

Dynamika dębu czerwonego (*Quercus rubra* L.) w lasach gospodarczych centralnej Polski na przykładzie Nadleśnictwa Grotniki

The dynamics of northern red oak (*Quercus rubra* L.) in managed forests of central Poland

Damian Głowacki, Małgorzata Sławska*, Marek Sławski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii,
ul. Nowoursynowska 159, Budynek 34, 02-776 Warszawa

*Tel. +48 22 5938153, e-mail: malgorzata_slawska@sggw.pl

Abstract. Based on data obtained from the Information System of Polish State Forests (SILP), we compiled a register of divisions with northern red oak within the area of the Grotniki Forest District. For all of these stands, the cover of *Q. rubra* in the tree, understory (undergrowth and shrub layer) and herb layer was determined for at least three points and then rated on a ten-point scale (1st class – 10%, 2nd class – 20%, etc.). The current distribution of *Q. rubra* in all forest layers was analysed with respect to the type of forest habitat and stand age. Additionally, a prosperity index of northern red oak was calculated separately for two Forest Inspectorates and for all forest habitat types.

The divisions with *Q. rubra* in the Grotniki Forest District comprise a total area of 4 845,86 hectares, which represents 33% of the forest district's area. In the Grotniki Forest Inspectorate 3 447,75 hectares (38% of the forested area) and in the Główno Forest Inspectorate 1 398,11 hectares (25%) were inventoried. In all layers of the stands, the second and the third classes of coverage were the most commonly recorded, while *Q. rubra* covered the largest surface area in the herb layer, which confirms that this species is spread continuously in the forest district's stands. In the Grotniki Forest Inspectorate, *Q. rubra* occurred most frequently in stands of the third age class, whereas in the Główno Forest Inspectorate stands of the fourth age class had the highest rate of occurrence. The forest habitat in which *Q. rubra* achieved the highest prosperity index is a moderately humid mixed coniferous forest.

Keywords: northern red oak, stand layers, cover class, forest habitat type, prosperity index

1. Wstęp

Dąb czerwony, czeremcha amerykańska i robinia akacjowa to najczęściej spotykane obce gatunki drzewiaste w lasach Polski (Chmura 2004; Czerepko 2008; Gazda, Augustynowicz 2012). Występują zarówno w lasach gospodarczych, jak i na obszarach chronionych, a ich udział jest znaczny, zwłaszcza na siedliskach silnie przekształconych lub zdegradowanych (Adamowski et al. 2002; Chmura 2004; Matuszkiewicz et al. 2007; Gazda, Augustynowicz 2012; Woziwoda et al. 2014b). Ich obecność w ekosystemach leśnych jest postrzegana jako zagrożenie dla rodzimych fitocenoz i różnorodności biologicznej (Król 1988; Szwagrzyk 2000; Kohli et al. 2008; Riepšas, Straigytė 2008; Tokarska-Guzik et al. 2012; Chmura 2013; Woziwoda et al. 2014a). Z tego względu powinno się znać zasoby drzew obcego pochodzenia, monitorować dynamikę ich populacji oraz diagnozować wpływ na

rodzime ekosystemy (Gazda 2012; Chmura 2013; Woziwoda et al. 2014b). Jednym z gatunków, który wyraźnie zmienia fizjonomię zbiorowisk leśnych, jest dąb czerwony *Quercus rubra* L. sadzony w lasach od przełomu XVIII/XIX wieku, głównie jako domieszka produkcyjna lub biocenotyczna. Aktualnie, po ponad 200 latach introdukcji, występuje na terenie całego kraju, a miejscami tworzy jednogatunkowe drzewostany. Historia wprowadzania dębu czerwonego do lasów Polski, odtworzona na podstawie aktualnego wieku drzewostanów z danych Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), została zaprezentowana w pracy Woziwody i in. (2014b). Z danych tych wynika, że aktualnie drzewostany z dębem czerwonym jako gatunkiem panującym lub domieszkowym zajmują w Lasach Państwowych (LP) łącznie 14,3 tys. ha, a ich udział to zaledwie 0,16% powierzchni leśnej w zarządzie LP. Jednocześnie na podstawie danych SILP udokumentowano ponad 80 tys. stanowisk tego

Wpłynęło: 17.11.2015 r., recenzowano: 4.12.2015 r., zaakceptowano: 18.12.2015 r.

gatunku rozmieszczonych na terenie wszystkich RDLP, co potwierdza powszechność występowania *Q.rubra* w lasach Polski (Woziwoda et al. 2014b). Praca zawiera również zestawienia obrazujące powierzchnię zajmowaną przez ten gatunek w różnych regionach kraju i jej udział w powierzchni leśnej regionów oraz strukturę wiekową i siedliskową drzewostanów z dębem czerwonym.

Generalnie udział *Q.rubra* jest największy na południu i zachodzie kraju, gdzie często tworzy lite drzewostany o powierzchni większej niż 5 ha. Największa koncentracja tego gatunku przypada na województwo śląskie (1,04% udział w drzewostanach), małopolskie (0,56%), opolskie (0,39%) i dolnośląskie (0,28%). W centralnej Polsce przeciętny udział dębu czerwonego w Lasach Państwowych wynosi około kilkunastu setnych procenta (0,11–0,16), jedynie na terenie województwa łódzkiego jest wyższy niż średnia krajowa (0,23%) (Woziwoda et al. 2014b). Na podstawie konfrontacji aktualnego występowania *Q.rubra* w lasach Polski z danymi na temat rozmieszczenia upraw tego gatunku w połowie XX wieku (Białobok, Chylarecki 1965) postawiono tezę o sukcesywnym powiększaniu się arealu dębu czerwonego na terenie kraju (Gazda, Augustynowicz 2012).

Potencjalne korzyści i zagrożenia związane z obecnością obcych gatunków drzewiastych w lasach są przedmiotem dyskusji od ponad dwudziestu lat (Król 1988; Danielewicz 1993; Szwaagrzyk 2000; Kohli et al. 2008; Danielewicz, Wiatrowska 2014; Zubkowicz 2012; Kuc et al. 2012; Chmura 2013). Niezależnie od przytaczanych argumentów status *Q.rubra* według danych Instytutu Ochrony Przyrody przedstawia się następująco: jest to gatunek obcy na całym obszarze Polski, liczba stanowisk przekracza 1000, liczebność na poszczególnych stanowiskach wynosi od kilku osobników po zwarte drzewostany, populacja na terenie kraju stale wzrasta (<http://www.iop.krakow.pl/ias/gatunki/142>). W bazach Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin *Q.rubra* został zaklasyfikowany do kategorii gatunków średnio inwazyjnych na terenie Europy ze względu na swój potencjał do rozprzestrzeniania się i zdolności do tworzenia dużych, zwartych i trwałych populacji (<http://www.NOBANIS.org>). W lasach Polski, zarówno na obszarach chronionych, jak w lasach gospodarczych, coraz częściej i liczniej spotykane jest młode pokolenie dębu czerwonego powstałe w wyniku spontanicznego odnowienia (Gazda, Szlaga 2008; Gazda, Fijała 2010, Fyałkowska et al. 2015). Wszystkie powyższe dane przemawiają za potrzebą podjęcia badań nad dynamiką rozprzestrzeniania się tego gatunku w lasach. Lasy gospodarcze mogą być bardziej narażone na ekspansję niż obszary chronione ze względu na to, że bardzo często przyczyną pojawienia się w nich obcych gatunków drzewiastych jest świadoma działalność człowieka mająca na celu uzyskanie korzyści ekonomicznych.

Głównym celem pracy jest ocena ekspansywności dębu czerwonego w lasach gospodarczych w środkowej Polsce oraz określenie wielkości obszaru, na którym dochodzi do procesu naturalnego odnawiania się tego gatunku w granicach jednego nadleśnictwa. Do badań wybrano Nadleśnictwo

Grotniki, na terenie którego w ubiegłym wieku dąb czerwony był sadzony na dużą skalę na różnych siedliskach. W pracy podjęto też próbę wskazania siedlisk, na których tempo rozprzestrzeniania się dębu czerwonego jest największe. Wykonane badania to pierwszy etap monitoringu tego obcego gatunku w lasach gospodarczych.

2. Metodyka

Nadleśnictwo Grotniki znajduje się w centralnej części Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Łodzi. Wschodnia część nadleśnictwa położona jest na terenie Wzniesień Łódzkich, zachodnia na Wysoczyźnie Łaskiej, a północna na terenie Równiny Błońskiej. W Nadleśnictwie dominują gleby rdzawe, które stanowią 68,6% ogółu gleb, ale znaczący udział mają też gleby bielcowe (12,8%) oraz gleby gruntowo-glejowe (5,89%). Na obszarze nadleśnictwa przeważają siedliska świeże (82,67%), siedliska wilgotne stanowią 14,81%, a udział pozostałych typów siedliskowych jest znikomy (bagienne 1,45%, zalewowe 0,84%, suche 0,23%). Ogółem siedliska lasowe zajmują łącznie 50,05% powierzchni nadleśnictwa, natomiast borowe 49,95%. Udział poszczególnych typów siedliskowych lasu przedstawia się następująco: las mieszany świeży – 32,79%, bór mieszany świeży – 28,15%, bór świeży – 13,39%, las świeży – 8,34%, bór mieszany wilgotny – 6,90% oraz las mieszany wilgotny – 5,94%. Nadleśnictwo Grotniki to dobry obiekt do badania tendencji rozprzestrzeniania się dębu czerwonego ze względu na znaczne zróżnicowanie siedlisk. Lasy na gruntach porolnych na tym terenie zajmują ponad 5,7 tys. ha, co stanowi prawie 40% powierzchni leśnej nadleśnictwa. W Obrębie Grotniki gleby porolne zajmują 47% powierzchni, a w Obrębie Głowno – 28%. W składzie gatunkowym drzewostanów dominuje sosna, której udział powierzchniowy w obu obrębach wynosi około 80% (Plan Urządzenia Lasu 2013).

Na podstawie zasobów SILP Nadleśnictwa Grotniki stworzono bazę danych zawierającą 1473 wydzielania, w których w warstwie drzew lub w podszycie występuje dąb czerwony. W każdym z tych wydzielen, wzdłuż dłuższej przekątnej w punktach oddalonych od siebie o 50 m (lub 100 m w przypadku większych wydzielen), oceniono stopień pokrycia przez *Q.rubra* w warstwie nalotu, w podroście i podszycie oraz w warstwie drzew. Powierzchnia na jakiej dokonano oceny pokrycia obejmowała fragment warstwy znajdujący się w zasięgu wzroku osoby wykonującej badanie. Pokrycie oceniono w procentach z dokładnością do pełnych dziesiątek. W każdym wydzieleniu wybrano co najmniej trzy punkty, ale w przypadku większych wydzielen ich liczba była większa (maksymalnie 7 punktów). Prace terenowe wykonano od sierpnia do listopada 2014 roku.

W ramach prac kameralnych obliczono średni stopień pokrycia przez *Q.rubra*, czyli nasilenie występowania gatunku w poszczególnych warstwach drzewostanu we wszystkich badanych wydzieleniach. Na tej podstawie obliczono powierzchnię zredukowaną nalotu (*ZRQr*), czyli rzeczywistą powierzchnię (ha) zajmowaną przez młode pokolenie po-

wstałe w wyniku spontanicznego rozprzestrzeniania się. $ZRQr$ nalotu obliczono mnożąc powierzchnię wydzielenia przez średnie pokrycie przez *Q.rubra* na jego terenie wyrażone w formie ułamka dziesiętnego, czyli dla pokrycia 10% mnożnik wyniósł 0,1; dla pokrycia 20% – 0,2; dla 30% – 0,3 itd. W analogiczny sposób obliczono rzeczywistą powierzchnię zajmowaną przez podrost i podszyt *Q.rubra* ($ZRQr$) oraz całkowitą powierzchnię rzutu koron drzew tego gatunku ($ZRQr$) w drzewostanach nadleśnictwa.

W analizie występowania dębu czerwonego w różnych warstwach drzewostanu w zależności od warunków drzewostanowo-siedliskowych uwzględniono siedliskowy typ lasu i wiek drzewostanów przyjęte z opisu taksacyjnego wydzieleni. Wyniki przedstawiono na rycinach oddzielnie dla obrębów Grotniki i Głowno w celu przestrzennego zobrazowania występowania *Q.rubra* na terenie nadleśnictwa. W przypadku siedlisk na wykresach pominięto te typy siedliskowe lasu, na których udział dębu czerwonego był znikomy.

Tendencje dynamiczne *Q.rubra* na różnych siedliskach oceniono przy pomocy wskaźnika prosperity gatunku (WP) opracowanego na potrzeby tej pracy i obliczonego jako iloraz według wzoru:

$$WP = ZRQr / UTSL$$

gdzie:

$ZRQr$ – udział zredukowanej powierzchni *Q.rubra* na wybranym siedlisku w odniesieniu do arealu występowania tego gatunku w danym obrębie (%),

$UTSL$ – udział siedliskowego typu lasu w powierzchni leśnej obrębu (%).

Wskaźnik prosperity *Q.rubra* obliczono dla dolnych warstw drzewostanu, czyli nalotu oraz podrostu i podszytu dla wszystkich siedlisk obrębów Grotniki i Głowno. Przyjęto założenie, że wartość wskaźnika powyżej jedności oznacza, że dąb czerwony znajduje na tym siedlisku dobre warunki do wzrostu i rozwoju i może się w jego granicach rozprzestrzeniać, a w konsekwencji zwiększać swój areal. W pracy przyjęto, że głównym źródłem nasion są posadzone w przeszłości osobniki dębu czerwonego, które aktualnie wchodziły w skład okapu drzew. Natomiast egzemplarze *Q.rubra* w warstwie podrostu i podszytu, niezależnie od pochodzenia (z sadzenia lub z samosiewu), stanowią po-

tencjonalne źródło diaspor tego gatunku w przyszłości. Z tego względu aktualne pokrycie *Q.rubra* w obu tych warstwach zostało również uwzględnione przy ocenie dynamicznych tendencji obcego gatunku w drzewostanach nadleśnictwa. Wszystkie obliczenia i wykresy wykonano w programie Microsoft Excel 2010.

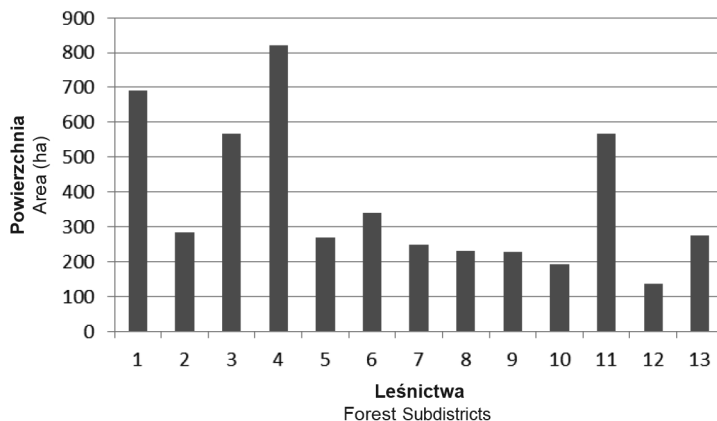
3. Wyniki

Wydzielenia z dębem czerwonym w Nadleśnictwie Grotniki zajmowały 4845,86 ha, co stanowiło 33% powierzchni nadleśnictwa. W Obrębie Grotniki zinwentaryzowano 3447,75 ha takich wydzieleni, zaś w Obrębie Głowno – 1398,11 ha. Najwięcej drzewostanów z udziałem *Q.rubra* występowało w leśnictwach Krzemień (820 ha), Smulsko (692 ha), Głowno (567 ha) i Chrośno (566 ha) (ryc. 1).

W obu obrębach *Q.rubra* występował we wszystkich warstwach drzewostanu (ryc. 2, 3), zwykle jednocześnie w warstwie drzew, podroście i podszytce oraz nalocie. W większości wydzieleni pokrycie przez ten gatunek w poszczególnych warstwach drzewostanu wynosiło 20–30%. Wydzielenia z *Q.rubra*, w przypadku obu obrębów, najczęściej występowały na siedliskach LMśw i BMśw. W Grotnikach znaczny udział miały też wydzielenia na siedlisku Bśw (ryc. 2). Na terenie nadleśnictwa dąb czerwony rósł głównie w drzewostanach średniowiekowych i starszych. W Obrębie Grotniki najczęściej wydzieleni z *Q.rubra* to drzewostany trzeciej klasy wieku, a w Głownie czwartej klasy wieku (ryc. 3). W przypadku obu obrębów dąb czerwony w drzewostanach pierwszej klasy wieku występował bardzo rzadko.

Rzeczywista powierzchnia zajmowana przez dąb czerwony ($ZRQr$) na terenie nadleśnictwa przedstawiała się następująco: w Obrębie Grotniki w warstwie drzew *Q.rubra* zajmowała 628,19 ha, a w Obrębie Głowno – 219,10 ha. W podroście i podszytce łączna powierzchnia zajmowana przez ten gatunek w pierwszym obrębie wynosiła 597,13 ha, a w drugim – 230,46 ha. W nalocie w Obrębie Grotniki dąb czerwony występował na powierzchni 686,67 ha, a w Głownie – 250,19 ha.

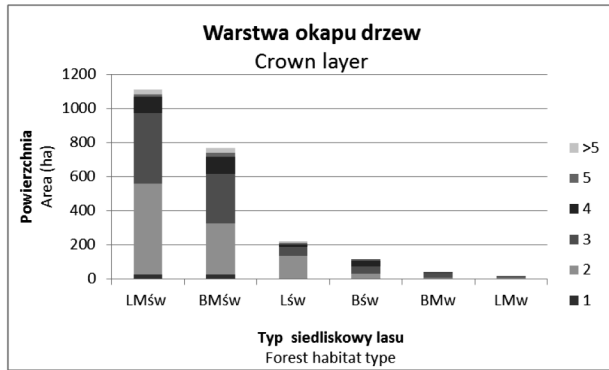
Wartości wskaźnika prosperity gatunku (WP) dla różnych siedlisk obliczonego oddzielnie dla obrębów przedstawiono



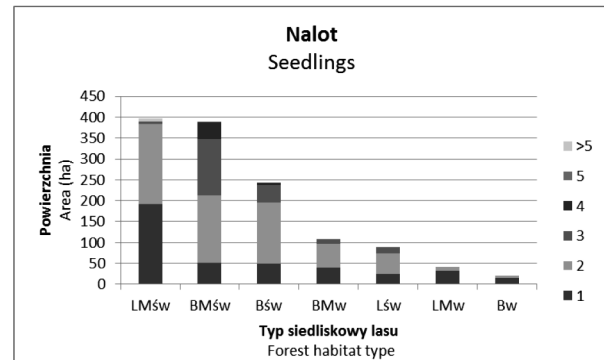
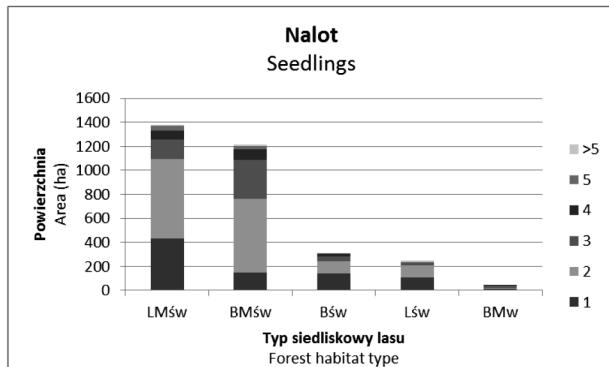
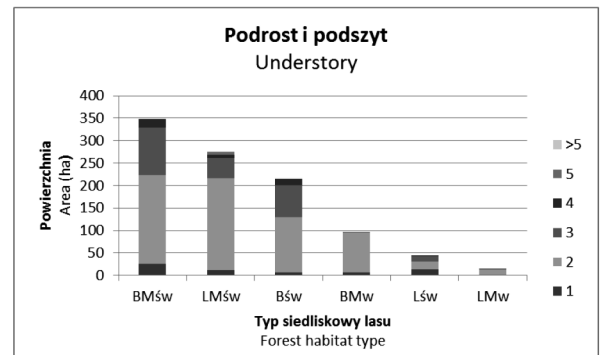
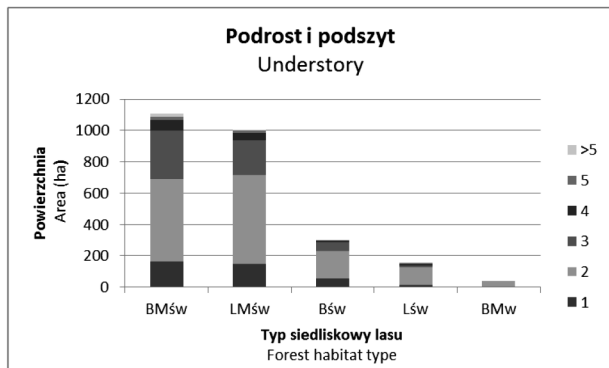
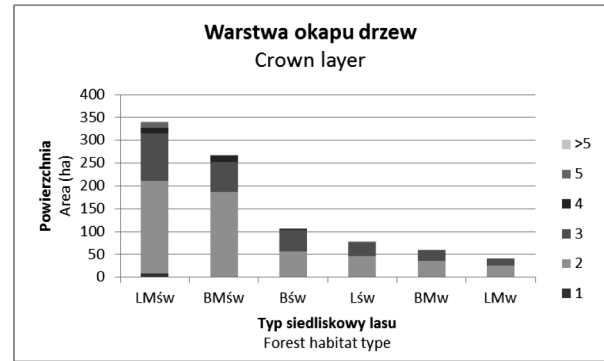
Rycina 1. Powierzchnia drzewostanów z *Q.rubra* w poszczególnych leśnictwach obrębu Grotniki (numery leśnictw: 1 – Smulsko, 2 – Beldów, 3 – Chrośno, 4 – Krzemień, 5 – Zimna Woda, 6 – Chociszew, 7 – Sokolniki, 8 – Zgierz) i obrębu Głowno (numery leśnictw: 9 – Szczawin, 10 – Wole Błędowa, 11 – Głowno, 12 – Polesie, 13 – Gieczno)

Figure 1. The area of stands with *Q.rubra* in particular Forest Subdistricts in Grotniki and Głowno Inspectorates. Number of Forest Subdistricts in brackets

Obręb Grotniki / Grotniki Forest Inspectorate



Obręb Głowno / Głowno Forest Inspectorate



* Explanations of forest habitat type see table 1, 2.

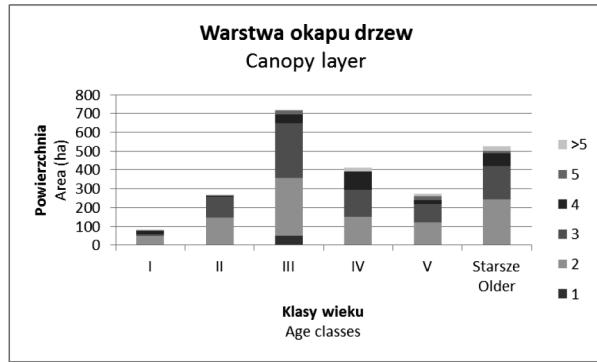
Rycina 2. Powierzchnia wydziałów z *Q. rubra* o różnym stopniu pokrycia w warstwie okapu drzew, podroście i podszytu oraz nalocie na wybranych siedliskach obrębów Grotniki i Głowno. Klasy pokrycia: 1 – 10%, 2 – 20%, 3 – 30%, 4 – 40%, 5 – 50%, >5 – powyżej 50%
Figure 2. Area of forest subcompartments with *Q. rubra* of different cover class in crown layer, undergrowth and shrub layer and natural seedling on chosen forest habitat types in Grotniki and Głowno Forest Inspectorates. Cover classes: 1 – 10%, 2 – 20%, 3 – 30%, 4 – 40%, 5 – 50%, >5 – more than 50%

w tabelach 1 i 2. W nalocie, w przypadku obu obrębów, najwyższą wartość wskaźnika odnotowano na siedlisku BMśw (Głowno – 1,88 i Grotniki – 1,28). Wartości powyżej 1 w przypadku Obrębu Głowno uzyskano również dla Lśw (1,27), Bśw (1,09) i LMśw (1,05). W Obrębie Grotniki tylko dla siedliska LMśw wartość *WP* przekroczyła próg jedności i wyniosła 1,06. W warstwie podroście i podszytu najwyższe wartości *WP* dla obu obrębów odnotowano na siedlisku BMśw (Głowno – 1,76; Grotniki – 1,34). Ponadto w Obrębie Głowno *WP* przekroczył wartość 1 na Bśw i LMśw, przyjmując odpowiednio wartości 1,25 i 1,10.

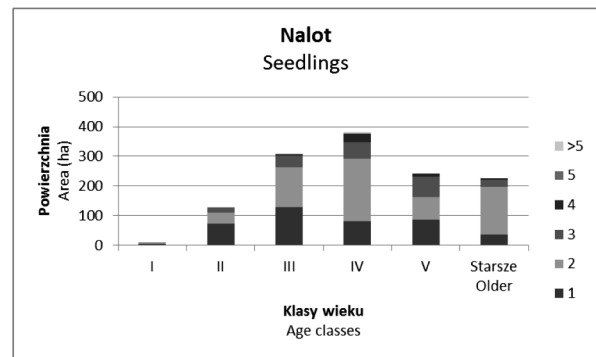
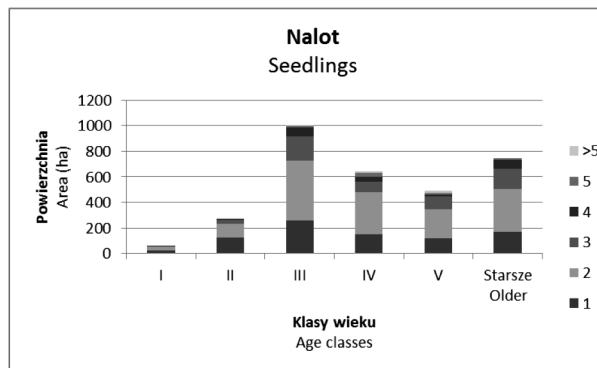
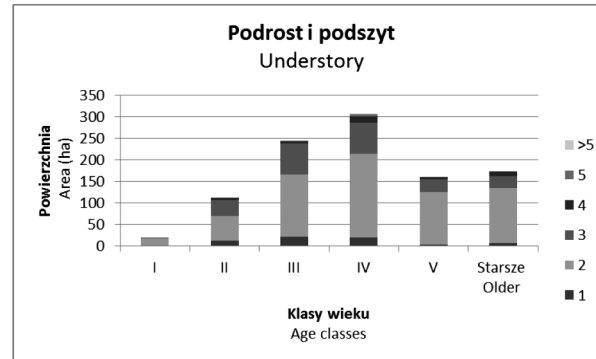
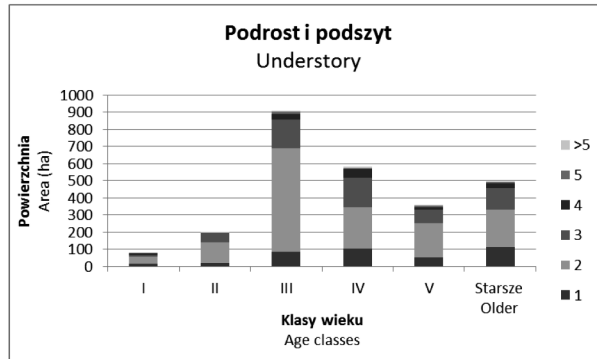
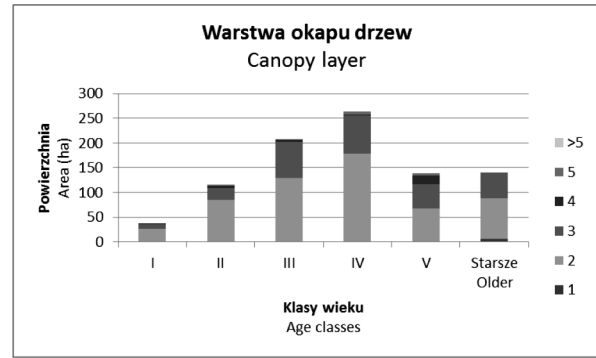
4. Dyskusja

Problem występowania drzew obcego pochodzenia w lasach podejmowany był zarówno w pracach geobotanicznych (Matuszkiewicz et al. 2007; Tokarska-Guzik 2005; Myśliwy 2014), jak i w ramach badań nad neofityzacją zbiorowisk leśnych (Król 1988; Chmura 2013). W przypadku kilku gatunków spotykanych najczęściej w lasach Polski istnieją opracowania na temat ich rozmieszczenia na terenie kraju (Gazda, Augustynowicz 2012; Woźniak et al. 2014b). Głównym źródłem danych w tych opracowaniach są zasoby SILP, czyli

Obręb Grotniki / Grotniki Forest Inspectorate



Obręb Głowno / Głowno Forest Inspectorate



Rycina 3. Powierzchnia wydziałów z *Q. rubra* o różnym stopniu pokrycia w warstwie okapu drzew, podroście i podszytce oraz nalocie w drzewostanach różnych klas wieku obrębów Grotniki i Głowno. Klasy pokrycia: 1 – 10%, 2 – 20%, 3 – 30%, 4 – 40%, 5 – 50%, >5 – powyżej 50%.

Figure 3. Area of forest subcompartments with *Q. rubra* of different cover classes in crown layer, undergrowth and shrub layer and natural seedling in stands of different age classes in Grotniki and Głowno Forest Inspectorates. Cover classes: 1 – 10%, 2 – 20%, 3 – 30%, 4 – 40%, 5 – 50%, >5 – more than 50%.

informacje uzyskane w ramach prac urzędniowych zgodnie z metodyką zawartą w Instrukcji Urządzania Lasu.

Na terenie Nadleśnictwa Grotniki, według danych zawartych w operacie (powierzchniowa tabela klas wieku według gatunków panujących), drzewostany z dębem czerwonym jako gatunkiem panującym zajmują 13,85 ha w Obrębie Grotniki i zaledwie 3,39 ha w Obrębie Głowno, co stanowi odpowiednio 0,15% i 0,06% powierzchni leśnej obrębów (Plan Urządzenia Lasu, stan na 1.01.2014). Na podstawie danych SILP Gazda i Augustynowicz (2012) oszacowali powierzchnię litych drzewostanów z *Q. rubra* w zarządzie Lasów Państwowych na 3,9 tys. ha w skali kraju. Według Woziwody

i in. (2014b) drzewostany z dębem czerwonym jako gatunkiem panującym lub domieszkowym zajmują w LP łącznie 14,3 tys. ha, a ich udział to zaledwie 0,16% powierzchni leśnej. Na tym tle zasoby dębu czerwonego w Nadleśnictwie Grotniki należą do przeciętnej krajowej.

W trakcie prac urzędniowych w nadleśnictwie zinventaryzowano 1473 wydziałów, w których dąb czerwony występuje w warstwie drzew lub podszytce. Badania przeprowadzone we wszystkich tych wydziałach dają rzeczywisty obraz występowania *Q. rubra* w drzewostanach nadleśnictwa. W ich efekcie wykazano, że wydziałów z dębem czerwonym zajmują 4845,86 ha, co stanowi 33% powierzchni

Tabela 1. Wskaźnik prosperity (WP) nalotu *Q.rubra* na różnych siedliskach Obrębów Grotniki i Głowno. Objasnienia skrótów: TSL – typ siedliskowy lasu, ZRQr – udział powierzchni zajmowanej przez *Q.rubra* na wybranym siedlisku, UTSL – udział siedliska w powierzchni leśnej obrębu.

Table 1. Prosperity index (WP) of natural regeneration of *Q.rubra* on various forest habitat types in Grotniki and Głowno Forest Inspectorates. Explanations of abbreviations: TSL – forest habitat type, ZRQr – share of area with *Q.rubra* on forest habitat types, UTSL – share of forest habitat types in inspectorate's forest area.

Nalot Seedlings	Grotniki Forest Inspectorate			Głowno Forest Inspectorate		
	ZRQr (%)	UTSL (%)	WP	ZRQr (%)	UTSL (%)	WP
Bśw MHC	8,15	10,50	0,78	19,68	18,01	1,09
Bw HC	0,07	0,26	0,28	1,04	2,16	0,48
BMśw MHMC	42,58	33,29	1,28	37,49	19,89	1,88
BMw HMC	1,40	1,84	0,76	7,44	15,00	0,50
LMśw MHMD	40,56	38,11	1,06	25,53	24,26	1,05
LMw HMD	0,31	3,63	0,09	2,01	9,64	0,21
LMb BMD	0,00	0,11	0,01	0,00	0,04	0,00
Lśw MHD	6,87	10,23	0,67	6,73	5,30	1,27
Lw HD	0,02	0,39	0,06	0,03	1,95	0,01
OI AB	0,02	0,82	0,02	0,04	1,51	0,03
OIJ AAS	0,02	0,70	0,03	0,00	1,06	0,00

* MHC – Moderately Humid Coniferous Forest; HC – Humid Coniferous Forest; MHMC – Moderately Humid Mixed Coniferous Forest; HMC – Humid Mixed Coniferous Forest; MHMD – Moderately Humid Mixed Deciduous Forest; HMD – Humid Mixed Deciduous Forest; BMD – Bog Mixed Deciduous Forest; MHD – Moderately Humid Deciduous Forest; HD – Humid Deciduous Forest; AB – Alder Bog Forest; AAS – Ash-alder Streamside Forest.

nadleśnictwa. Wynik ten jest sześciokrotnie wyższy niż przeciętna wartość dla Lasów Państwowych, gdyż dąb czerwony, według danych SILP, na terenie kraju jest obecny w wydzieleniach, które stanowią łącznie 5% powierzchni Lasów Państwowych (Gazda, Augustynowicz 2012). Ponadto, według tych autorów najczęściej, czyli w 77% wydzieleni gatunek ten występuje w formie pojedynczych drzew lub niewielkich kęp. W opracowaniu Gazdy i Augustynowicz (2012) zamieszczono mapy występowania dębu czerwonego w warstwie okapu drzew, podrostu i podszytu oraz nalotu z dokładnością do nadleśnictw. Wynika z nich, że dąb czerwony występuje powszechnie w dwóch pierwszych warstwach drzewostanu, natomiast w nalocie – tylko w części nadleśnictw, głównie zachodniej i południowej części kraju.

W Nadleśnictwie Grotniki w wydzieleniach, które zostały objęte badaniami, *Q.rubra* występuje we wszystkich

warstwach drzewostanu, zwykle jednocześnie w nalocie, podroście i podszytu oraz w warstwie drzew, przy czym największą powierzchnię zajmuje najmłodsze pokolenie powstałe w wyniku spontanicznego rozprzestrzeniania się. Zatem we wszystkich wydzieleniach, w których dąb czerwony jest obecny w górnej warstwie drzewostanu zachodzi intensywny proces odnawiania się tego gatunku. Warto zwrócić uwagę na powszechność tego zjawiska, gdyż wydzielenia z dębem czerwonym zajmują łącznie 1/3 powierzchni Nadleśnictwa Grotniki. Rzeczywista powierzchnia zajmowana przez nalot tego obcego gatunku może być jeszcze większa, gdyż badaniami objęto tylko wydzielenia z adnotacją w bazie SILP o obecności tego gatunku. Tymczasem jak podają Gazda i Fijała (2010), odnowienia naturalne *Q.rubra* na terenie Puszczy Niepołomickiej były również na powierzchniach, na których w warstwie drzew gatunek

Tabela 2. Wskaźnik prosperity (*WP*) podrozu i podszytu *Q.rubra* na różnych siedliskach obrębów Grotniki i Głowno. Objasnienia skrótów: *TSL* – typ siedliskowy lasu, *ZRUQr* – udział powierzchni zajmowanej przez *Q.rubra* na wybranym siedlisku (%), *TSL* – udział siedliska w powierzchni leśnej obrębu (%).

Table 2. Prosperity index (*WP*) of understory of *Q.rubra* (undergrowth and shrub layer) on various forest habitat types in Grotniki and Głowno Forest Inspectorates. Explanations of abbreviations: *TSL* – forest habitat type, *ZRUQr* – share of stands with *Q.rubra* on forest habitat types, *TSL* – share of forest habitat types in inspectorate's forest area.

Porost i podszyt Understory	Grotniki Forest Inspectorate			Głowno Forest Inspectorate		
	<i>ZRUQr</i> (%)	<i>UTSL</i> (%)	<i>WP</i>	<i>ZRUQr</i> (%)	<i>UTSL</i> (%)	<i>WP</i>
Bśw MHC	10,52	10,50	1,00	22,57	18,01	1,25
Bw HC	0,14	0,26	0,53	1,45	2,16	0,67
BMśw MHMC	44,45	33,29	1,34	35,04	19,89	1,76
BMw HMC	1,25	1,84	0,68	8,24	15,00	0,55
LMśw MHMD	37,33	38,11	0,98	26,67	24,26	1,10
LMw HMD	0,26	3,63	0,07	1,42	9,64	0,15
LMb BMD	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04	0,00
Lśw MHD	5,94	10,23	0,58	3,98	5,30	0,75
Lw HD	0,05	0,39	0,13	0,06	1,95	0,03
OI AB	0,04	0,82	0,05	0,58	1,51	0,38
OIJ AAS	0,01	0,70	0,02	0,00	1,06	0,00

* MHC – Moderately Humid Coniferous Forest; HC – Humid Coniferous Forest; MHMC – Moderately Humid Mixed Coniferous Forest; HMC – Humid Mixed Coniferous Forest; MHMD – Moderately Humid Mixed Deciduous Forest; HMD – Humid Mixed Deciduous Forest; BMD – Bog Mixed Deciduous Forest; MHD – Moderately Humid Deciduous Forest; HD – Humid Deciduous Forest; AB – Alder Bog Forest; AAS – Ash-alder Streamside Forest.

ten nie występował. Na terenie Litwy na umiarkowanie żyznych siedliskach znajdowano licznie młodociane osobniki *Q.rubra* w odległości ponad 100 m od macierzystych drzewostanów, a pojedyncze siewki jeszcze dalej (Straigytė, Žalkauskas 2012). Zatem i w Nadleśnictwie Grotniki z dużym prawdopodobieństwem można spodziewać się obecności odnowień dębu czerwonego nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie badanych stanowisk.

Rozmieszczenie nalotu w drzewostanach Nadleśnictwa Grotniki było nierównomierne, ale jego przeciętne pokrycie na terenie badanych wydzieleń wyniosło 20%. Ponieważ wydzielenia te zajmują 1/3 powierzchni leśnej nadleśnictwa, można przyjąć, że najmłodsze pokolenie dębu czerwonego pokrywa 6,6 % jego powierzchni. Tak obfite odnowienie naturalne *Q.rubra* w lasach gospodarczych w świetle badań prowadzonych w innych rejonach Europy nie jest niczym wyjątkowym. Na

terenie Niemiec i Francji dokumentowano bardzo liczne występowanie młodego pokolenia tego gatunku zarówno na terenach nizinnych, jak i wyżynnych (Steiner et al. 1993; Vor 2005; Major et al. 2013). Naloty dębowe we wszystkich badanych drzewostanach na terenie Niemiec rozmieszczone były nierównomiernie, ale miejscami tworzyły bardzo gęste, zwarte dywany. Średnie zagęszczenie siewek w badaniach Vora wyniosło 20 szt./m², a Majora i in. 24 szt./m². W drzewostanach na terenie Francji siewki tworzyły zwarte posycie lasu z zagęszczeniem 21–40 szt./m² (Steiner et al. 1993).

W Polsce szczegółowe badania odnowienia obcych gatunków drzewiastych w drzewostanach gospodarczych wykonano na terenie Puszczy Niepołomickiej (Gazda, Szlaga 2008; Gazda, Fijała 2010). Na powierzchniach kołowych zliczono naloty i podrosty zarówno rodzimych, jak i obcych gatunków drzew. Ze względu na inną metodykę niemożliwe

jest ich bezpośrednio odniesienie do wyników uzyskanych w Nadleśnictwie Grotniki. Warto jednak przywołać niektóre wyniki uzyskane przez cytowanych autorów. W północnym kompleksie Puszczy Niepołomickiej na siedlisku lasu wilgotnego dąb czerwony był najliczniej występującym gatunkiem obcym zarówno pod względem liczby zajmowanych stanowisk, jak i liczby osobników odnotowanych na 1-arowych powierzchniach kołowych, tak w fazie dojrzałej, jak i odnowieniu. Natomiast w kompleksie południowym na siedlisku boru mieszanego odnowienie naturalne dębu czerwonego pojawiło się na co dziesiątej powierzchni kołowej, mimo że nie odnotowano tego gatunku w warstwie drzew w obrębie tych powierzchni (Gazda, Fijała 2010). W Puszczy Niepołomickiej naloty i podrosty dębu czerwonego najczęściej spotykane były w drzewostanach, w których składzie gatunek ten występował pojedynczo lub po kilka sztuk. Natomiast jeżeli odnowienie pojawiało się pod tym samym gatunkiem, to dosyć licznie po kilkanaście, kilkadziesiąt sztuk na 1-arowej powierzchni, ale tylko w formie nalotu (Gazda, Fijała 2010). Jak potwierdzają obserwacje innych autorów, naloty dębu czerwonego nie wytrzymują warunków stworzonych przez drzewostany macierzyste i z powodu wymierania młodych drzewek wszystkie lite drzewostany dębu czerwonego pozbawione są podrostów (Bellon et al. 1977; Jaworski 1995). Na terenie Nadleśnictwa Grotniki udział drzewostanów z dębem czerwonym jako gatunkiem panującym jest znikomy, natomiast najczęściej spotykana jest domieszkowa forma występowania dębu czerwonego, co zgodnie z aktualnym stanem wiedzy sprzyja rozprzestrzenianiu się tego gatunku w drzewostanach.

W Obrębie Grotniki, zarówno w warstwie drzew, podroście i podszytce, jak i nalocie, *Q. rubra* wystąpił najliczniej w drzewostanach III klasy wieku, natomiast w Obrębie Główno w drzewostanach IV klasy wieku. Są to zatem drzewostany, w których dąb czerwony intensywnie obradza, czego skutkiem jest licznie wstępujące młode pokolenie tego gatunku. Występowanie młodocianych osobników dębu czerwonego w nalocie nie gwarantuje co prawda udziału tego gatunku w składzie przyszłych drzewostanów, ale z pewnością zwiększa jego szanse, zwłaszcza w przypadku pojawienia się zaburzeń, czyli zniszczenia fragmentów lasu przez wiatr lub żery szkodników. Ponadto obecność zwartego nalotu tego gatunku obcego skutecznie utrudnia kiełkowanie i wzrost zarówno roślin runa, jak i rodzimych gatunków drzew i krzewów (Bzdęga et al. 2012).

W lasach Polski dąb czerwony sadzony był na bardzo różnych glebach: od suchych i ubogich siedlisk borowych po żyzne siedliska lasowe, w tym i tereny zalewowe. Według danych SILP aktualnie drzewostany z *Q. rubra* w przeważającej większości występują na siedliskach lasu mieszanego świeżego, boru mieszanego świeżego i lasu świeżego (Wozniak et al. 2014b). W Nadleśnictwie Grotniki wydzielenia z dębem czerwonym zajmują głównie te dwa pierwsze siedliska. Ponadto w Obrębie Główno znaczny udział mają drzewostany na siedlisku boru świeżego. W Nadleśnictwie Grotniki zarówno struktura wiekowa, jak i siedliskowa drze-

wostanów z dębem czerwonym sugeruje, że znaczna ich część rośnie na glebach zaniechanych rolniczo i zalesionych zaraz po II wojnie światowej. Na terenie nadleśnictwa blisko 40% powierzchni leśnej zajmują drzewostany na gruntach porolnych. Ze względu na degradację gleb i znaczne uproszczenie biocenoz, powstałych w efekcie wymuszonej antropogenicznie sukcesji wtórnej (Sierota, Zachara 2011), są to siedliska szczególnie podatne na inwazję roślin obcego pochodzenia.

Jednym z celów podjętych badań była próba wskazania siedlisk, na których dąb czerwony wykazuje największe tempo spontanicznego rozprzestrzeniania się. Trudności metodyczne przy ocenie odnawiania się tego gatunku polegają na tym, że nawet bardzo obfity nalot często prawie całkowicie zamiera, natomiast podszyt w wielu drzewostanach nadleśnictwa Grotniki był sztucznie wprowadzany i aktualnie nie można określić na jakiej powierzchni podrost i podszyt został posadzony, a na jakim areale rozprzestrzenił się spontanicznie. Niezależnie jednak od pochodzenia jest to potencjalne źródło nasion i odrośli w przyszłości. Z tego względu wskaźnik prosperity (*WP*) *Q. rubra* obliczono dla obu dolnych warstw drzewostanu. Najwyższe wartości wskaźnika *WP* odnotowano dla siedliska boru mieszanego świeżego zarówno przypadku w nalotu, jak i warstwy podszytu i podrostu. Dla obu tych warstw znacznie wyższe wyniki *WP* uzyskano dla Obrębu Główno. Na tej podstawie można wnioskować, że umiarkowanie żyzne i jednocześnie umiarkowanie wilgotne siedliska oferują optymalne warunki do rozwoju i rozprzestrzeniania się dębu czerwonego. Czynnikiem sprzyjającym przeżywaniu młodego pokolenia *Q. rubra* na siedlisku BMśw może też być brak konkurencji ze strony innych gatunków. Drugim siedliskiem podatnym na ekspansję dębu czerwonego jest las mieszany świeży, dla którego w większości przypadków *WP* przyjął wartość powyżej 1. Ponadto dla Obrębu Główno wartość *WP* nalotu oraz podszytu i podrostu była wyższa od jedności również dla siedliska boru świeżego.

Generalnie dąb czerwony ma większy udział w drzewostanach Obrębu Grotniki (wydzielenia z tym gatunkiem stanowią 38% powierzchni leśnej obrębu), ale na terenie Obrębu Główno lepiej się rozprzestrzenia, mimo że wydzielenia z *Q. rubra* zajmują mniejszy obszar (25% powierzchni). Pierwszy z obrębów wyróżnia się znacznym udziałem gruntów porolnych, które stanowią blisko połowę jego powierzchni leśnej. Aktualne pokrycie *Q. rubra* w warstwie drzew w Obrębie Grotniki świadczy o tym, że dąb czerwony był ważnym gatunkiem domieszkowym w składzie gatunkowym zalesianych nieużytków. Liczne występowanie tego gatunku na zdegradowanych siedliskach sugeruje doskonałe warunki do jego rozprzestrzeniania się. Mimo to wyrażony w procentach przyrost rzeczywistej powierzchni zajmowanej przez nalot *Q. rubra* w stosunku do pokrycia tego gatunku w warstwie drzew, będących źródłem nasion dla Obrębu Grotniki, jest mniejszy niż dla Główna i wynosi 9,3%. Natomiast dla Obrębu Główno, na terenie którego udział gruntów porolnych wynosi 28%, odnotowano znacznie większą przewagę powierzchniową nalotu *Q. rubra* w stosunku do pokrycia tego gatunku w warstwie drzew – 14,2%. Może zatem czynnikiem

sprzyjającym rozprzestrzenianiu dębu czerwonego na terenie Obrębu Głowno jest większy udział siedlisk borowych lub większe zróżnicowanie warunków glebowo-siedliskowych obrębu (tab. 1).

Na zakończenie warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt obecności drzew obcego pochodzenia w lasach. W Nadleśnictwie Grotniki udział dębu czerwonego jest największy na siedlisku lasu mieszanego świeżego i boru mieszanego świeżego. Są to siedliska, na których rolę gatunków domieszkowych i podszytowych z powodzeniem mogą spełniać rodzime drzewa i krzewy. Aktualnie postępująca eutrofizacja siedlisk leśnych na terenie kraju sprzyja rozwojowi gatunków liściastych. Tymczasem liczna obecność dębu czerwonego w dolnych warstwach drzewostanów może skutecznie ten proces hamować. Wykazano, że w lasach, w których drzewostan lub warstwę krzewów wypełniają gatunki obce najczęściej spotykanym zjawiskiem jest zubożenie składu florystycznego (Starfinger et al. 2003). Jeśli nawet takie zubożenie nie ma wyraźnego, bezpośredniego wpływu na produktywność gospodarczą lasów, to nie pozostaje bez wpływu na odporność biologiczną zespołów leśnych.

5. Podsumowanie

W efekcie przeprowadzonych badań wykazano, że dąb czerwony na 1/3 powierzchni Nadleśnictwa Grotniki stanowi istotny składnik wszystkich warstw drzewostanów. Na terenie obu obrębów *Q. rubra* na największej powierzchni występuje w nalocie, co świadczy o spontanicznym rozprzestrzenianiu się tego gatunku w drzewostanach nadleśnictwa. Wyrażony w procentach przyrost rzeczywistej powierzchni zajmowanej przez nalot w stosunku do pokrycia *Q. rubra* w warstwie drzew, będących źródłem nasion, wynosi dla Obrębu Grotniki 9,3, natomiast dla Obrębu Głowno – 14,2%. Najwyższe wartości wskaźnika prosperity (*WP*) dębu czerwonego odnotowano dla siedliska boru mieszanego świeżego zarówno przypadku w nalotu, jak i warstwy podszytu i podrostu. Dla obu tych warstw znacznie wyższe wyniki *WP* uzyskano dla Obrębu Głowno. Na tej podstawie można wnioskować, że umiarkowanie żyzne i jednocześnie umiarkowanie wilgotne siedliska oferują optymalne warunki do rozwoju i rozprzestrzenia się dębu czerwonego. Struktura wiekowa drzewostanów z *Q. rubra* i szerokie spektrum siedlisk, na których aktualnie spontanicznie odnawia się ten gatunek pozwala przypuszczać, że areal i udział dębu czerwonego w drzewostanach Nadleśnictwa Grotniki będzie się powiększał. W świetle współczesnych badań wzmoczone występowanie inwazyjnych gatunków drzewiastych prowadzi do zniekształcenia i wyraźnego zubożenia fitocenozy leśnych. Problem ten dotyczy nie tylko drzewostanów z dębem czerwonym jako gatunkiem panującym lub domieszkowym, których łączną powierzchnię w Lasach Państwowych na podstawie danych SILP oszacowano na 14,3 tys. ha (Woziwoda et al. 2014b). Wyniki badań dynamiki tego obcego gatunku na terenie Nadleśnictwa Grotniki sugerują znacznie większą skalę problemu.

Podziękowania i źródła finansowania

Recenzentom pracy składamy serdeczne podziękowania za wnikliwą recenzję oraz cenne uwagi i wskazówki. Praca została wykonana w ramach działalności badawczej Katedry Ochrony Lasu i Ekologii SGGW w Warszawie.

Literatura

- Adamowski W., Dvorak I., Ramanjuk I. 2002. Atlas of alien woody species of the Białowieża Forest. *Phytocoenosis* 14 (N.S.), Supplementum Cartographiae Geobotanicae 14: 1–303.
- Bellon S., Tumiłowicz J., Król, S. 1977. Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- Białobok S., Chylarecki, H. 1965. Badania nad uprawą drzew obcego pochodzenia w Polsce w warunkach środowiska leśnego. *Arboretum Kórnickie* 10: 211–276.
- Bzdęga K., Pajdak E., Tokarska-Guzik B., Chmura D., Woźniak G. 2012. Zależność odnawiania się rodzimych gatunków roślin od rodzaju i wielkości nekromasy w lasach mieszanych z dominacją inwazyjnego dębu czerwonego, w: Obce gatunki w lasach. Materiały VIII Konferencji Naukowej: Aktywne Metody Ochrony Przyrody w zrównoważonym leśnictwie. Rogów, 29–30.03.2012r.
- Chmura D. 2004. Penetration and naturalisation of invasive alien plant species (neophytes) in woodlands of the Silesian Upland (Southern Poland). *Nature Conservation* 60: 3–11.
- Chmura D. 2009. Differences in invasiveness of alien woody plants in forest communities of the Silesian Upland (Southern Poland). The role of geobotany in biodiversity conservation, University of Silesia, Katowice, 297–302.
- Chmura D. 2013. Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understory environment and flora: a study of the Silesian Upland (Southern Poland). *Polish Journal of Ecology* 61(3): 431–442.
- Danielewicz W. 1993. Występowanie drzew i krzewów obcego pochodzenia jako problem ochrony przyrody w rezerwach i parkach narodowych. *Przegląd Przyrodniczy* 4(3): 25–32.
- Danielewicz W., Wiatrowska B. 2014. Inwazyjne gatunki drzew i krzewów w lasach Polski. *Peckiana* 9: 59–67. Fyałkowska K., Wroniewski M.R., Obidziński A. 2015. Gatunki roślin obcego pochodzenia w Puszczy Ładzkiej. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 42(1): 95–109.
- Gazda A. 2012. Stan badań nad obcymi gatunkami drzew w polskich lasach taksonów. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 33(4): 44–60.
- Gazda A., Augustynowicz P. 2012. Obce gatunki drzew w polskich lasach gospodarczych. Co wiemy o puli i o rozmieszczeniu wybranych taksonów. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 33(4): 53–61.
- Gazda A., Fijała M. 2010. Obce gatunki drzewiaste w południowym kompleksie Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan* 154(5): 333–340.
- Gazda A., Szlaga A. 2008. Obce gatunki drzewiaste w północnym kompleksie Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan* 152(4): 58–67.
- Jaworski, A. 1995. Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Gutenberg. Kraków, 237 s. ISBN 83-86310-03-0.
- Kohli R.K., Jose S., Singh, H.P., Batish, D.R. (Eds.). 2008. Invasive plants and forest ecosystems. CRC Press, 456 s. ISBN-13:978-1-4200-4337-2.
- Król S. 1988. Synantropizacja fitocenozy leśnych przez introdukcję obcych gatunków drzew. *Wiadomości Botaniczne* 32(2): 115–124.
- Kuc M., Piszczek M., Janusz A. 2012. Znaczenie dęba czerwonego w ekosystemie leśnym i rachunku ekonomicznym nadleśnictwa

- Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Katowicach. *Studia i Materiały CEPL* 33(4): 152–159.
- Major K.C., Nosko P., Kuehne C., Campbell D., Bauhus J. 2013. Regeneration dynamics of non-native northern red oak (*Quercus rubra* L.) populations as influenced by environmental factors: A case study in managed hardwood forests of southwestern Germany. *Forest Ecology and Management* 291: 144–153. DOI 10.1016/j.foreco.2012.12.006.
- Matuszkiewicz J.M., Solon J., Orzechowski M., Kozłowska A., Róžański W., Szczygielski M., Kowalska A. 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. Monografie IGiPZ PAN, 8, 980 s.
- Myśliwy M. 2014. Plant invasion across different habitat types at floristic survey. *Applied Ecology and Environmental Research* 12(1): 193–207.
- Riepišas E., Straigytė L. 2008. Invasiveness and ecological effects of red oak (*Quercus rubra* L.) in Lithuanian forests. *Baltic Forestry* 14(2): 122–130.
- Sierota Z., Zachara T. 2011. Drzewostany na gruntach porolnych – dawniej i dziś, w: Zmiany w środowisku drzewostanów sosnowych na gruntach porolnych w warunkach przebudowy częściowej oraz obecności grzyba *Phlebiopsis gigantea* (red. Z. Sierota). Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Rozprawy i Monografie 17: 15–22.
- Starfinger U., Kowarik I., Rode M., Schepker H. 2003. From desirable plant to pest do accepted addition to flora? The perception of alien tree species through centuries. *Biological Invasions* 5: 232–335.
- Steiner K.C., Abrams M.D., Bowersox T.W. 1993. Advance reproduction and other stand characteristics in Pennsylvania and French stands of northern red oak, w: Proceedings of the 9th Central Hardwood Forest Conference; General Technical Report NC-161. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 473–483.
- Straigytė L., Žalkauskas R. 2012. Effect of climate variability on *Quercus rubra* phenotype and spread in Lithuanian forests. *Dendrobiology* 67: 79–85.
- Szwagrzyk J. 2000. Potencjalne korzyści i zagrożenia związane z wprowadzaniem do lasów obcych gatunków drzew. *Sylwan* 144(2): 99–106.
- Tokarska-Guzik B. 2005. The establishment and spread of alien plant species (kenophytes) in the flora of Poland. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 192 s.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński Cz. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 197 s. ISBN 978-83-62940-34-9.
- Vor T. 2005. Natural regeneration of *Quercus rubra* L. (Red Oak) in Germany. *Neobiota* 6: 111–123.
- Woziwoda B., Kopeć D., Witkowski J. 2014a. The negative impact of intentionally introduced *Quercus rubra* L. on a forest community. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 83(1): 39–49. DOI: 10.5586/asbp.2013.035.
- Woziwoda B., Potocki M., Sagan J., Zasada M., Tomusiak R., Wilczyński S. 2014b. Commercial forestry as a vector of alien tree species – the case of *Quercus rubra* L. Introduction in Poland. *Baltic Forestry* 20(1): 131–141.
- Zubkiewicz R. 2012. Gatunki obce i inwazyjne – Wywiad z Wojciechem Solarzem z IOP w Krakowie. *Las Polski* 6: 20–21.

Materiały źródłowe

<http://www.iop.krakow.pl/ias/gatunki/142> [2.02.2015].

<http://www.NOBANIS.org> [12.02.2015].

Plan Urzędnia Lasu sporządzony na lata od 2014–2023 dla Nadleśnictwa Grotniki w RDLP w Łodzi na podstawie stanu lasu w dniu 1 stycznia 2014 r. Opis ogólny lasów nadleśnictwa (elaborat). BULiGL, Warszawa, Wydział Produkcyjny w Łodzi.

Wkład autorów

D.G. – prace terenowe, baza danych; M.Ska – koncepcja pracy, analiza danych, przegląd literatury, pisanie manuskryptu, poprawki; M.Ski – opracowanie metodyki, poprawki.