bátori Z., Somay L., Orbán I., 2021. Oak regeneration at the arid boundary of the temperate deciduous forest biome: insights from a seeding and watering experiment. *European Journal of Forest Research*, 140(3) : 589-601. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01344-x>
- Fick S.E., Hijmans R.J., 2017. WorldClim 2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12) : 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Garde-Cerdán, T. Ancín-Azpilicueta C., 2006. Review of quality factors on wine ageing in oak barrels. *Trends in Food Science & Technology*, 17(8) : 438-447. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.01.008>
- Ghinescu M.N., Nicolescu V.N., Stăncioiu P.T., 2022. Regenerarea naturală într-un șleau de luncă din Ocolul silvic București. *Bucovina Forestieră*, 22(1) : 7-20. <https://doi.org/10.4316/bf.2022.002>
- Götmark F., Kiffer C., 2014. Regeneration of oaks (*Quercus robur*/*Q. petraea*) and three other tree species during long-term succession after catastrophic disturbance (windthrow). *Plant Ecology*, 215 : 1067-1080 <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0365-4>
- Jones E.W., 1959. *Quercus* L. *Journal of Ecology*, 47(1) : 169-222. <https://doi.org/10.2307/2257253>
- MMAP, 2022. Ordin de ministru 2535/2022 pentru aprobarea Normelor tehnice privind alegerea și aplicarea tratamentelor și a Ghidului de bune practici privind alegerea și aplicarea tratamentelor. Monitorul Oficial, București, 70 p.
- Modrow T., Kuehne C., Saha S., Bauhus J., Pyttel P.L., 2020. Photosynthetic performance, height growth, and dominance of naturally regenerated sessile oak (*Quercus petraea* [Mattuschka] Liebl.) seedlings in small-scale canopy openings of varying sizes. *European Journal of Forest Research*, 139(1) : 41-52. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01238-7>
- Mölder A., Sennhenn-Reulen H., Fischer C., Rumpf H., Schönfelder E., Stockmann J., Nagel R. V., 2019. Success factors for high-quality oak forest (*Quercus robur*; *Q. petraea*) regeneration. *Forest Ecosystems*, 6(1) : 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0206-y>
- Ortmann-Ajkai A., Csicsek G., Lukács M., Horváth F., 2017). Regeneration patterns in a pedunculate oak (*Quercus robur* L.) strict forest reserve in southern Hungary. *Šumarski list*, 1-2 : 39-46. <https://doi.org/10.31298/sl.141.1-2.4>
- Pașcovschi S., 1967. Succesiunea speciilor forestiere. Editura Agro-Silvică, București, 318 p.
- Praciak A., Pasiiecznik N., Sheil D., Van Heist M., Sassen M., Correia C.S., Dixon C., Fyson G., Rushford K., Teeling C., 2013. *The CABI Encyclopedia of Forest Trees*. CABI, Oxford, 523 p.
- Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B., 2010. *Bäume Mitteleuropas-Von Aspe bis Zirbel-Kiefer*. (1st edn.), Wiley-VCH, Weinheim, 490 p.
- Savill P.S., 2019. *Quercus robur*. În: Savill P.S. (ed.), *The silviculture of trees used in British forestry* (3rd edn.), CABI, Boston, pp. 259-273. <https://doi.org/10.1079/9781786393920.0000>
- Schütz J.P., 2001. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management*, 151(1-3) : 87-94. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00699-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00699-X)
- Stojanović D.B., Levanić T., Matović B., Orlović S., 2015. Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. *European Journal of Forest Research*, 134 : 555-567. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0871-5>