

LESZEK BOLIBOK, HENRYK SZELIGOWSKI

Wpływ warunków siedliskowych, wielkości gniazda oraz położenia w jego obrębie na wysokość 6- i 10-letnich dębów szypułkowych (*Quercus robur* L.)

The influence of site conditions, opening size and location within a gap on height of 6- and 10-year-old pedunculate oaks (*Quercus robur* L.)

ABSTRACT

Leszek Bolibok, Henryk Szeligowski 2011. Wpływ warunków siedliskowych, wielkości gniazda oraz położenia w jego obrębie na wysokość 6- i 10-letnich dębów szypułkowych (*Quercus robur* L.). Sylwan 155 (2): 84-95.

The influence of artificial elliptical gaps (size 15 and 20 are) on height of young (6 and 10 year old) planted pedunculate oaks was investigated on fresh mixed-coniferous and fresh mixed-broadleaved forest site types. For each combination of age, site type and gap size four gaps were sampled. In each gap, 3 circular sampling plots of 3 m radius were placed in northern, central and southern part of gap. The analysis were carried out separately for 6- and 10-year-old oaks and proved that gap size did not have an influence on height of younger and older oaks. In both cases, site type influence had statistical importance, but the practical silvicultural importance of this difference was only for older oaks. The position within gap was not important for growth of younger oaks, but had an influence on the height of older ones in different manner in different site conditions. The mean height of older oaks growing in more fertile conditions had maximum value in the centre of artificial gaps and diminished towards the periphery. On less fertile site types older oaks were the lowest in the northern position and their height in southern and central part of gaps was comparable.

KEY WORDS

patch cutting, artificial gap, pedunculate oak, gap size, site type, spatial height variability

ADDRESSES

Leszek Bolibok – e-mail: leszek.bolibok@wl.sggw.pl

Henryk Szeligowski – e-mail: henryk.szeligowski@wl.sggw.pl

Katedra Hodowli Lasu; SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Popularną metodą wprowadzania domieszki dębu na siedliskach BMśw i LMśw w polskich lasach jest sadzenie go na gniazdach w ramach rębni gniazdowej zupełnej. Mimo powszechności takiego rozwiązania bardzo mało publikacji naukowych porusza kwestię optymalnej wielkości gniazd dla tego gatunku. Nieliczne prace w tym zakresie [Bellon i in. 1956] odnoszą się do wpływu wielkości gniazd na wzrost dębów odnawianych siewem i dodatkowo wzrastających w ciągu pierwszych kilku lat życia pod okapem drzewostanu [Zabielski i in. 1963; Zabielski 1967]. Bellon i in. [1956] podają, że 8-letni, pochodzący z siewu dąb na siedlisku LMśw na gniazdach 4-6-arowych „wyraźnie odczuwał brak światła”. Badania prowadzone na siedlisku BMśw [Zabielski i in. 1963; Zabielski 1967] sugerują, że optymalna wielkość gniazda w tych warunkach wynosi 15 arów. Ustępują im gniazda 10-arowe, a zdecydowanie najgorsze okazały się gniazda 25-arowe, ale, jak

podkreślają autorzy, dęby na tych ostatnich w okresie badań były zdecydowanie bardziej uszkodzone przez zwierzyńcę niż na gniazdach innych klas wielkości.

Obecnie odnowienie dębu siewem jest rzadko praktykowane. Częściej stosowane jest zastosoowanie dwuletniego lub starszego materiału sadzeniowego, który może mieć dość odmienne wymagania w porównaniu do odnowień powstałych z siewów. Wielkość gniazd, jak też część gniazda optymalna dla odnowień dębowych zakładanych siewem, nie musi być optymalna dla odnowień powstałych z sadzenia. Badania nad wpływem wielkości gniazda na odnowienia dębu *Quercus michauxii* z siewu [Collins, Battaglia 2002, 2008] wykazały, że lokalizacje najlepsze dla powstawanie wschodów i wczesnego rozwoju nalotów (raczej cieniste) nie muszą być najlepsze dla rozwoju podrostów. Badania Čatera i Batiča [2006] wskazują, że młode dęby z sadzenia gorzej znoszą wahania poziomu wód gruntowych (głównie spadek) niż dęby z odnowienia naturalnego rosnące zarówno w warunkach ocienienia przez drzewostan maceczny, jak też w warunkach pełnego dostępu światła.

Zalecenia dotyczące wielkości gniazd w podstawowych podręcznikach hodowli lasu [Puchalski, Prusinkiewicz 1990; Jaworski 1995; Puchalski 2000] mają bardzo ogólny charakter i nie informują o możliwościach optymalizacji gniazd dla odnowień sztucznych powstałych z sadzenia. Bernadzki [2000] zaleca do wysadzania dębów tworzenie gniazd o powierzchni 15-20 arów, o szerokości równej 1,5 wysokości otaczającego drzewostanu i długości równej dwóm wysokościami. Brakuje jednak empirycznych danych opisujących ewentualną interakcję między wielkością gniazd i warunkami siedliskowymi. Również kwestia przestrzennego zróżnicowania wysokości odnowień dębowych w obrębie gniazda jest prawie nieporuszana [Bolibok, Auchimik 2010].

Celem badań przedstawionych w niniejszym artykule było określenie czy wielkość gniazda i położenie w jego obrębie mają wpływ na wysokość dębów w wieku 6 i 10 lat. W przypadku każdego z wymienionych czynników hipotezą zerową jest założenie o braku takiego wpływu. Ogólna wiedza przyrodnicza każe spodziewać się, że na żyzniejszym siedlisku dęby będą przyrastać na wysokość silniej, ale ponieważ brak badań przeprowadzonych na gniazdach potwierdzających to przypuszczenie, również i w tym przypadku hipoteza zerowa zakłada brak wpływu tego czynnika. Przeprowadzone doświadczenie ma odpowiedzieć na praktyczne pytanie o to, czy manipulacja wielkością gniazd zmienia w istotny sposób reakcję wzrostową odnowień i może prowadzić do lepszych wyników hodowlanych na różnych siedliskach.

Materiał i metody

TEREN I OBIEKTY BADAŃ. Badania zostały przeprowadzone na terenie Nadleśnictwa Parczew (RDLP Lublin), które według regionalizacji przyrodniczo-leśnej położone jest w 5. Dzielnicy Niziny Podlaskiej i Wysoczyzny Siedleckiej oraz 6. Dzielnicy Polesia Podlaskiego IV Krainy Mazowiecko-Podlaskiej. W zależności od roku, opady wynoszą tu od 420 do 590 mm. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 7,4°C. Przymrozki jesienne występują w końcu września lub w pierwszej dekadzie października, natomiast przymrozki wiosenne zdarzają się jeszcze w maju, a niekiedy nawet i w czerwcu, co ma ujemny wpływ szczególnie na uprawy gatunków liściastych. Dni mroźnych jest 40-55, dni z przymrozkami 120-125 [Operat... 2008].

Obserwacje terenowe przeprowadzono w lasach gospodarczych obrębu Parczew na gniazdach zakładanych w ramach rutynowych prac odnowieniowych w litych drzewostanach sosnowych lub w wydzieleniach z małą domieszką innych gatunków (dąb, brzoza, grab), rosnących na siedlisku BMśw lub LMśw. Do założenia badanych odnowień wykorzystany został dwuletni materiał sadzeniowy Db 2/0 wyprodukowany w szkółce Nadleśnictwa Parczew. Dęby były sa-

dzone wiosną po przygotowaniu gleby w bruzdy. Ponieważ w badaniach wykorzystano odnowienia w drzewostanach gospodarczych, wcześniej niemonitorowanych, dokonano preselekcji gniazd, której celem było wyeliminowanie czynników mogących wprowadzić przypadkową zmienność. Po przeglądzie w terenie zrezygnowano z badania drzewostanów wschodniej części obrębu Sosnowica, gdzie na gniazdach z odnowieniami w wybranym do badań wieku na siedlisku BMśw dominowała roślinność borowa (wrzos), a dęby rosły zdecydowanie gorzej niż w pozostałych częściach nadleśnictwa. Ponadto pomijano gniazda, które założono w drzewostanach położonych w pobliżu granicy siedlisk, szczególnie jeżeli charakter (pokrycie, wysokość, skład gatunkowy) roślinności zielnej sugerował, że gradient żyzności jest dość łagodny i warunki siedliskowe mogą być zawyżone lub zaniżone w stosunku do podanych w operacie. Ponieważ badane gniazda nie były grodzone, nie brano pod uwagę tych gniazd, na których odnowienia wykazywały oznaki intensywnych uszkodzeń przez zwierzyne. Po uwzględnieniu powyższych warunków, jedynymi kryteriami dalszej selekcji gniazd były ich orientacja w przestrzeni i wymiary. Obserwacje prowadzono tylko na gniazdach o kształcie eliptycznym, o dłuższej osi zorientowanej w kierunku wschód-zachód (lub zbliżonej do tego kierunku, z odchyleniem $\pm 30^\circ$). Za umowną granicę gniazda przyjmowano wielobok o wierzchołkach wyznaczonych przez pnie starych drzew otaczających gniazdo. W przypadku gniazd ze starszymi dębami ta metodyka musiała być w kilku przypadkach zmodyfikowana. Gniazda te były wykonywane w ten sposób, że w części centralnej usuwano wszystkie drzewa, a w części obwodowej wprowadzano dąb pod okap przeredzonego drzewostanu. Z tego powodu do badań wybrano tylko te gniazda, gdzie zagęszczenie drzew otaczającego drzewostanu pozwalało na jednoznaczne wytyczenie granicy gniazda. W nielicznych przypadkach zdecydowano się na objęcie pomiarami gniazd, w których po wyznaczeniu granicy, wewnątrz gniazda znajdowało się nie więcej jak 5 (i tylko w częściach obwodowych) drzew starej generacji.

Przed pomiarem drzewek mierzono dłuższą i krótszą oś gniazda, a następnie obliczano jego powierzchnię stosując wzór na pole powierzchni elipsy. Ze względu na małą zmienność wielkości gniazd w badanych drzewostanach możliwe było przetestowanie jedynie dwóch klas wielkości gniazd: 15 i 20 arów. Ostatecznie do badań zakwalifikowano 32 gniazda. Dla każdego badanego siedliska i dla każdej badanej klasy wielkości gniazd (w obrębie siedliska) pomierzono odnowienia na czterech gniazdach. Jeżeli powierzchnia gniazda była większa niż 12,28 arów i mniejsza niż 16,73 ara, to gniazdo było zakwalifikowane do klasy wielkości 15 arów. Średnia wielkość gniazda w tej klasie wynosiła 14,70 ara. Do klasy 20 arów kwalifikowano gniazda o wyliczonej powierzchni z zakresu od 18,14 do 23,28 ara. Średnia wielkość gniazda w tej klasie wynosiła 20,27 ara. Na badanych gniazdach odnowienie powstało przez wysadzenie dwuletnich sadzonek. Młodsze dęby po 4 latach wzrostu na gnieździe miały więc 6 lat, a starsze po 8 latach wzrostu – 10 lat.

POMIARY TERENOWE. Na każdym gnieździe na trzech kołowych powierzchniach próbnych o promieniu 3 metrów mierzono wysokości wszystkich dębów (pomijano odrosła) za pomocą przymiaru z dokładnością do 1 cm. Powierzchnie próbne były rozmieszczane wzdłuż krótszej osi gniazda na kierunku N-S w północnej (N), centralnej (C) i południowej (S) części. Środki powierzchni skrajnych były oddalone o 9 metrów od brzegu gniazda, jedynie w największych gniazdach (29-32 m szerokości) odległość tę zmniejszono do 8 metrów. Takie położenie powierzchni skrajnych zastosowano w celu uniknięcia pomiaru drzewek znajdujących się pod największym wpływem systemów korzeniowych starych drzew otaczających gniazdo (5-6 m od drzewa). Środek centralnej powierzchni próbnej (C) zawsze znajdował się w połowie krótszej osi gniazda.

ANALIZA STATYSTYCZNA. Po wykonaniu pomiarów okazało się, że całkowita liczba dębów pomierzonych na kołowych powierzchniach próbnych w poszczególnych wariantach doświadczenia różni się dość znacznie (tab. 1), co powoduje nieortogonalny układ doświadczenia. Do porównania wpływu badanych czynników na kształtowanie się wysokości dębów wykorzystano test rang Kruskala-Wallisa oraz odpowiedni dla niego test porównań wielokrotnych [Conover 1999], w których nie jest wymagana równa liczebność obserwacji we wszystkich wariantach doświadczenia. Do obliczeń wykorzystano implementację tych testów z biblioteki procedur „agricolae” [de Mendiburu 2009] napisanej dla pakietu R (<http://www.R-project.org>). Jako jednostkę statystyczną traktowano wynik pomiaru wysokości z pojedynczego drzewa. Dla dużej liczby jednostek statystycznych siła testu Kruskala-Wallisa jest porównywalna z klasycznym testem F, a więc nie zachodzi obawa, że istotność różnic została „pochopnie” zaakceptowana.

Ponieważ uwzględnienie wszystkich badanych czynników i ich poziomów daje wiele wariantów doświadczalnych, dla większej przejrzystości analizę przeprowadzono dwukrotnie. Za pierwszym razem testowano wpływ warunków siedliskowych i wielkości gniazda na wzrost dębów bez uwzględnienia ich położenia na gnieździe, co dało tylko cztery warianty. W drugim podejściu testowano wpływ wszystkich badanych czynników, co dało dwanaście wariantów doświadczenia. W analizach statystycznych przyjęto poziomo istotności $\alpha=5\%$.

Wyniki

Pomiary wykonano na początku września 2008 roku, w ramach badań prowadzonych na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych [Andrzejczyk i in. 2009]. Na badanych gniazdach łącznie pomierzono 979 dębów sześciolletnich i 1034 dęby dziesięcioletnie. Wyniki analizy uwzględniającej tylko dwa czynniki (siedlisko i wielkość gniazda) przedstawiono w tabeli 1. Wysokość dębów w badanych wariantach doświadczenia różni się istotnie. Zaobserwowano trzy grupy jednorodne, łączące takie same warianty doświadczenia zarówno dla dębów 6-, jak i 10-letnich. Wysokość dębów rosnących na siedlisku BMśw nie różniła się istotnie w wariantach uwzględniających wielkość gniazda. Dęby rosnące na siedlisku LMśw różniły się istotnie od dębów rosnących na siedlisku BMśw, ale też różniły się w przypadku gniazd 15 i 20-letnich.

Tabela 1.

Wyniki testu Kruskala-Wallisa i testu porównań wielokrotnych dla wariantów doświadczenia nieuwzględniających położenia na gnieździe

Results of Kruskal-Wallis test and multiple comparison test for experiment treatments without location in artificial gap

Wariant	Średnia rang	Grupy	Liczba drzew	Średnia wysokość [cm]
Dęby 6-letnie				
LMśw20	634,9	A	240	78,7
LMśw15	585,8	B	207	68,6
BMśw20	398,2	C	262	51,6
BMśw15	376,8	C	270	51,1
Dęby 10-letnie				
LMśw20	745,9	A	264	287,0
LMśw15	675,8	B	221	260,2
BMśw20	350,3	C	282	149,4
BMśw15	337,2	C	267	144,8

Litery oznaczają grupy jednorodne dla danego wieku drzew
Letters indicate homogeneous groups for given tree age

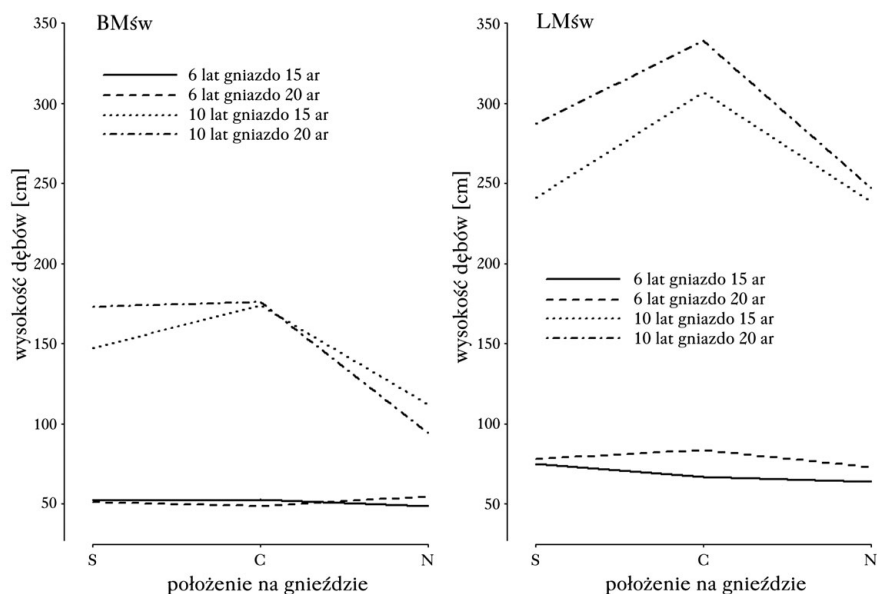
Wyniki analizy uwzględniającej wpływ trzech czynników (siedlisko, wielkość gniazda, położenie w obrębie gniazda) na kształtowanie się wysokości dębów przedstawiono w tabeli 2, natomiast średnią wysokość dębów w poszczególnych położeniach na badanych gniazdach na rycinie. Podobnie jak poprzednio, odrzucono hipotezę, że wysokości dębów we wszystkich analizowanych wariantach doświadczenia są porównywalne. Po uwzględnieniu położenia w obrębie gniazda można zauważyć, że jednorodne grupy wariantów są różne dla analizowanych grup wiekowych. W przypadku dębów młodszych większość wariantów doświadczenia należy do dwóch grup jednorodnych, co oznacza małe zróżnicowanie wysokości drzewek między wariantami. Na podkreślenie zasługuje jednak fakt, że grupy jednorodne obejmujące warianty z siedliska BMśw nie obejmują wariantów z siedliska LMśw i na odwrót, co wskazuje, że najważniejszym czynnikiem różnicującym wysokość 6-letnich dębów było siedlisko. W przypadku dębów 10-letnich, żaden z badanych wariantów nie należy do dwóch grup jednorodnych, co podkreśla większe zróżnicowanie wysokości drzewek między wariantami. Mimo jednoznacznego rozdzielenia wariantów do poszczególnych grup jednorodnych, żadna grupa jednorodna nie zawiera wariantów obejmujących tylko jedną wielkość gniazda. Natomiast tak jak w przypadku drzewek 6-letnich, grupy jednorodne obejmujące warianty z siedliska BMśw i LMśw są rozłączne.

Tabela 2.

Wyniki testu Kruskala-Wallisa i testu porównań wielokrotnych dla wariantów doświadczenia uwzględniających położenie na gnieździe

Results of Kruskal-Wallis test and multiple comparison test for experiment treatments with location in artificial gap

Wariant	Średnia rang	Grupy	Liczba drzew
Dęby 6-letnie			
LMśw20C	668,4	ABCDEF	86
LMśw20S	650,1	AB	78
LMśw15S	630,3	AB	66
LMśw15C	588,0	BC	73
LMśw20N	581,4	BC	76
LMśw15N	540,3	C	68
BMśw20N	430,8	D	84
BMśw15C	402,5	DE	92
BMśw20S	401,9	DE	87
BMśw15S	383,4	DE	89
BMśw20C	364,7	DE	91
BMśw15N	343,6	E	89
Dęby 10-letnie			
LMśw20C	852,6	A	78
LMśw15C	784,5	B	68
LMśw20S	748,9	B	85
LMśw20N	661,0	C	101
LMśw15N	630,6	C	85
LMśw15S	623,7	C	68
BMśw20C	440,9	D	90
BMśw15C	435,3	D	94
BMśw20S	428,8	D	104
BMśw15S	343,7	E	84
BMśw15N	227,4	F	89
BMśw20N	164,9	F	88



Ryc.

Średnia wysokość dębów w różnych częściach badanych gniazd w zależności od typu siedliska
 Mean height of oaks growing in different parts of artificial gaps formed on various forest site types

Dyskusja

Użyty w analizie statystycznej test Kruskala-Wallisa bazuje na średniej wartości rang przypisanych obserwacjom w poszczególnych wariantach doświadczenia. Ponieważ wartości te są dość abstrakcyjne, w dalszej części artykułu kształtowanie się wysokości drzewek w omawianym wariantcie doświadczenia będzie ilustrowane za pomocą wartości średniej, ale porównania zawsze będą się odnosić do wyniku testu rang. Wynik testu Kruskala-Wallisa pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej o podobieństwie rozkładu wysokości drzewek we wszystkich analizowanych wariantach doświadczenia. Patrząc jednak na średnią wysokość, jaką osiągnęły drzewka w poszczególnych wariantach doświadczenia (tab. 1, ryc.), należy zachować powściągliwość w interpretacji wyników, ponieważ istotność statystyczna nie musi oznaczać biologicznej istotności obserwowanych różnic [Johnson 1999; Martínez-Abraín 2008]. Jak zauważa Martínez-Abraín [2007], z biologicznego punktu widzenia pytanie „czy średnie wartości wybranej cechy różnią się istotnie w badanych populacjach?” nie musi dać istotnej przyrodniczo odpowiedzi. Lepsze jest pytanie o to, czy różnica między wartościami wybranej cechy w badanych populacjach jest większa od pewnej wartości progowej, która ma znaczenie biologiczne istotne dla analizowanego problemu. Analiza statystyczna ma jedynie potwierdzić czy ze względu na obserwowaną w badanych populacjach zmienność i wielkość pobranej próby obserwowana różnica (która mogłaby mieć znaczenie biologiczne) nie jest dziełem przypadku. W dalszej części akcentowane będzie znaczenie hodowlane zaobserwowanych różnic.

Żyżność siedliska (określana w doświadczeniu przez siedliskowy typ lasu), jak tego można się było spodziewać, ma w przypadku zarówno dębów 6-, jak i 10-letnich statystycznie istotny wpływ na kształtowanie się ich wysokości. Zarówno przy uwzględnieniu dwóch, jak i trzech badanych czynników w analizie, grupy jednorodne nigdy nie obejmują wariantów z różnych

siedlisk. Dotychczas wpływ siedliska na wysokość odnowień dębowych na gniazdach nie był w polskich badaniach dobrze udokumentowany. Dęby 6-letnie na siedlisku LMśw były wyższe średnio o 17 cm (na gniazdach 15 arowych) i 27 cm (na gniazdach 20 arowych) w stosunku do dębów rosnących na siedlisku BMśw. Obserwowane różnice średniej wysokości pomiędzy badanymi siedliskami można interpretować jako wyraz lepszych warunków na siedlisku lasu mieszanego, ale nie mają one większego hodowlanego znaczenia. Nie wypływają znacząco na zakres zadań pielęgnacyjnych, jakie należałoby podejmować wobec odnowień. W przypadku dębów 10-letnich różnica wysokości drzewek pomiędzy siedliskami przekracza 110 cm i to ma już znaczenie hodowlane. Włoczewski [1966] zaleca cięcia na przestrzeni międzygniazdowej, gdy odnowienie na gniazdach osiągnie wysokość 1,5-2 m. Na siedlisku BMśw średnia wysokość badanych dębów w wieku 10 lat dopiero zbliża się do dolnej granicy postulowanego zakresu, podczas gdy na siedlisku LMśw przekroczyła górną o co najmniej 60 cm. Obserwowane różnicowanie podkreśla istotność siedliska jako czynnika, który należy uwzględniać w planowaniu hodowlanym. W przypadku rozległych drzewostanów odnawianych rębnią IIIa, w których zachodzi konieczność wyznaczenia kilku stref manipulacyjnych, całkowity okres odnowienia dębu na BMśw może być wyraźnie dłuższy ze względu na wolniejsze tempo osiągania wysokości zabezpieczenia biologicznego. Z drugiej strony, jeżeli z jakiegoś powodu cięcia na przestrzeni międzygniazdowej będą odraczane, na siedlisku LMśw dęby szybciej osiągną wysokość, przy której wystąpią trudności z płynnym połączeniem kęp dębowych z zakładaną uprawą.

Analiza statystyczna nie potwierdziła wpływu wielkości gniazda na kształtowanie się wysokości dębów na siedlisku BMśw, natomiast wskazała statystycznie istotne różnice na siedlisku LMśw. Różnice średniej wysokości dębów na tym siedlisku na mniejszych i większych gniazdach wynosiły 10 i 17 cm odpowiednio dla dębów 6- i 10-letnich. Na większych gniazdach obserwuje się większy dostęp światła i opadów do wnętrza gniazda [Tomanek 1958, 1974] oraz maleje procentowy udział strefy, w której niekorzystnie na odnowienie wpływa otaczający starodrzew [Bolibok 2009]. Wielkość obserwowanych różnic nie pozwala twierdzić, że zwiększając wielkość gniazd z 15 do 20 arów na tym siedlisku zostanie osiągnięta korzyść w postaci znacząco szybszego osiągania przez odnowienia wysokości zabezpieczenia biologicznego. Niemniej jednak, nawet brak lub mała różnica w kształtowaniu się wysokości dębów na gniazdach 15- i 20-arowych na badanych siedliskach pozwala na konstruktywną konkluzję o charakterze organizacyjnym. Skoro na mniejszych i większych gniazdach dąb rośnie podobnie, to należy go odnawiać na gniazdach większych z badanego zakresu, czyli 20-arowych. Większe gniazda są mniej pracochłonne na etapie wyznaczenia (szybciej można wyznaczyć 10 gniazd 20-arowych niż 13 gniazd 15-arowych). Również łatwiej jest rozmieścić mniejszą liczbę większych gniazd niż więcej mniejszych o tej samej powierzchni na strefie manipulacyjnej, jednocześnie zachowując wszystkie rygory dotyczące wzajemnego usytuowania i odległości między gniazdami przewidziane w rębni III [Zajączkowski 2009]. Gniazda większe są również łatwiejsze do wykonania ze względu na organizację pozyskania drewna.

Praktyczne znaczenie może mieć pytanie o to, czy uzyskane w Nadleśnictwie Parczew wyniki można wykorzystywać w praktyce hodowlanej w innych częściach Polski. W publikacjach naukowych dotyczących hodowli dęba na gniazdach na terenie Polski dominuje podejście zalecające mniejsze gniazda, głównie ze względu na ochronę przeciw przymrozkom późnym. Już Mortzfeldt [1896, za Ceitel, Perz 2006], propagator idei stosowania gniazd do wprowadzania dębu jako domieszki w drzewostanach sosnowych, zalecał stosowanie gniazd małych, 10-arowych (co odpowiada wycięciu drzew na powierzchni 12 arów). W publikacjach powojennych powtarza się zalecenie stosowania do sztucznego odnowienia dębu gniazd mniejszych niż 20-arowe

[Szwed 1956, 1983; Zabielski i in. 1963; Szymkiewicz 1972; Jaworski 1995; Miś, Rączka 2004; Ceitel, Perz 2006]. Tylko w publikacji Zabielskiego i in. [1963] podane są dane pomiarowe mogące świadczyć o lepszym wzroście dębów na gniazdach 15-arowych niż na gniazdach 10- lub 25-arowych. Ale nawet w tym ostatnim przypadku autorzy stwierdzają, że „na przeciętną wysokość w grupie trzeciej (gniazda 25-arowe – dopisek autorów) *decydujący wpływ wywarł znacznie wyższy niż w pozostałych gniazdach procent uszkodzeń (dwóch gniazd) spowodowany głównie zgryzaniem przez zwierzynę*”. Nie jest więc do końca jasne, czy bez zgryzania dęby na gniazdach 25-arowych byłyby istotnie niższe od tych na gniazdach 15-arowych. Wyniki badań przeprowadzonych w Nadleśnictwie Parczew nie potwierdzają powszechnie przytaczanych opinii o lepszym wzroście dębu na mniejszych gniazdach. Podczas pomiarów nie zaobserwowano na badanych drzewkach deformacji pędów, które można by przypisać często powtarzającym się przymrozkom. Stosowanie większych gniazd, które wydaje się uzasadnione w Nadleśnictwie Parczew, w innych lokalizacjach możliwe jest jedynie po uwzględnieniu lokalnych warunków klimatycznych. Nadleśnictwo Parczew położone jest w obszarze strefy 2. zagrożenia roślin przez przymrozki [Kozłowski, Michalska 2001]. Badania Magnuskiego [1972, 1976] przeprowadzone w tej strefie zagrożenia przez przymrozki wykazały, że dąb wysadzony na zrębie o szerokości 80 m w młodości lepiej przyrasta na wysokość niż na gniazdach. Warto zauważyć, że większość terenów, na których Mortzfeldt zdobywał swoje doświadczenie praktyczne w stosowaniu gniazd (za wyjątkiem lasów byłej Regencji Poznańskiej) znajduje się w północno-wschodniej części naszego kraju (okolice Iławy, Olsztyna, Giżycka), która charakteryzuje się w porównaniu do reszty kraju większym zagrożeniem ze strony przymrozków. Kozłowski i Michalska [2001] zaliczają te rejony do strefy dużego zagrożenia przez przymrozki (strefa 3b), w której średnia liczba dni z przymrozkami po wystąpieniu temperatury powietrza 10°C waha się średnio rocznie od 5,1 do 5,5, a średnia najniższa temperatura w maju waha się od -3,1°C do -3,5°C. Większe zagrożenie obserwuje się tylko w strefie 4. Z hodowlanego punktu widzenia istotną informacją jest fakt, że obie wspomniane strefy (3b i 4) nie obejmują więcej jak 25% powierzchni Polski.

Wpływ położenia w obrębie gniazda na zróżnicowanie wysokości odnowień dębowych jest kwestią rzadko poruszaną w polskim piśmiennictwie leśnym. Wyniki doświadczenia z Nadleśnictwa Parczew (tab. 2, ryc.) korespondują z wynikami obserwacji w Nadleśnictwie Supraśl [Bolibok, Auchimik 2010], dotyczącymi wzrostu dębów przy granicy gniazd, ponieważ w obu lokalizacjach zaobserwowano, że zróżnicowanie wysokości dębów w obrębie gniazda wzrasta z wiekiem. Dęby młodsze są mało zróżnicowane wysokościowo, co wyraża się występowaniem tych samych wariantów doświadczenia uwzględniających lokalizację drzewek w dwóch grupach jednorodnych, obejmujących gniazda o różnej wielkości. Analizując grupy jednorodne przedstawione w tabeli 2, można dojść do wniosku, że różnice wysokości wzrastają także wraz ze średnią wysokością drzewek, która zależna jest od żyzności siedliska (dla dębów 6-letnich na BMśw algorytm wyróżnił tylko dwie grupy jednorodne, a na LMśw – trzy). Niemniej jednak obserwowane różnice wysokości młodszych dębów z hodowlanego punktu widzenia należy uznać za mało istotne, niedające jeszcze przesłanek do różnicowania zabiegów hodowlanych w obrębie gniazda.

Te stosunkowo małe różnice wysokości młodych dębów w obrębie gniazda można tłumaczyć aklimatyzacją po przesadzeniu i skłonnością młodych dębów do alokacji dużej ilości produktów fotosyntezy w rozbudowę systemu korzeniowego [Larsen, Johnson 1998]. Próbując wytłumaczyć to zjawisko można również zwrócić uwagę na informacje o wymaganiach świetlnych młodych dębów. Badania Grossa i in. [1996] wskazują, że w warunkach, gdy dostępność światła przekracza 50%, dla dębów między 2. a 6. rokiem życia nie obserwuje się istotnego

wzrostu wysokości przy wzroście dostępu światła do 100%. Prawdopodobnie więc dla dębów młodszych niż 6 lat warunki świetlne nawet w zacienionych częściach gniazda okazały się wystarczająco dobre. Różnice wysokości starszych dębów w różnych położeniach w obrębie gniazd mogą mieć znaczenie hodowlane, szczególnie na siedlisku BMśw, gdzie dęby 10-letnie na południu i w centrum gniazda osiągają dolną wysokość zabezpieczenia biologicznego postulowaną przez Włoczewskiego [1966], podczas gdy w północnej części brakuje im jeszcze około 50 cm (ryc.). Ponadto można zaobserwować, że różnice w wysokości dębów w położeniu S i N, na gniazdach 15-arowych są mniejsze niż na gniazdach 20-arowych. Mniejsze zróżnicowanie średniej wysokości dębów w różnych częściach gniazda można traktować jako zaletę mniejszych gniazd na siedlisku BMśw. Występowanie na siedlisku BMśw przyhamowania we wzroście dębów w części północnej gniazd może skłaniać do stosowania gniazd mniejszych lub zmiany kształtu większych przez wydłużenie ich długości w kierunku E-W kosztem skracania ich szerokości w kierunku N-S, przy zachowaniu ich większej powierzchni.

Najwyższe dęby na siedlisku LMśw obserwowano w centrum gniazd, a obwodowe części były niższe, co z hodowlanego punktu widzenia jest optymalną strukturą ułatwiającą łączenie kęp dębowych z uprawami zakładanymi na przestrzeni międzygniazdowej. Próbę wytłumaczenia odmiennej przestrzennej zmienności wysokości dębów na różnych siedliskach można podjąć w oparciu o wyniki wcześniejszych badań zmienności warunków mikroklimatycznych i świetlnych na gniazdach oraz w oparciu o wyniki badań nad fizjologią dębów. Na siedlisku BMśw dęby są najniższe w położeniu N, co może być związane z przestrzennym zróżnicowaniem intensywności światła bezpośredniego na gniazdach, które osiąga maksymalne wartości w północnych partiach gniazda [Graniczny 1952; Mierzejewski, Niedźwiedzki 1954; Bolibok, Andrzejczyk 2008]. Bezpośrednie promieniowanie słoneczne niesie ze sobą duże ilości energii cieplnej, co podnosi temperaturę powietrza i gleby [Mierzejewski, Niedźwiedzki 1954; Tomanek 1958, 1974]. Może to prowadzić do wzmoczenia niedosytu wilgotności w powietrzu oraz przesuszenia gleby w porównaniu z innymi (centralną i południową) częściami gniazda. Paradoksalnie więc duża dostępność światła bezpośredniego może pogarszać warunki wzrostu, szczególnie w okresach deficytu opadów. Takie wytłumaczenie może rodzić pytanie o to, czemu nie zaobserwowano takiej samej prawidłowości na siedlisku LMśw. Odpowiedź może być dwukierunkowa. Jak pokazują doświadczenia fizjologiczne [Welander, Ottosson 2000], duża dostępność składników pokarmowych sprawia, że dęby efektywniej wykorzystują wodę, więc wysoka żyzność siedliska może być czynnikiem łagodzącym stres wystawionych na silną insolację drzewek. Ponadto gleby żyzniejsze zazwyczaj mają większą pojemność wodną, co ułatwia drzewkom znoszenie okresów suszy. Drugi kierunek związany jest z ogólnie znaną zmiennością sumarycznej podaży światła na gniazdach. Wyniki badań Gray'a i in. [2002] wskazują na duży udział światła rozproszonego w ogólnym bilansie świetlnym gniazd, wynikający z dużej liczby dni pochmurnych w klimacie umiarkowanym. W takich warunkach maksimum ogólnej podaży światła zazwyczaj położone jest bliżej centrum gniazda niż północnego brzegu. Takie potencjalne przestrzenne zróżnicowanie podaży światła dobrze pasuje do obserwowanego przestrzennego zróżnicowania wysokości dębów na siedlisku LMśw. Wymagania młodych dębów zmieniają się nie tyle z wiekiem, co z ich rozmiarami. Założenie takie usprawiedliwiają publikowane wyniki badań oraz zalecenia hodowlane. Ziegenhagen i Kausach [1995] podają, że dwuletnie dęby szypułkowe są w stanie dobrze rosnąć przy dostępie zaledwie 25% światła pełnego. Gross i in. [1996] dla dębów 5-6-letnich ten próg podnoszą do 50%, natomiast von Lüpke [1998] zaleca rozrzedzanie sklepienia drzewostanu tak, aby po drugim roku życia do dębów docierało 30-60% światła pełnego. Schütz [1992, za Diaci i in. 2008] zaleca, aby małe gniazda, gdy rosnące na nich

dęby osiągną średnią wysokość 2 m, powiększać do minimum 15 arów, a optymalnie do 25-30 arów. Na obu siedliskach w położeniu południowym zaobserwowano, że dęby na większych gniazdach są wyższe. Może to być związane z przestrzenną zmiennością w dostępności światła rozproszonego na gniazdach [Canham 1988]. Jest ona wprost proporcjonalna do części nieboskłonu, niezastłoniętego przez otaczające gniazdo stare drzewa, widocznej z danego punktu na gnieździe. Do południowej części dużych gniazd dociera więcej światła rozproszonego, co może sprzyjać wzrostowi młodych dębów.

Wnioski

- ✦ Żyżność siedliska ma wyraźny wpływ na kształtowanie się wysokości odnowień dębowych na gniazdach. 10-letnie odnowienia dębowe na gniazdach na siedlisku LMśw są już na etapie młodnika, podczas gdy na siedlisku BMśw są ciągle na etapie uprawy.
- ✦ Porównywalny wzrost dębów na 15- i 20-arowych gniazdach zachęca do stosowania gniazd większych, przynajmniej w lokalizacjach mniej narażonych na przymrozki.
- ✦ Występowanie na siedlisku BMśw przyhamowania we wroście dębów w części północnej gniazd może przemawiać jednak za stosowaniem na tym siedlisku gniazd 15-arowych bądź skłaniać do zmiany kształtu gniazd większych przez wydłużenie ich długości w kierunku E-W kosztem skracania ich szerokości w kierunku N-S.

Literatura

- Andrzejczyk T., Bolibok L., Zajączkowski J., Żybura H. 2009. Ocena efektów stosowania rębni gniazdowej zupełnej w lasach ze szczególnym uwzględnieniem kształtu i wielkości gniazd na rozwój odnowień. Dokumentacja naukowa z badań prowadzonych w okresie 1.05.2006 – 30.06.2009. Maszynopis w Katedrze Hodowli Lasu SGGW.
- Bellon S., Jagiełło J., Wojda M. 1956. Wprowadzanie dębu i jodły do drzewostanów sosnowych na terenie lasów SGGW w Rogowie. Sylwan 100 (3): 31-41.
- Bernadzi E. 2000. Cięcia odnowieniowe. PWRiL, Warszawa.
- Bolibok L. 2009. Regulacja warunków wzrostu odnowień na gniazdach – wpływ parametrów gniazd na oddziaływanie czynników biotycznych. Sylwan 153 (11): 733-744.
- Bolibok L., Andrzejczyk T. 2008. Analiza zagęszczenia samosiewów brzozy i sosny na gniazdach na podstawie modelu promieniowania słonecznego. Sylwan 152 (2): 10-19.
- Bolibok L., Auchimik J. 2010. Kształtowanie się wysokości upraw dębowych w centrum i na obrzeżu gniazd na siedlisku LMśw. Sylwan 154 (6): 317-380.
- Canham C. D. 1988. An index for understory light levels in and around canopy gaps. Ecology 69: 1634-1638.
- Čater M., Batič F. 2006. Groundwater and light conditions as factors in the survival of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings. European Journal of Forestry Research 125 (4): 419-426.
- Ceitel J., Perz B. 2006. Sposób Mortzfeldta przebudowy składu gatunkowego drzewostanów. Sylwan 150 (7): 23-34.
- Collins B. S., Battaglia L. L. 2002. Microenvironmental heterogeneity and *Quercus michauxii* regeneration in experimental gaps. Forest Ecology and Management 155: 279-290.
- Collins B. S., Battaglia L. L. 2008. Oak regeneration in bottomland hardwood forests. Forest Ecology and Management 255: 3026-3034.
- Conover W. J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, New York.
- Diaci J., Gyorek 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: 1051-1058.
- Graniczny S. 1952. Badania nad dolesianiem powierzchni pod drzewostanami lukowatymi i nadmiernie przerzedzonymi. Prace IBL, Seria A: 86: 1-99.
- Gray A. N., Spies T. A., Easter M. J. 2002. Microclimatic and soil moisture responses to gap formation in coniferous forests. Canadian Journal of Forestry Research 32: 332-243.
- Gross K., Homlicher A., Weinreich A., Wagner E. 1996. Effect of shade on stomatal conductance, net photosynthesis, photochemical efficiency and growth of oak seedlings. Annals of Forest Science 53: 279-290.
- Jaworski A. 1995. Hodowla lasu. Rębnie zasady projektowania upraw. AR Kraków, Kraków.
- Johnson D. H. 1999. The insignificance of statistical significance testing. Journal of Wildlife Management 63 (3): 763-772.
- Koźmiński Cz., Michalska B. 2001. Zagrożenie roślin uprawnych przez wiosenne przymrozki przygruntowe. W: Koźmiński Cz., Michalska B. [red.]. Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Uniwersytet Szczeciński, Szczecin.

- Larsen D. R., Johnson P. S. 1998. Linking the ecology of natural oak regeneration to silviculture. *Forest Ecology and Management* 106: 1-7.
- von Lüpke B. 1998. Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *Forest Ecology and Management* 106: 19-26.
- Magnuski K. 1972. Wpływ rodzaju rębni na wzrost dębu szypułkowego w pierwszych latach po założeniu upraw. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* 57: 81-103.
- Magnuski K. 1976. Wzrost młodego pokolenia dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w warunkach rębni zupełnej, częściowej i gniazdowej. *Sylwan* 120 (7): 49-56.
- Martínez-Abraín A. 2007. Are there any differences? A non-sensical question in ecology. *Acta Oecologica* 32: 203-206.
- Martínez-Abraín A. 2008. Statistical significance and biological relevance: A call for a more cautious interpretation of results in ecology. *Acta Oecologica* 34: 9-11.
- de Mendiburu F. 2009. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.0-7. Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing.
- Mierzejewski W., Niedźwiedzki P. 1954. Z badań nad przebiegiem odnowienia w rębni gniazdowej. *Sylwan* 98 (1): 51-58.
- Miś R., Rączka G. 2004. Przebudowa lasów nizinnych w Polsce. *Sylwan* 148 (1): 19-32.
- Operat zarządzania lasu. 2008. Nadleśnictwo Parczew.
- Puchalski T. 2000. Rębnie w gospodarstwie leśnym. PWRiL, Warszawa.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z. 1990. Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.
- Szwed J. 1956. Rębnia gniazdowa czy zupełna? *Sylwan* 100 (2): 141-21.
- Szwed J. 1983. Rębnia III i jej zastosowanie. *Las Polski* 4: 28-30.
- Szymkiewicz B. 1972. Rębnia gniazdowo-zupełna w lasach doświadczalnych SGGW pod Rogowem. *Sylwan* 116 (12): 23-37.
- Tomanek J. 1958. Badania nad przebiegiem temperatury, parowania i opadu w rębni gniazdowej. *Sylwan* 102 (3): 13-31.
- Tomanek J. 1974. Badania nad mikroklimatem zrębu gniazdowego zupełnego. *Sylwan* 118 (11): 16-42.
- Welander N. T., Ottosson B. 1998. The influence of shading on growth and morphology in seedlings of *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology and Management* 107: 117-126.
- Włoczewski T. 1966. Zasady rębni gniazdowo-zupełnej jako sposobu podnoszenia wydajności siedlisk leśnych (zwiększenia produktywności lasu). *Sylwan* 110 (9):13-22.
- Zabielski B. 1967. Struktura odnowień dębowych w rębni gniazdowej na przykładzie Nadleśnictwa Doświadczalnego Łaski. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* 34: 275-298.
- Zabielski B., Magnuski K., Ważyński B., Żółciak E. 1963. Analiza rozwoju odnowień dębowych w drzewostanie sosnowym zagospodarowanym rębnią gniazdową. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* 14: 233-247.
- Zajączkowski J. 2009. Geometryczne aspekty rozmieszczenia gniazd w drzewostanie. W: Andrzejczyk T., Bolibok L., Zajączkowski J., Żybura H. Ocena efektów stosowania rębni gniazdowej zupełnej w lasach ze szczególnym uwzględnieniem wpływu kształtu i wielkości gniazd na rozwój odnowień. Dokumentacja naukowa z badań prowadzonych w okresie 1.05.2006 – 30.06.2009. Maszynopis w Katedrze Hodowli Lasu SGGW.
- Ziegenhagen B., Kausch W. 1995. Productivity of young shaded oaks (*Quercus robur* L.) as corresponding to shoot morphology and leaf anatomy. *Forest Ecology and Management* 72: 97-108.

SUMMARY

The influence of site conditions, opening size and location within a gap on height of 6- and 10-year-old pedunculate oaks (*Quercus robur* L.)

The influence of artificial gap (size 15 and 20 are) on height of young (6 and 10 years old) planted pedunculate oaks was investigated on fresh mixed-coniferous and fresh mixed-broadleaved forest site types. The experiment was carried out in managed Scots pine stands of the Parczew Forest District in artificial gaps, which are created during routine management activities, and planted with two-years-old planting stock. For measurement were selected only gaps of elliptical shape, surrounded by dense tree stand, with oaks without signs of serious browsing. Totally 32 gaps were selected. For each combination of age, site type and gap size four gaps were sampled. In each gap, on its shorter north-south axis, 3 circular sampling plots of 3 m radius were placed in following positions: 9 meters from northern edge, in the gap centre and 9 meters

from southern edge. In some smaller gaps distance from the gap edge to the centre of sampling plot was diminished to 8 meters. This arrangement was used to place sampling areas outside the zone of the strongest old tree root competition, which extends 5-6 m from gap border. Statistical analysis carried out separately for 6- and 10-year-old oaks proved that gap size did not have practical silvicultural influence on height of younger and older oaks (tab. 1-2). This fact encourages to broader use of larger (20 are) gaps in regeneration cuttings, especially in forest located in areas less endangered by spring frosts. Site type had influence of statistical importance. The practical silvicultural meaning this factor had only for older oaks. It means that on more fertile forest sites, oaks need shorter protection period and the surrounding stand can be removed earlier. The position within gap did not soundly influenced growth of younger oaks, but influenced the height of older trees in different manner in different site conditions (fig.). It seems that spatial pattern of mean height of older oaks on more fertile conditions follows potential global (diffuse and direct) light distribution in gaps (the highest oaks were in the centre of gaps). On less fertile site types, it seems that direct light has inhibitory influence on growth of older oaks as they were the lowest in the northern position. It is advisable in such conditions to shorten gap axis in direction north-south and simultaneously extend east-west axis.